

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Thaissa Oliveira Nogueira de Queiroz
Willian Shody Nakao

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO SOBRE O PERFILHAMENTO E
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE 5 VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR

Fernandópolis
2019

Thaissa Oliveira Nogueira de Queiroz
Willian Shody Nakao

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO SOBRE O PERFILHAMENTO E
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE 5 VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em **Açúcar e Alcool**, no Eixo Tecnológico de **Produção Industrial**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor **Me Ricardo Henrique Del Grossi**

Fernandópolis
2019

Thaissa Oliveira Nogueira de Queiroz
Willian Shody Nakao

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO SOBRE O PERFILAMENTO E
ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE 5 VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção da Habilitação Profissional
Técnica de Nível Médio de Técnico em
Açúcar e Alcool, no Eixo Tecnológico de
Produção Industrial, à Escola Técnica
Estadual Professor Armando José
Farinazzo, sob orientação do Professor
Me Ricardo Henrique Del Grossi

Examinadores:

Ricardo Henrique Del Grossi

Tais Batista Marino

Joel Gouveia Baptista

Fernandópolis
2019

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO SOBRE O PERFILHAMENTO E ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE 5 VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Thaissa Oliveira Nogueira de Queiroz
Willian Shody Nakao

RESUMO: Considerando que a irrigação pode ser uma atividade de suma importância para o aumento da produtividade relativa no Noroeste Paulista, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da irrigação sobre o perfilhamento e produtividade estimada de variedades de cana-de-açúcar no Noroeste Paulista. Para isto, foi implantado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNICASTELO, uma área experimental constituída de 5 variedades de cana-de-açúcar (RB 86-7515, SP 85-5453, CTC 4, SP 81-3250 e RB 83-5486) irrigadas por 3 níveis de irrigação (com reposição de 100, 86 e 21% da evapotranspiração da cultura) e no sequeiro. De acordo com os resultados a irrigação repôs 100% da ETc, independente da variedade, promoveu incremento significativo no perfilhamento a partir dos 120 dias do plantio (aumentos médios variando de 13 a 16%) e na produtividade média estimada (aumento médio de 152,6%). A variedade de melhor desempenho na maioria das variáveis analisadas foi a CTC 4.

Palavras-chaves: Cana-de-açúcar; Irrigação; Perfilhamento, Estimativa de Produtividade.

ABSTRACT: Considering that irrigation might be a very important activity to increase relative productivity in Northwest Paulista, this study focused in evaluating the influence of irrigation on tillering and estimated yield of different sugarcane varieties in the Northwest Paulista. To achieve the expected results, an experimental area was implemented at UNICASTELO's Teaching and Research Farm, consisting of 5 sugarcane varieties (RB 86-7515, SP 85-5453, CTC 4, SP 81-3250 and RB 83-5486), they were irrigated in 3 levels (with replacement of 100, 86 and 21% of crop evapotranspiration) and in rainfed. According to the results, the irrigation was able to restore 100% of ETc, regardless of variety, promoted significant increase in tillering from 120 days of planting (average increases ranging from 13 to 16%) and estimated average yield (average increase of 152, 6%). The best performing variety analyzed considering its variables was the CTC 4.

Keywords: Sugar cane; Irrigation; Tillering, Productivity Estimation.

1. INTRODUÇÃO

A corrida para se encontrar novas fontes de energias renováveis e menos poluentes, faz com que se desenvolvam alternativas para atender as demandas as necessidades energéticas atualmente, como por exemplo, biocombustíveis, dentre eles o etanol, pois pode ser produzido a partir de diversas matérias primas, como cana-de-açúcar, milho, e a celulose.

No Brasil a cana-de-açúcar tem posição de grande importância econômica e produção, é uma cultura que ocupa grandes áreas territoriais e com elevada viabilidade e rentabilidade no agronegócio nacional.

A expansão das áreas com plantio de cana-de-açúcar tem alcançado regiões onde antes outras culturas ocupavam importância agrícola como os estados de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Goiás, e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2013).

O interesse da irrigação nas mais diversas culturas é atender as exigências hídricas durante todo o seu ciclo de produção, proporcionando altas produtividades e qualidade dos produtos agrícolas; a quantidade de água pode variar conforme a espécie, estágio de desenvolvimento, local, tipo de solo, época de plantio, e clima.

A irrigação necessita de investimentos em aquisição de equipamentos, distribuição de água, energia, mão de obra, e obras. O aumento nos custos de investimento deve ser pago pelo incremento de produtividade, proporcionado pelo fornecimento eficiente de água às plantas (CLARK *et al*, 1993). Em regiões semiáridas a utilização de irrigação, na cana-de-açúcar, é uma possibilidade viável e de grande potencial para o sucesso das características de produtividade (SOARES *et al*, 2003).

Scardura e Rosenfeld (1987) afirmam que o consumo de água pela cultura da cana-de-açúcar, varia em situações como variedades, clima, estágio fenológico, ciclo da cultura, disponibilidade de água. A irrigação na cultura da cana-de-açúcar se divide em dois tipos de benefícios, o benefício direto que este relacionado com o aumento de produtividade agrícola e longevidade das soqueiras, e os benefícios indiretos relacionados com a redução de custo no processo de produção (MATIOLI, 1998).

Como em algumas situações o custo de irrigação é elevado, produtores optam pela aplicação da irrigação em fases de desenvolvimentos mais frágeis e que determinam a produtividade, em períodos de plantios que a precipitação e o déficit hídricos são mais atenuantes e limitantes ao desenvolvimento da cultura, sendo utilizada a irrigação suplementar ou de salvamento.

De maneira geral a irrigação na cultura da cana-de-açúcar é uma atividade promissora e de retorno econômico viável e rentável, atendendo as necessidades tanto da cultura para expressar seu potencial produtivo, como também possibilitando a utilização de menores áreas com maiores produtividades, intercalando uma relação de produção agrícola x dimensionamento de área agrícola trabalhada, agregando e mantendo a longevidade e produção homogênea entre os ciclos da cultura, características desejáveis e buscadas atualmente pelas conexões de tecnificação de lavouras.

2. OBJETIVO

O objetivo deste experimento foi avaliar a influência da irrigação sobre o perfilhamento e produtividade estimada, de diferentes variedades de cana-de-açúcar no município de Fernandópolis - SP.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cana-de-açúcar

3.1.1 Classificação botânica

A cana-de-açúcar é uma planta C4, com alta eficiência fotossintética, originária da Oceania – Nova Guiné são alógama (fecundação cruzada) pertencente ao Reino Plantae, Divisão Magnoliopyta, Classe Liliopsida, Ordem Poales, Família Poaceae, e Gênero *Saccharum* L.. É uma planta da família Poaceae, que tem como características formar inflorescências (agregado de muitas pequenas flores), crescimento de caule em colmos, folhas com lâminas e bainha aberta. Ocorre pelo menos seis espécies do gênero, *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum robustum*, *Saccharum barbieri*, *Saccharum sinense*, *Saccharum edule* (FAUCONNIER E BASSEREAU, 1975) (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies de cana-de-açúcar e suas características.

Espécies	Características
<i>Saccharum officinarum</i>	Colmos grossos, baixo teor de fibra, altos teores de açúcar, poucos perfilhos por touceira, exigentes em clima e ambiente de produção, muito sensíveis a doenças principalmente ao vírus do mosaico (SCMV).
<i>Saccharum spontaneum</i>	Colmos mais finos e fibrosos, com baixos teores de açúcar, perfilhamento vigoroso, sistema radicular bem desenvolvido, plantas rústicas, desenvolvem bem em ambientes de produção variados, alta resistência ao vírus do mosaico, muito utilizada nas primeiras hibridações interespecíficas.
<i>Saccharum robustum</i>	Característica marcante a altura de seus colmos (10 m de altura), diâmetro considerado grosso, são suscetíveis ao vírus do mosaico, devido ao seu porte foram utilizadas em hibridações.
<i>Saccharum barbieri</i>	Plantas de porte baixo ou médio, colmos finos, fibrosos e baixos teores de açúcar, consideradas rústicas, pouca exigência em clima e solo, suscetíveis ao vírus do mosaico,
<i>Saccharum sinense</i>	Apresentam porte alto, colmos fibrosos e finos, sistema radicular abundante e forte.
<i>Saccharum edule</i>	Similar a <i>S. robustum</i> apresentam flores inférteis, não é utilizada em programas de melhoramento.

Fonte: (Fauconnier e Bassereau, 1975).

As variedades comerciais atualmente plantadas são híbridas obtidos através do cruzamento de diferentes espécies, que foram realizados pelo

homem ao longo do tempo visando à obtenção de indivíduos mais resistentes às doenças e pragas, mais produtivos em sacarose e biomassa, e que se adaptem a solos com diferentes níveis de fertilidade. São cientificamente citadas como *Saccharum spp.*

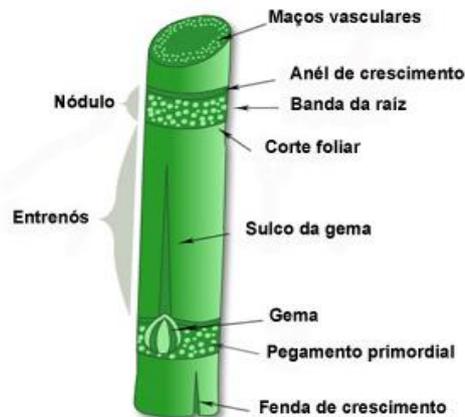
Com a utilização de algumas destas espécies para o melhoramento genético, permitiu desenvolver híbridos, resistentes a pragas, doenças, e adaptados a diversas condições ambientais, favorecendo a disseminação da cultura pelo mundo (FIGUEIREDO *et al.*, 1995).

3.1.2 Características morfológicas

A cultura da cana-de-açúcar se desenvolve a partir de touceiras, sendo a parte aérea formada por colmos, folhas, inflorescência e sementes, e a parte subterrânea são raízes e rizomas (MOZAMBANI *et al.*, 2006).

O colmo é uma haste sem ramificações, com seção transversal circular, diferenciada por nós e entrenós. Nós são espaçados entre si, com intervalos de 15 a 25 cm, sendo mais espaçados na parte superior do colmo, onde ocorre alongação, e mais próximos entre si na base da planta (BLACKBURN, 1984). Os aspectos que diferenciam as variedades são comprimento do internódio, diâmetro do colmo, rigidez e coloração. O colmo é composto por nós e entrenós, formando um cilindro sólido e fibroso, o comprimento pode oscilar entre dois e cinco metros de altura. (MONTE, 2004) (Figura 1).

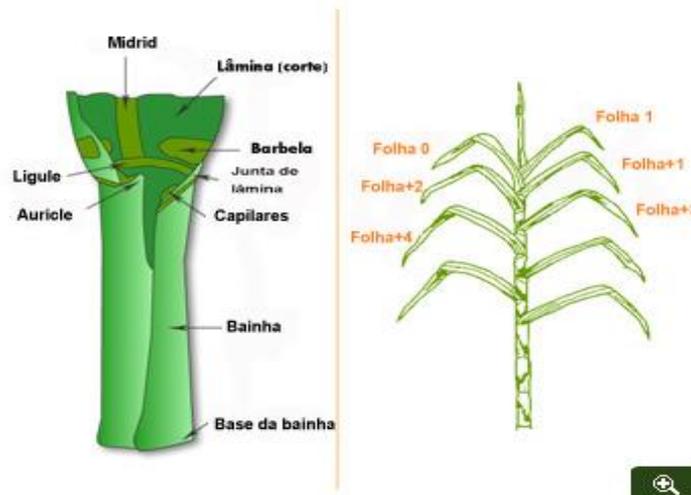
Figura 1. Colmo da cana-de-açúcar e suas estruturas morfológicas.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canaveira, (2011).

As folhas são compostas pela bainha e pela lâmina foliar, conectadas ao colmo na base dos nós, de modo alternado, longas, medindo 1,00 a 1,80 metros de comprimento por cinco a sete centímetros de largura em duas linhas opostas no colmo (JAMES E MONTE, 2004) (Figura 2).

Figura 2. Folha da cana-de-açúcar e suas estruturas morfológicas.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canaveira, (2011).

Inflorescência são flores pequenas, praticamente destituídas de perianto (conjunto do cálice e da corola), protegidas por brácteas e bractéolas secas, reunidas em inflorescência. O fruto é seco, do tipo cariopse (fruto seco, com uma semente presa ao pericarpo em toda a extensão), com semente de endosperma abundante (Figura 3).

Figura 3. Inflorescência da cana-de-açúcar em campo.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

No processo de formação da inflorescência, inicialmente deve ser detectado o período em que ocorre o estímulo para que o meristema apical se modifique, deixando de produzir folhas e colmos e passando a formar a inflorescência. Esse período é de difícil definição, pois depende da cultivar, do clima da região e das mudanças que ocorrem nos anos agrícolas.

Dessa forma, no hemisfério Sul, o estímulo e a diferenciação meristemática para a formação da flor ocorrerão nos meses de fevereiro, março e abril, dando-se o florescimento nos meses de abril, maio e junho (HUMBERT, 1974).

Dessa forma, o homem procura interferir na natureza, tentando evitar o florescimento da cana-de-açúcar, seja por meio de melhoramento genético ou por meio de reguladores vegetais, sendo necessário conhecer alguns fatores básicos que controlam o florescimento da cana-de-açúcar, desde a sua fisiologia, como os fatores do meio (RODRIGUES, 1995).

A época em que ocorre a indução floral está relacionada ao fotoperíodo. Logo, varia de acordo com a latitude (região onde a cultura está implantada). Além da maturidade da planta e da fertilidade do solo (FARIAS *et al.*, 1987). As melhores condições para que o florescimento aconteça são encontradas nas regiões equatoriais do globo, com pequenas variações de temperatura. Nessas condições, o florescimento pode ser induzido em qualquer época do ano, sendo o fotoperíodo ideal de 12 a 12,5 horas para ocorrer à indução floral em cana-de-açúcar (ARCENEUX, 1967; CLEMENTS E AWADA, 1967).

A inflorescência é a panícula terminal, ramificada em forma de pirâmide, com 50 a 80 cm de comprimento, chamada de pendão. (MONTE, 2004).

As raízes são fasciculadas, com 80% das raízes nos primeiros 50 cm de profundidade, 60% se encontram em 20 a 30 cm de profundidade, estes

percentuais variam conforme a variedade, a princípio três tipos de raízes formam o sistema radicular (EVANS, 1935):

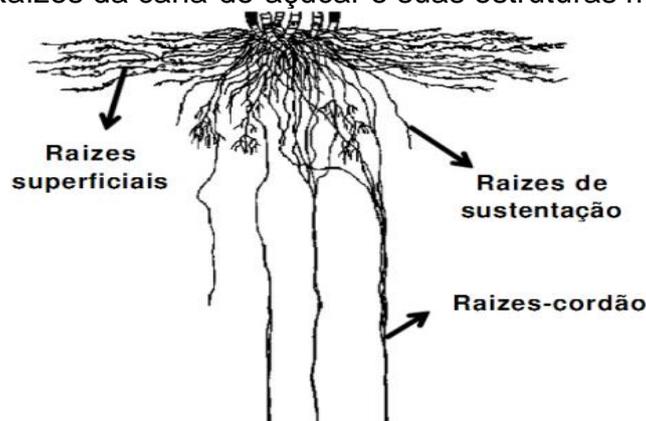
A) Raízes de superfície: crescem lateralmente a partir da região radicular dos toletes, mais finas e com boa ramificação.

B) Raízes de sustentação: emergem dos brotos jovens, grossas atingindo a profundidade de 1,5 metros.

C) Raízes de Cordão: formadas por aglomerações de raízes verticais, absorvem somente água, podem chegar de 3 a 5 metros de profundidade.

D) Rizoma: aspecto de colmo subterrâneo tem entrenós curtos, formados por células de multiplicação rapidamente, após o corte dos colmos, a parte subterrânea estimula a emissão de novos rebentos (Figura 4).

Figura 4. Raízes da cana-de-açúcar e suas estruturas morfológicas.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

3.1.3 Exigências climáticas

A cultura da cana-de-açúcar tem como características adaptação às condições de alta intensidade luminosa, altas temperaturas e escassez de água, a cultura necessita de grandes quantidades de água para suprir sua necessidade hídrica, sendo que 30% do seu peso são representados por matéria seca e 70% por água (SEGATO, 2006).

Vários são os fatores relacionados ao solo que podem influenciar o desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar, como por exemplo: temperatura, umidade, textura, densidade, fertilidade, etc.

3.1.4 Aspectos Fisiológicos

A cultura encontra suas melhores condições para se desenvolver mediante clima quente e úmido, com boa intensidade radiação solar, a fase de maturação requer um período de restrição hídrica para que ocorra o acúmulo de sacarose nos colmos (AFONSI *et al.*, 1987).

As taxas fotossintéticas durante a seca são superiores em variedades tolerantes, em relação a variedades suscetíveis durante o período crítico de desenvolvimento da cultura (SILVA *et al.*, 2007).

3.1.5 Brotação e emergência

Para a germinação a temperatura deve se encontrar entre 26 e 33°C e a mínima de 21°C. A germinação cessa em temperaturas inferiores a 13°C ou superior a 40°C (CRISPIM, 2006).

A emergência do broto ocorre de 20 a 30 dias após o plantio. O broto é um caule em miniatura que surge acima da superfície do solo (chamado de colmo primário). Neste estágio ocorre, ainda, o enraizamento inicial (duas a três semanas após a emergência) e o aparecimento das primeiras folhas. (GASCHO E SHIH, 1983).

Figura 5. Início da brotação em cana-de-açúcar.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canaveira, (2011).

A boa capacidade de brotação é uma característica desejável nas variedades, principalmente quando essa fase envolve épocas com condições ambientais desfavoráveis (CASAGRANDE, 1991).

Nos primeiros 30 dias, quando ocorre a emissão de raízes de fixação e brotação de gemas, a cana-planta vive da reserva de nutrientes do tolete, que é redistribuída, e parcialmente dos nutrientes absorvidos pelas raízes de fixação, após esse período, inicia-se o desenvolvimento das raízes dos perfilhos primários, depois dos secundários, e assim sucessivamente, então as raízes de fixação perdem a função, e a cana-planta passa a depender exclusivamente da atividade das raízes dos perfilhos (CASAGRANDE, 1991).

3.1.6 Perfilhamento

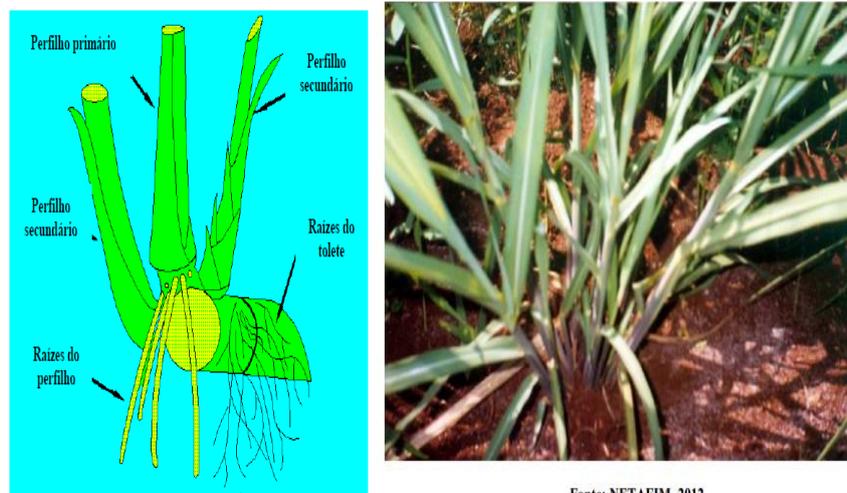
3.1.6.1 Início do Perfilhamento e Formação da Touceira

Perfilhamento é o processo de emissão de colmos por uma mesma planta, os quais recebem a denominação de perfilho. O processo de perfilhamento é regulado por hormônios e resulta no crescimento de brotos que vão em direção à superfície do solo, esses brotos aparecem de 20 a 30 dias após a emergência do colmo primário. É importante destacar que a formação do sistema radicular da

touceira é resultado do desenvolvimento das raízes de cada perfilho (GASCHO E SHIH, 1983).

Portanto, é interessante que haja uma oscilação relativamente elevada entre as temperaturas máxima e mínima para que maior número de perfilhos seja formado. A ação de baixas temperaturas no perfilhamento foi estudada, verificando-se que algumas variedades de cana não eram afetadas mesmo a -11°C (CRISPIM, 2006).

Figura 6. Perfilhamento da cana-de-açúcar e suas estruturas morfológicas.



Fonte: NETAFIM, 2012

Fonte: NETAFIM, 2012.

3.1.6.2 Auge do perfilhamento

É quando ocorre a total cobertura do solo pela folhagem das plantas. Cada touceira possui o máximo de perfilhos (GASCHO E SHIH, 1983).

3.1.6.3 Crescimento dos colmos

Para a taxa de alongação da cultura, relatos indicam que a variação ocorre principalmente de acordo com a temperatura, sendo que no verão, quando as médias de temperaturas diurnas estão entre 20 a 30°C , podem ser observadas

taxas de alongação por volta de 1 cm/dia na cultura da cana-de-açúcar (LIU E HEYLAR, 2003).

Considerando-se esse grande período de desenvolvimento, pode-se constatar que para a cana-de-ano e a cana-soca, a fase de maior desenvolvimento, ocorre na primeira metade do grande período. Já para a cana-de-ano e meio, isto acontece na segunda metade do grande período (RODRIGUES, 1995).

A partir do auge do perfilhamento, os colmos sobreviventes continuam o crescimento e desenvolvimento, ganhando altura e iniciando o acúmulo de açúcar na base. O crescimento é estimulado por luz, umidade e calor (GASCHO E SHIH, 1983).

Figura 7. Desenvolvimento dos colmos de cana-de-açúcar.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

3.1.6.4 Crescimento Radicular Vigoroso

O crescimento do sistema radicular torna-se mais intenso, tanto nas laterais quanto em profundidade. A maior parte das raízes está nos primeiros 40 centímetros de profundidade, sendo esta a zona principal onde ocorre a absorção de água e nutrientes por parte da cultura (GASCHO E SHIH, 1983).

4. ALOCAÇÕES DE VARIEDADES NO ESTADO DE SÃO PAULO E BRASIL

Os percentuais da distribuição e alocações das variedades das variedades de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e Brasil (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Censo varietal de alocação de variedades no Estado de São Paulo.

VARIIDADE	%
RB86-7515	23
SP81-3250	14
RB85-5453	9
SP83-2847	5
RB85-5536	4
OUTRAS	45
Área recenseada	3.801.740 ha

Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

Tabela 3. Censo varietal de alocação de variedades no Brasil.

VARIIDADE	%
RB86-7515	23
SP81-3250	13
RB85-5453	6
RB92-579	6
RB72-454	4
SP83-2847	4
SP79-1011	3
OUTRAS	41
Área recenseada	6.552.276 ha

Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

5. IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR

5.1 Consumos de Água pela Cana-de-Açúcar

Estudos relacionados ao consumo de água pela cultura e o uso de recursos hídricos para a irrigação vem-se tornando cada vez mais frequentes de vez que tal operação é um dos fatores de maior influência na produtividade agrícola e no custo de produção da cana-de-açúcar (TEODORO *et al.*, 2013)

Os dois primeiros estádios de crescimento da cultura são os mais suscetíveis ao déficit hídrico, o terceiro estádio responde a lâmina aplicada, mas o déficit hídrico não acarreta tantos prejuízos à produtividade, o quarto estádio responde positivamente ao déficit hídrico (BERNARDO, 2005).

A exigência hídrica da cana-de-açúcar durante seu ciclo é de 1500 a 2500 mm, e o manejo da irrigação deve ser feito de acordo com as condições de umidade no solo, recomendando determinadas lâminas para cada ciclo fenológico (DOORENBOS E KASSAM, 1979). Foi observado que a cana-de-açúcar quando submetida ao estresse hídrico no terceiro e quarto período do seu ciclo, 257 a 272 e 302 a 347 dias após plantio, teve redução de 8,3% a 15% no rendimento produtivo (WIEDENFELD, 2000).

O consumo diário de água pela cultura depende da variedade, estádio da cultura, e evapotranspiração, que pode variar de 2 a 6 mm/dia, convertendo a cada 250 gramas de água em 1 grama de matéria seca (BERNARDO, 2005).

Uma relação entre o consumo de água e a produção da cana soca pode chegar a 12,1 mm/t (PERES, 1988).

6. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A adição de água pode ser feita das seguintes formas: total, suplementar, déficit hídrico e de salvação, conforme descritas abaixo.

6.1 Irrigação Total

É quando toda a água necessária para atender a demanda hídrica das culturas é aplicada via irrigação. Deve ser praticada em regiões áridas ou onde a precipitação (chuva) é insignificante. Para o dimensionamento dos projetos, usa-se a maior demanda diária que ocorrerá durante o ciclo da cultura, ou seja, maior

demanda hídrica potencial da cultura ($ET_c = K_c \cdot ET_o$) (IRRIGER - Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013).

6.2 Irrigação suplementar

Neste tipo de manejo, a água a ser utilizada para atender a demanda evapotranspiração das culturas, parte vem da irrigação e parte vem da precipitação efetiva, ou seja, a irrigação suplementará a precipitação efetiva no atendimento da demanda evapotranspiração da cultura. Para o dimensionamento do sistema de irrigação, usa-se a precipitação provável com 75 ou 80% de probabilidade de ocorrência. (IRRIGER - Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013).

6.3 Irrigação com Déficit

Segundo Teodoro (2011), o objetivo dessa irrigação é garantir o crescimento da cana com a aplicação de lâminas que podem variar de 180 a 300 mm no final de cada ciclo anual de cultivo, sendo essas lâminas geralmente divididas em três ou cinco aplicações de 60 mm cada uma. Já Pereira et al. (2015) propõem aplicar lâminas correspondentes a 50% do déficit hídrico máximo da cultura durante todo o seu ciclo.

6.4 Irrigação de Salvação

Neste tipo de manejo, planeja-se irrigar somente num período relativamente curto ou em um estágio do cultivo. Exemplo típico ocorre com a cana-de-açúcar, à qual se aplica, via irrigação, a água de lavagem da cana e/ou água com vinhoto. A aplicação é feita em duas ou três irrigações de 60 milímetros por mês,

após o plantio, para cana-planta, ou após os cortes, para cana-soca. (IRRIGER – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013).

7. MEIOS DE IRRIGAÇÃO

7.1 Irrigações de superfície

A água é aplicada de forma concentrada, em sulcos de irrigação abertos paralelamente às fileiras das plantas. É um método que apresenta baixa eficiência de aplicação de água. É recomendado apenas para situações específicas de solos de textura médio-argilosa e topografia plana. (IRRIGER – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013)

Figura 8. Irrigação de superfície na cultura da cana-de-açúcar.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

7.2 Irrigações por Aspersão (Pivô Central)

A água é aplicada por emissores chamados de aspersores, que possuem bocais, por onde a água é aspergida sob pressão, em forma de uma chuva

artificial. Os aspersores são conectados a tubulações de diferentes diâmetros, e estas a uma bomba centrífuga, responsável pela pressurização do sistema. É um método que apresenta uma eficiência de aplicação de água em torno de 70% a 80%. Além da aspersão convencional, são, normalmente, utilizados os sistemas de irrigação autopropelido, linear móvel e pivô central. (IRRIGER – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013)

Figura 9. Irrigação por aspersão na cultura da cana-de-açúcar.



Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canaveira, (2011).

7.3 Irrigação localizada (Gotejamento)

A água é aplicada de forma localizada, próxima às fileiras das plantas. O sistema de irrigação mais utilizado é o gotejamento subsuperficial, no qual as linhas gotejadoras são enterradas a uma profundidade de 25 centímetros, entre as fileiras duplas das plantas. Apresenta elevada eficiência de aplicação de água - 90% a 95 %. Não possui restrição em termos de textura do solo e topografia do terreno. Com esse sistema, é possível a aplicação de fertilizantes via água de irrigação, reduzindo bastante os custos com mão-de-obra com essa prática. Como desvantagem, apresenta elevado investimento inicial com a aquisição das linhas gotejadoras, tubulações, filtros e acessórios. (Irriger – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013). (IRRIGER – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013).

Figura 10. Irrigação localizada na cultura da cana-de-açúcar.



Fonte: (Irriger – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, 2013).

8. BENEFÍCIOS DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR

A irrigação na cultura da cana-de-açúcar se divide em dois tipos de benefícios, o benefício direto que este relacionado com o aumento de produtividade agrícola e longevidade das soqueiras, e os benefícios indiretos relacionados com a redução de custo no processo de produção (MATIOLI, 1998).

9. COMPORTAMENTOS DAS VARIEDADES X IRRIGAÇÃO

Dentre as vantagens da irrigação da cultura de cana-de-açúcar, pode-se destacar:

- Aumento da produtividade,
- Ampliação da longevidade do plantio,
- Redução da área plantada (redução nos custos do plantio e de manutenção),
- Diminuição da infraestrutura (estradas e outras infraestruturas, equipe técnica e de campo),
- Estabilização e planejamento da produtividade (diminui a variabilidade da produção),

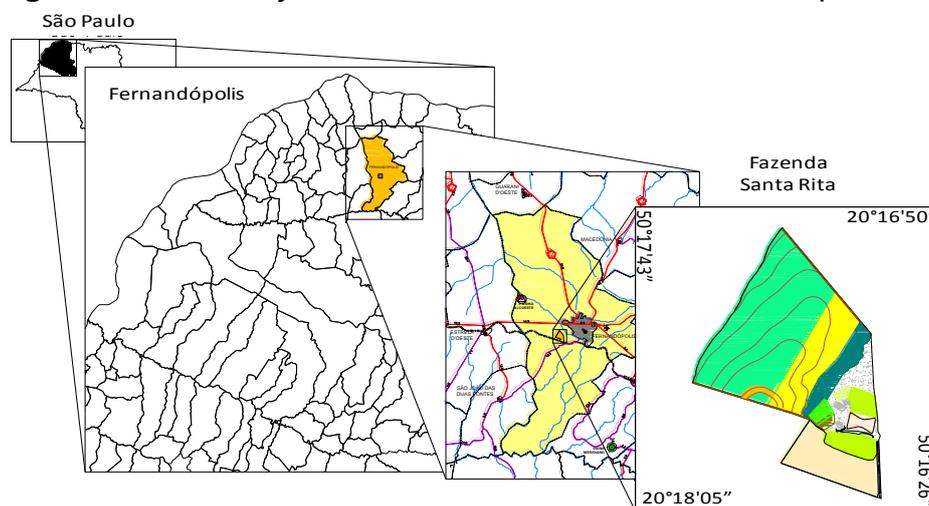
- Menor custo de colheita e transporte (menores áreas, talhões mais produtivos, menores distâncias),
- Sinergia com uso da fertirrigação,
- Utilização racional da vinhaça.

10. MATERIAIS E MÉTODOS

10.1 Características da Área Experimental

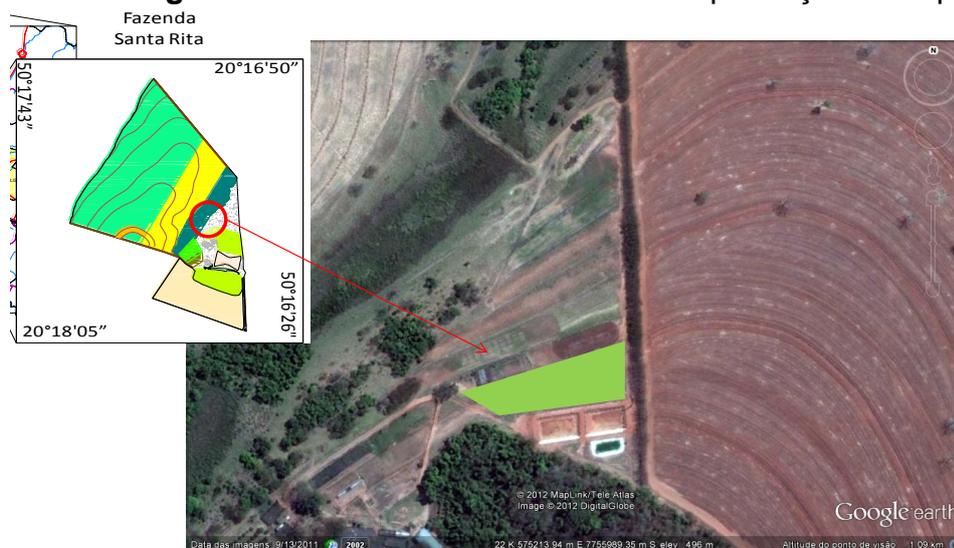
O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis, SP (Fazenda Santa Rita), localizada entre as latitudes coordenadas $20^{\circ}16'50''$ e $20^{\circ}18'05''$ sul e longitudes $50^{\circ}17'43''$ e $50^{\circ}16'26''$ oeste (Figura 11 e 12).

Figura 11. Localização da Fazenda Santa Rita, Fernandópolis, SP.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

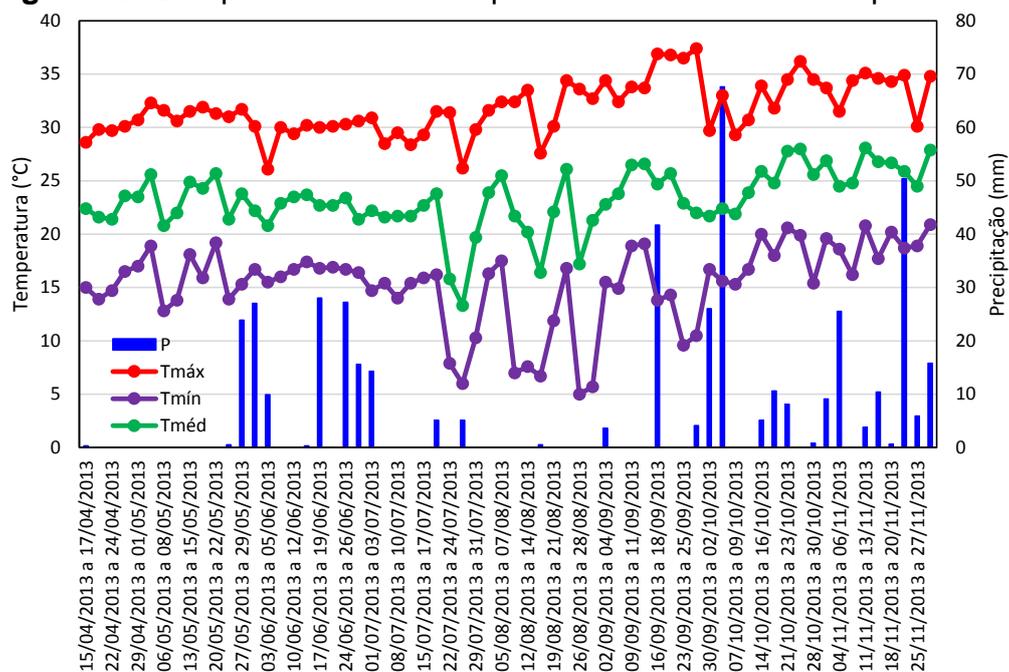
Figura 12. Local da área destinada a implantação do experimento.



Fonte: Google earth, 2011.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é tropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM *et al.*, 2007). De acordo com a EMBRAPA (2007) a região é caracterizada por um período de 6 meses do ano com déficit hídrico e temperatura média de 23,5°C. O comportamento de algumas variáveis climáticas no decorrer dos experimentos, estão apresentadas na Figura 13.

Figura 13. Comportamento da temperatura no decorrer do experimento.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

De acordo com OLIVEIRA *et. al.* (1999) o solo da área experimental é do grupo PVA1, ou seja, Argissolos Vermelhos Amarelos eutróficos abruptos A moderado textura arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado.

10.2 Implantação do Experimento

10.2.1 Preparo do Solo

O preparo do solo da área experimental foi realizado no dia 19 de abril de 2013, sendo constituído de um preparo convencional, por meio de uma aração e

gradagens niveladoras (grades leves). Em seguida, foi realizada a sulcação mecanizada no espaçamento de 1,50 m (Figura 14).

Figura 14. Preparo de solo da área experimental.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

A adubação e correção química do solo foi realizada de acordo com análise de amostra coletada na área experimental em 20 de março de 2013, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm (Tabela 4). Foi realizada a análise de rotina nas duas profundidades (macro e micronutrientes).

Tabela 4. Resultado da análise do solo da área experimental.

Prof, cm	P mg/dm ³	M,O, g/dm ³	pH CaC	K ⁺	Ca ⁺ +	Mg ⁺ +	H+A l	Al ⁺	S,B ,	T cmolc/dm ³	V %	m %	S-SO ₄ mg/dm ³	B	Fe	Mn	C u	Zn
					cmolc/dm ³				%						mg/dm ³ (ppm)			
				0,2	2,2	0,7		0,0	65,		65,	3,		0,27	128,	44,	0,	2,
0-20	26,0	15,0	5,1	0	0	0	1,70	9	0	5,0	0	0	1,5	0	0	2	4	6
20-40	14,9	12,1	4,9	0,1	1,8	0,5		0,1	55,		55,	4,		0,00	119,	38,	0,	1,
				9	0	0	2,00	1	5	4,5	5	2	3,0	7	0	4	3	0

Fonte: Imagem Própria, 2013.

Com isso, a adubação de plantio somente foi constituída da aplicação de 550 kg ha⁻¹ da fórmula 04-14-08. Não foi realizada calagem e nem gessagem.

10.2.2 Plantio

Após o preparo e adubação foi realizado o plantio manual no dia 20 de abril de 2013, com mudas de cana de 5 variedades diferentes, na proporção de 15 gemas por metro. As mudas foram doadas pela Alcoeste Destilaria Fernandópolis S/A e NG Bioenergia S/A de Meridiano (Figura 15).

Figura 15. Plantio na área experimental.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

As variedades cultivadas foram RB 86-7515, SP 85-5453, CTC 4, SP 81-3250 e RB 83-5486 suas características agronômicas estão descritas na (Tabela 5). Os tratos culturais foram realizados de acordo com a (Tabela 6).

Tabela 5. Características agronômicas das variedades de cana-de-açúcar

Variedades	Brotação	Perfilhamento	Resistência Seca	Corte	Produção
RB86-7515	Boa	Baixo	Média	Agosto a Novembro (Tardia)	Alta
RB85-5453	Boa	Médio	Média	Maió a Junho (Precoce)	Alta
CTC4	Alto	Alto	Média	Junho a Outubro	Alta

				(Médio-Tardia)	
SP81-3250	Muito Boa	Alto/Médio	Média	Maio a Agosto (Precoce- Média)	Alta
RB83-5486	Boa	Baixo	Alta	Maio a Setembro (Precoce- Média)	Alta

Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

Tabela 6. Tratos culturais adotados no experimento.

Operação	Método	Data
Controle de pragas	Regent na dose de 250 g do p. c. por ha Furadan na dose de 6 L de p.c. por ha	20/04/2013
Controle de doenças	Comet na dose de 600 mL de p.c. por ha	20/04/2013
Adubação com micronutrientes	Ever na dose de 250 mL por ha	20/04/2013
Controle de plantas daninhas	Catação manual	Todo dia 20 de cada mês, desde o plantio

Fonte: Imagem Própria, 2013.

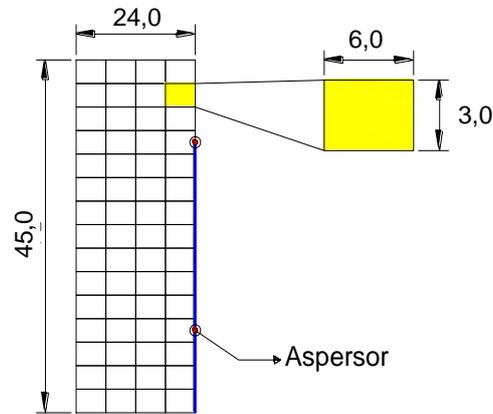
10.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em faixas no esquema fatorial 4 x 5, sendo: os tratamentos principais constituídos pelos 4 níveis de irrigação determinados com base na evapotranspiração da cultura (ETc) pelo método do tanque classe A (100, 86, 21 e 0% da ETc); os tratamentos secundários foram constituídos de 5 variedades de cana (RB 86-7515, SP 85-5453, CTC 4, SP 81-3250 e RB 83-5486); e 3 repetições.

10.3.1 Layout da Área Experimental

A área experimental foi constituída de uma área total de 1080 m² (24,0 x 45,0 m), divididos em 60 parcelas de 18,0 m², nas dimensões de 3,0 x 6,0 m, conforme a Figura 16.

Figura 16. Layout da área experimental (medidas em metros).

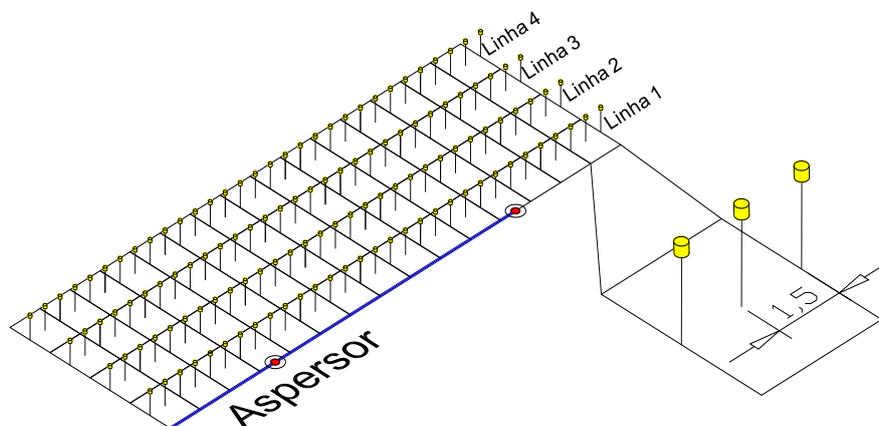


Fonte: Imagem Própria, 2013.

10.3.2 Tratamentos de Irrigação

As lâminas médias de irrigação de cada tratamento foram determinadas por meio da coleta das lâminas em pluviômetros, instalados em faixas, ao longo das parcelas, a uma distância de 1,5 m um do outro, sendo um na bordadura e outro no meio da parcela (Figura 17 e 18).

Figura 17. Esquema geral da instalação dos coletores na área experimental.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

Figura 18. Coleta de água para determinação de lâminas de aplicação.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

O sistema de irrigação empregado foi do tipo aspersão convencional com aspersores minicanhão Plúvio 150 de 1 1/2". O tempo de irrigação para a coleta das lâminas foi calculado para uma coleta mínima de 10 mm. Após a obtenção das lâminas, foram determinadas as lâminas médias (L_m) e o coeficiente de uniformidade de Christiansen (C_{UC}), para as linhas de coletores, por meio das seguintes expressões:

$$L_m = \frac{\sum Li}{n} \text{ e } C_{UC} = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum |L_i - L_m|}{n \cdot L_m} \right], \text{ sendo:}$$

Li- lâminas coletadas (mm/h);

n - número de coletores.

Com isso, a lâmina média determinada para cada linha de coletores representou a lâmina de irrigação para cada faixa de 6 metros das parcelas, no sentido da largura da área experimental, propiciando quatro variações de intensidades de aplicação via irrigação (Tabela 7).

Tabela 7. Dados determinados para o sistema de irrigação do experimento.

Parâmetro	Tratamentos de Irrigação			
	100%ET _c	86%ET _c	21%ET _c	0% (SN)
I _a	7,0	6,0	1,5	0
% ET _c	100	86	21	0
CUC (%)	60	61	14	0

Obs: SN (sem irrigação) I_a (intensidade de aplicação), % ET_c (% de água aplicada em função da ET_c), CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen).

Fonte: Imagem Própria, 2013.

Para a aplicação de água de acordo com os tratamentos de irrigação foi realizado o manejo da aplicação da água com base na lâmina média coletada pela linha 1 (Figura 17 e 18), com referência na reposição de 100% da perda de água pela ET_c do tanque classe “A”. A partir da mesma foram definidas as porcentagens de reposição de água para a área de abrangência das demais linhas de coletores.

Sendo assim, a cada lâmina aplicada na faixa correspondente a linha 1 de coletores (Tratamento de 100% da ET_c), nos demais foram aplicados automaticamente as variações de irrigação de acordo com a ET_c (86, 21 e 0% da ET_c).

O manejo da irrigação foi realizado via atmosfera, com a reposição da água até a capacidade de campo, quando a água disponível atual (ADa) atingiu a água disponível crítica (ADc), definida de acordo com balanço hídrico para o controle da irrigação (Pereira *et al.*, 2002). A água disponível (AD) foi calculada com base em uma profundidade efetiva do sistema radicular de 0,40 m.

O Tanque Classe “A”, utilizado para a determinação da ET_c, está localizado a cerca de 200 metros da área experimental. A determinação da ET_c a partir da evaporação do tanque classe “A” seguiu as recomendações ALLEN *et al.* (1998) (Tabela 8).

Tabela 8. Coeficientes da cultura (kc) utilizados no manejo da irrigação.

Fase	Coeficiente da cultura (kc)
Emergência	0,40
Desenvolvimento vegetativo	1,25
Maturação	0,75

Fonte: CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, (2011).

A capacidade média de água disponível na área experimental foi obtida de Patrocínio (2010), que realizou a análise da mesma área, resultando em 0,61 e 0,65 mm cm⁻¹, respectivamente, para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm.

No final do experimento, de acordo com o manejo da irrigação seguindo os percentuais de reposição da ETc, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 9. Parâmetros finais do manejo da irrigação aos 210 dias do plantio.

Tratamento (% ETc)	P (mm)	ETc (mm)	L (mm)	Total P+L (mm)
0			0	579
21	579	978	138	717
86			644	1223
100			751	1330

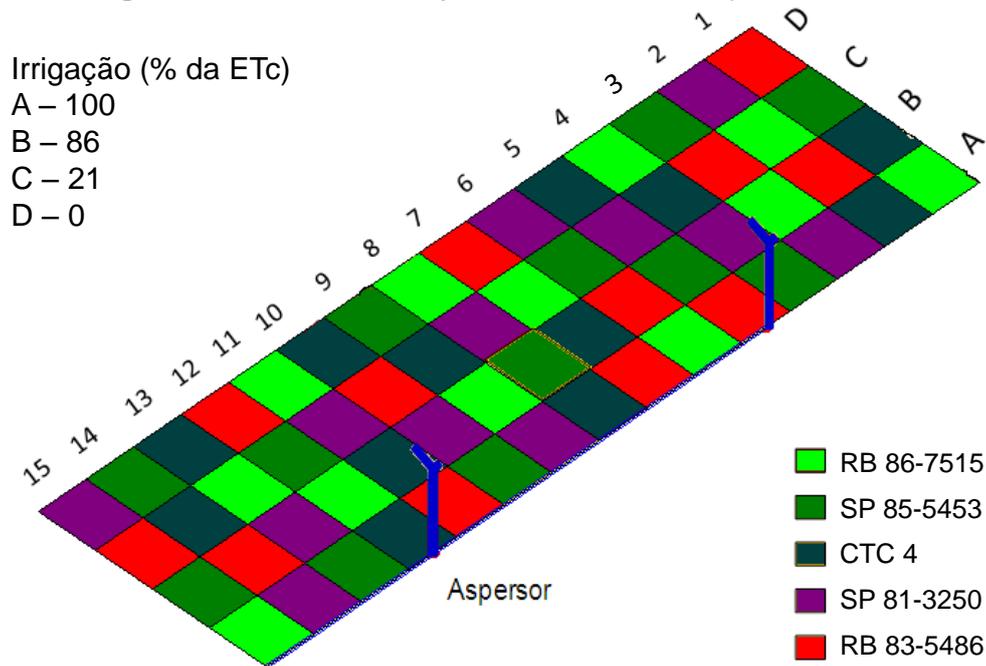
OBS: P (precipitação); ETc (evapotranspiração da cultura); L (lâminas totais de irrigação).

Fonte: Imagem Própria, 2013.

10.3.3 Tratamentos de Variedades de Cana-de-Açúcar

As 5 variedades analisadas foram dispostas aleatoriamente, por sorteio, dentro das faixas dos tratamentos de irrigação (Figura 19).

Figura 19. Detalhe do layout final da área experimental.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

10.4 Variáveis Analisadas

As variáveis analisadas foram perfilhamento (aos 30, 60, 120, 150 e 210 dias do plantio), perdas de perfilhos (aos 210 dias do plantio) e produtividades estimadas (aos 210 dias do plantio).

O perfilhamento foi realizado contando-se os perfilhos das duas linhas centrais.

A estatura de colmos foi realizada medindo-se da base a inserção da bainha entre as folhas +3 e +4 (região do palmito), realizada aos 210 dias do plantio, nas duas linhas centrais de cada parcela.

As perdas de perfilhos foram calculadas de acordo com seguinte expressão:

$$PP = \frac{(P150 - P210)}{P150}, \text{ sendo:}$$

PP – perda de perfilhos (%);

P150 – perfilhamento aos 150 dias do plantio (perfilhos m⁻¹);

P210 – perfilhamento aos 210 dias do plantio (perfilhos m⁻¹);

A produtividade foi estimada aos 210 dias, de acordo com a metodologia de Martins e Landell (1995), seguindo a expressão:

$$TCHe = D^2 \cdot NPI \cdot EMC \cdot \left(\frac{0,007854}{ESP} \right), \text{ sendo:}$$

TCHe – toneladas de colmos por hectare estimada;

D – diâmetro de colmos (cm);

NPI – número de perfilhos industrializáveis por metro linear;

EMC – estatura média de colmos (cm); e ESP – espaçamento entre sulco (m).

10.5 Análise dos Resultados

Para avaliar a significância isolada ou combinada dos fatores estudados (irrigação e variedades), inicialmente foram realizadas análises de variância.

Quando verificada a significância, o teste prosseguiu com a análise de regressão para o fator quantitativo (lâminas de irrigação) e com o teste de Tukey para o fator qualitativo (variedades de cana).

No caso de interação entre os fatores avaliados, a análise prosseguirá com o fator secundário (variedades) dentro do principal (lâminas de irrigação). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR.

11. RESULTADO E DISCUSSÃO

11.1 Perfilhamento

De acordo com os resultados (Tabela 10), o perfilhamento foi significativo em função das variedades em todos os períodos avaliados após o plantio. Já para a irrigação, a significância somente foi obtida para os períodos de 120, 150 e 210 dias após o plantio. Não houve, em nenhum dos períodos avaliados, interação entre os fatores estudados.

Tabela 10. Análise de variância do perfilhamento aos 30 dias após o plantio em função dos fatores estudados.

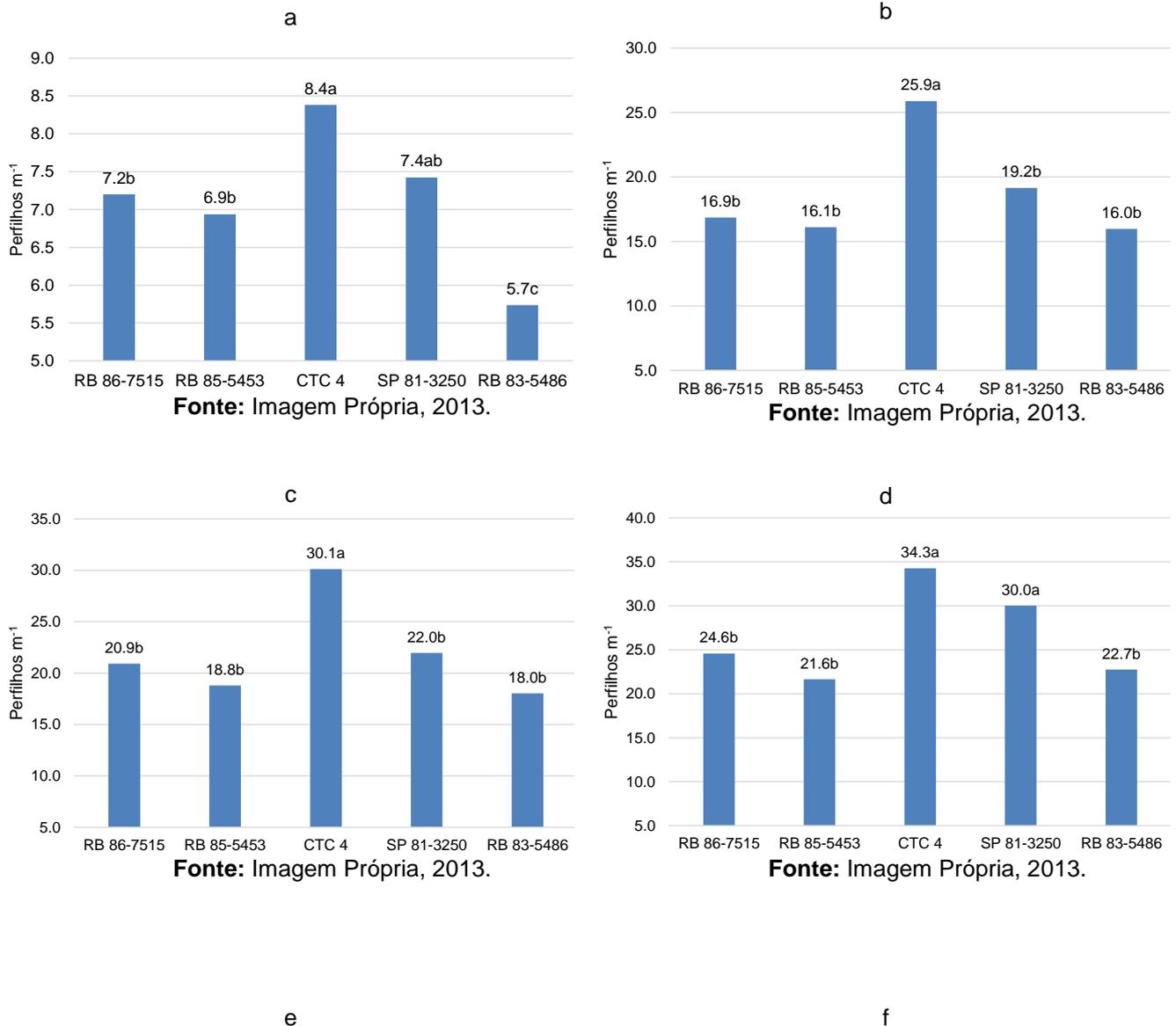
Período (Dias após o plantio)	Fator	Valor de F
30	Irrigação (L)	1,73
	Variedades (V)	12,46**
	Interação L x V	1,77
	Coeficiente de variação:	13,1%
	Média geral	7,1 perfilhos m ⁻¹
60	Irrigação (L)	2,46
	Variedades (V)	23,19**
	Interação L x V	1,60
	Coeficiente de variação:	16,0%
	Média geral	18,8 perfilhos m ⁻¹
90	Irrigação (L)	1,95
	Variedades (V)	18,89**
	Interação L x V	0,858
	Coeficiente de variação:	17,5%
	Média geral	22,0 perfilhos m ⁻¹
120	Irrigação (L)	10,16**
	Variedades (V)	20,01**
	Interação L x V	1,30
	Coeficiente de variação:	15,5%
	Média geral	26,7 perfilhos m ⁻¹
180	Irrigação (L)	4,28*
	Variedades (V)	19,69**
	Interação L x V	1,36
	Coeficiente de variação:	14,9%
	Média geral	26,9 perfilhos m ⁻¹
210	Irrigação (L)	10,13**
	Variedades (V)	14,83**
	Interação L x V	1,94
	Coeficiente de variação:	10,5%
	Média geral	17,5 perfilhos m ⁻¹

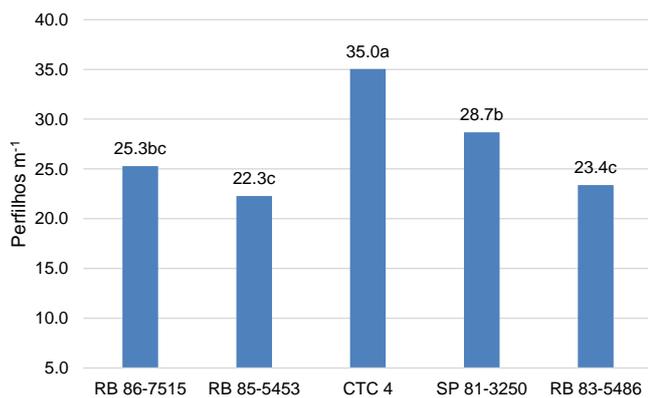
**significativo a 1%; *significativo a 5%.

Fonte: Imagem Própria, 2013.

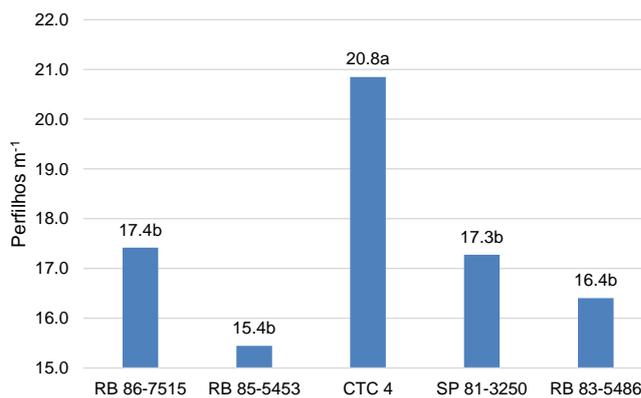
Com relação às variedades, observou-se que aos 30 dias após o plantio, a variedade CTC 4 apresentou maior perfilhamento (8,4 perfilhos m^{-1}) que as variedades RB 86-7515, RB 85-5453 e RB 83-5486 (6,6 perfilhos m^{-1}), ou seja, um aumento médio de 27% (Figura 20a).

Figura 20. Resultado da comparação de médias do perfilhamento aos 30 (A), 60 (B), 90 (C), 120 (D), 150 (E) e 210 (F) dias do plantio, pelo teste de Tukey a 5%.





Fonte: Imagem Própria, 2013.



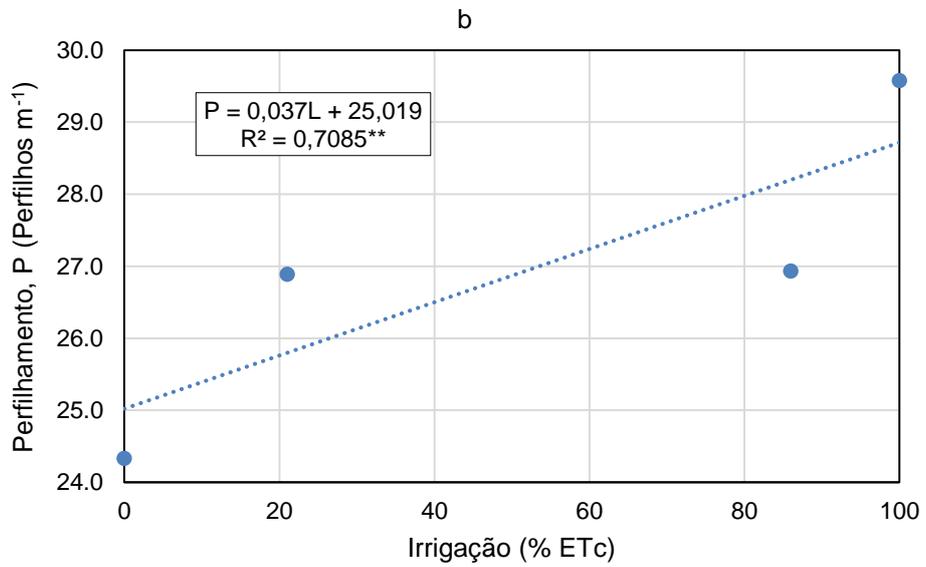
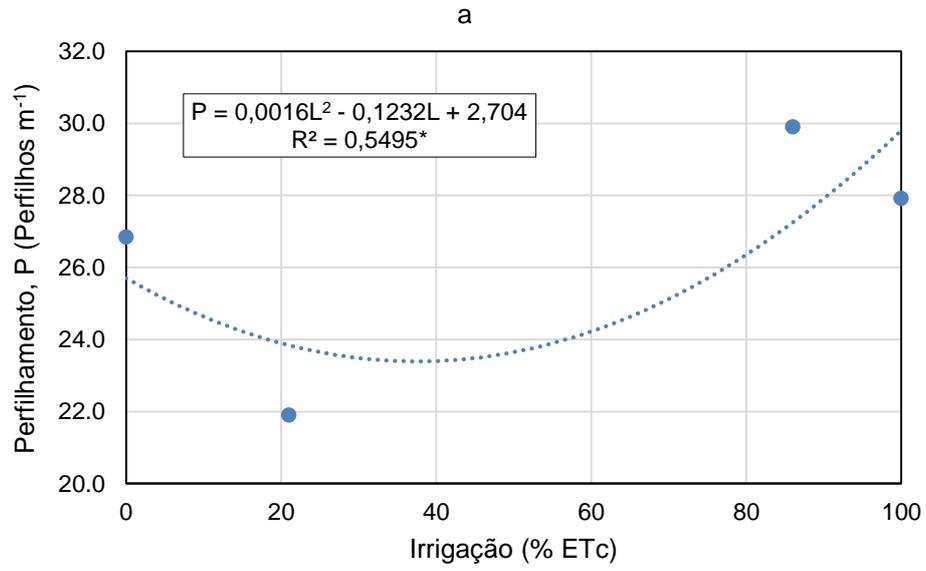
Fonte: Imagem Própria, 2013.

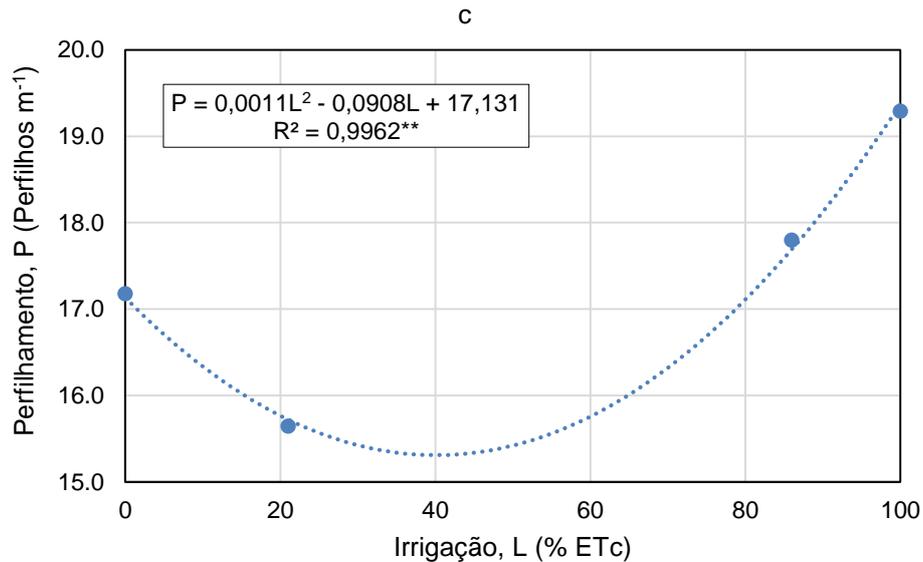
Verificou-se que a variedade CTC 4, aos 60 dias após o plantio, apresentou maior perfilhamento (25,9 perfilhos m⁻¹) do que as variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486 e SP 81-3250 (média de 17,0 perfilhos m⁻¹), obtendo-se um aumento médio de 52,0% (Figura 20b). Aos 90 dias após o plantio observou-se que novamente a variedade CTC 4, apresentou maior perfilhamento (30,1 perfilhos m⁻¹) em relação às variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486, e SP 81-3250 (19,9 perfilhos m⁻¹), um aumento médio de 51% (Figura 20c). Com 120 dias após o plantio as variedades CTC 4, e SP 81-3250, apresentaram maior perfilhamento (32,1 perfilhos m⁻¹), as variedades RB 86-7515, RB 85-5453 e RB 83-5486 (23 perfilhos m⁻¹), aumento médio de 40% (Figura 20d).

Observou-se aos 150 dias após o plantio que a variedade CTC 4 manteve-se com o maior perfilhamento (35 perfilhos m⁻¹), em relação às variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486, e SP 81-3250 (24,9 perfilhos m⁻¹), um aumento médio de 41% (Figura 20e). Aos 210 dias após o plantio constatou-se que a variedade CTC 4 apresentou maior número de perfilhos m⁻¹ (20,8), do que as variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486, e SP 81-3250 (16,6 perfilhos m⁻¹), mantendo um aumento significativo de 25% (Figura 20f).

Para o fator irrigação, observou-se que a reposição de 100% da ETC promoveu maior perfilhamento aos 120 dias após o plantio (29,8 perfilhos m⁻¹), com um aumento médio de 16,0% no perfilhamento em relação ao sequeiro (25,7 perfilhos m⁻¹) (Figura 21a).

Figura 21. Resposta do perfilamento aos 120 (a), 150 (b) e 210 (c) dias após o plantio em função da reposição de água.





Verificou-se ainda que a reposição da ETc (21%, 86%, 100%), respectivamente, a um ganho médio de 14,8% no número de perfilhos m⁻¹ aos 150 dias após o plantio (28,7 perfilhos m⁻¹) em relação ao sequeiro (25,0 perfilhos m⁻¹) (Figura 21b).

Aos 210 dias após o plantio, a reposição de 100% da ETc também promoveu maior perfilhamento (19,4 perfilhos m⁻¹) do que as demais reposições, com aumento médio de 13,0% no perfilhamento em relação ao sequeiro (17,1 perfilhos m⁻¹) (Figura 21c).

11.2 Redução de Perfilhos

De acordo com os resultados, a redução de perfilhos ocorreu somente em função do fator variedades, não sendo influenciada pela irrigação. Estas reduções ocorrem de forma natural devido à competição principalmente por luz, nutrientes, e água entre os perfilhos primários com os demais perfilhos (secundários e terciários), levando a morte dos perfilhos mais novos.

Devido a superioridade no perfilhamento durante os períodos de 30 a 150 dias após plantio, a variedade que maior apresentou redução no perfilhamento foi a CTC 4, com redução de 39,4% em relação aos 150 dias, e de 52% em relação

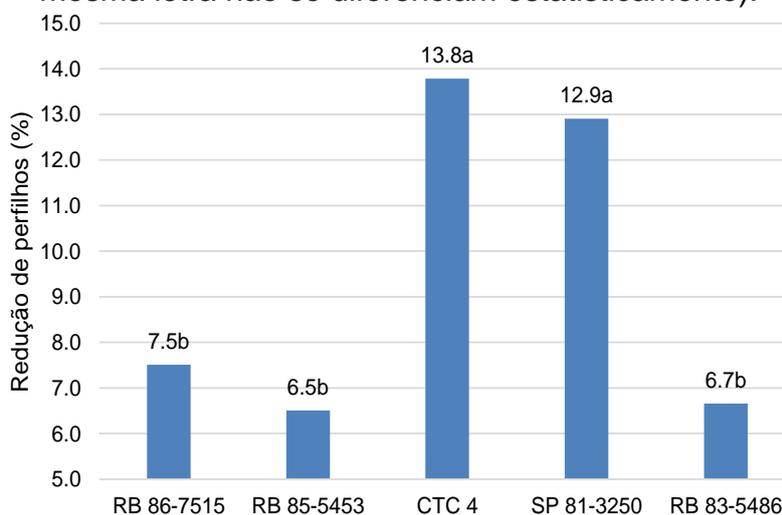
as variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486 nos 210 dias após plantio (Figura 22).

Tabela 11. Análise de variância da redução de perfilhos aos 210 dias após o plantio em função dos fatores estudados.

Fator	Valor de F
Irrigação (L)	1,89
Variedades (V)	11,76**
Interação L x V	0,53
Coefficiente de variação:	38,1%
Média geral	9,5%

Fonte: Imagem Própria, 2013.

Figura 22. Resultado da comparação de médias da redução de perfilhos aos 210 dias do plantio, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (médias seguidas de mesma letra não se diferenciam estatisticamente).

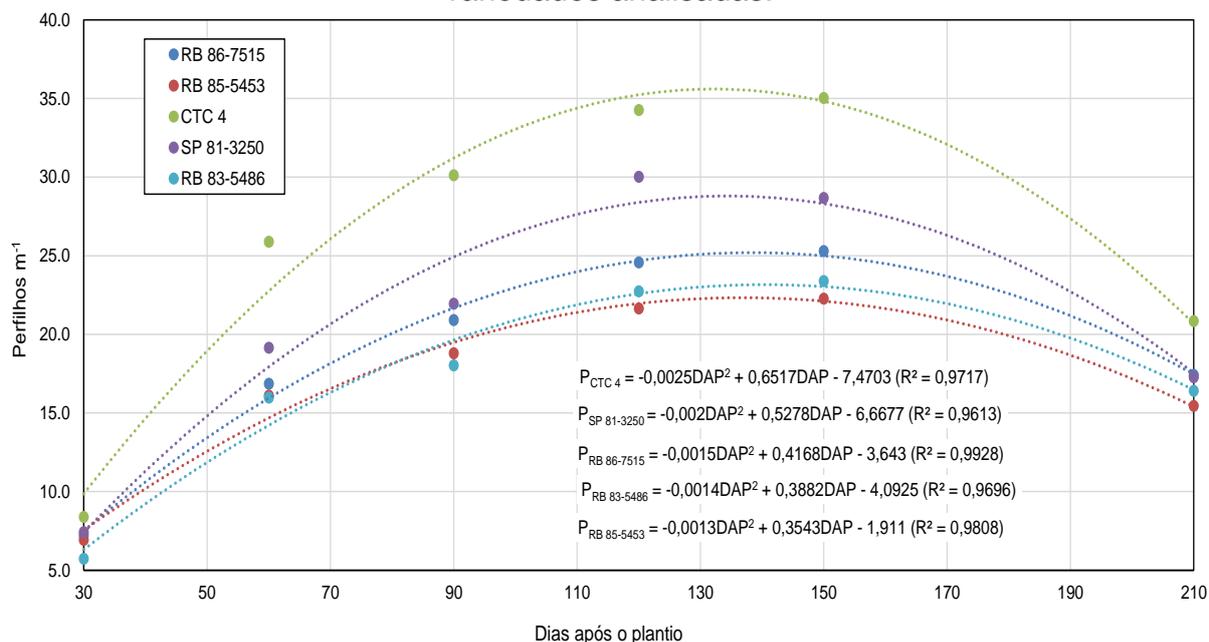


Fonte: Imagem Própria, 2013.

11.3 Evolução do perfilhamento

Observou-se que as variedades com melhores resultados em perfilhos m^{-1} , também apresentaram melhor evolução de perfilhamento, ou seja as variedades CTC 4 e SP 81-3250, que apresentaram 130 e 132 dias para alcançarem o auge do perfilhamento, sendo 6% mais eficientes fisiologicamente, do que as demais variedades, que apresentaram média de 138 dias para alcançarem o auge do perfilhamento (Figura 23).

Figura 23. Modelagem da evolução do perfilhamento após o plantio, das diferentes variedades analisadas.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

11.4 Produtividade estimada

De acordo com os resultados (Tabela 12), a produtividade estimada foi significativa em função da irrigação aos 210 dias após plantio, não havendo interação entre os fatores estudados.

Tabela 12. Análise de variância da produtividade estimada aos 210 dias após o plantio em função dos fatores estudados.

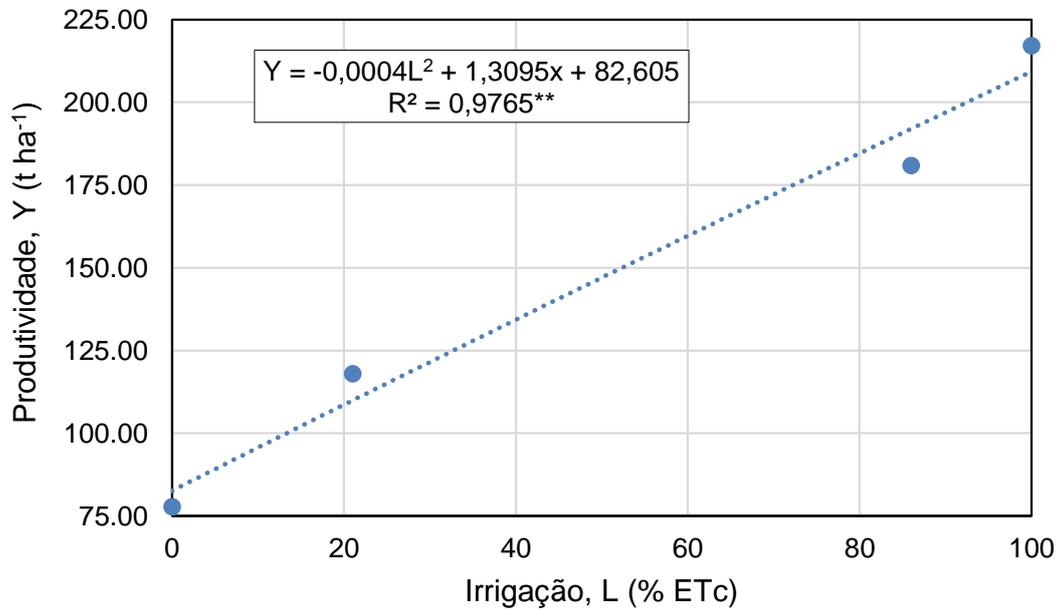
Fator	Valor de F
Irrigação (L)	53,33**
Variedades (V)	1,48
Interação L x V	0,81
Coeficiente de variação:	
Média geral	22,3%
	148,44 t ha ⁻¹

Fonte: Imagem Própria, 2013.

Aos 210 dias após o plantio, a resposta da produtividade estimada foi linear em relação à reposição das ETc_s , com ganho esperado de 126,6 toneladas

de colmos ha^{-1} ou 152,6% da reposição de 100% da ETc (209,5 toneladas de colmos ha^{-1}) em relação ao sequeiro (82,9 toneladas de colmos ha^{-1}) (Figura 24).

Figura 24. Resposta da produtividade estimada aos 210 dias após o plantio em função da reposição de água via irrigação.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

É visível a diferença no desenvolvimento de todas as variedades em função da reposição das ETc 's, valendo que a disponibilidade de água melhora o desempenho fisiológico e produtivo, garantindo considerável ganho de TCH em relação as plantas que permanecem em sequeiro (Figura 25).

Figura 25. Detalhe dos tratamentos de cana-de-açúcar para as reposições de 100 (a), 86 (b), 21 (c) e 0% (d) da ETc.



Fonte: Imagem Própria, 2013.

Todas as variedades apresentaram incrementos de produtividade acima 133% na reposição de 100% da ETc, acima de 85% na reposição de 86% da ETc, e acima de 14% na reposição de 21% da ETc, em relação ao regime sequeiro (Tabela 13).

Sendo assim a maior estimativa de produtividade na reposição de 100% da ETc, foi da variedade CTC-4 com produtividade de 247 toneladas/ha e incremento de 144% em relação ao sequeiro, na reposição de 86% foi à variedade RB 86-7515 com 203 toneladas/ha e incremento de 146% em relação ao sequeiro, na reposição de 21% foi à variedade RB 86-7515 com 133 toneladas/ha e incremento de 62% em relação ao sequeiro, os dados complementares de todas as reposições, variedades e incrementos (Tabela 13).

Tabela 13. Estimativa de produtividade de colmos, e incremento de produtividade, em 5 variedades de cana-de-açúcar, em 3 reposições de ETc e sequeiro, de 22/04/13 a 29/11/13.

Variedade	Reposições de ETc e TCh _e ha ⁻¹	Produtividade de colmos ha ⁻¹		
	100%	Sequeiro	Incremento	Incremento %
RB 86-7515	215	82	133	161
RB 85-5453	172	74	98	133
CTC-4	247	101	146	144
SP 81-3250	236	70	166	237
RB 85-5486	216	62	154	250
86%				
RB 86-7515	203	82	121	146
RB 85-5453	172	74	99	134
CTC-4	187	101	86	85
SP 81-3250	165	70	95	136
RB 85-5486	177	62	116	188
21%				
RB 86-7515	133	82	51	62
RB 85-5453	127	74	54	73
CTC-4	116	101	14	14
SP 81-3250	108	70	38	54
RB 83-5486	106	62	44	72

Fonte: Imagem Própria, 2013.

Os incrementos na produtividade de colmos acima de 133% são atribuídos à suplementação hídrica correta durante todo este período de constante crescimento, contribuindo para melhor eficiência fisiológica da planta e de disponibilidade e absorção de nutrientes pelo rizosfera. Devido a este fator benéfico ocorre a mobilização de energia e de açúcares das raízes, para manutenção dos perfilhos e alongamento dos colmos (INMAN-BAMBER E SMITH, 2005; SINGH *et al.*, 2007).

Souza *et al.* (1999) observaram que com sistema de irrigação por aspersão tipo canhão, aplicando lâmina de 1424 mm sobre a variedade RB76-418, obteve produtividade de 126,9 ton.ha⁻¹. No experimento conduzido em Fernandópolis/SP, com uma lâmina de 1330 mm, as variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486, estão com estimativas de produtividade de 215, 172, 216 ton.ha⁻¹

¹, com incrementos estimados de 69, 36, e 70%, respectivamente, em relação ao dado anterior citado.

Gomes (1999) alcançou resultados satisfatórios em cana-planta, com a variedade RB 72-454, com lâmina média de 1195 mm, com produtividade de colmos de 130 ton.ha⁻¹, com uma lâmina atual de 1223 mm, verificou-se no experimento conduzido em Fernandópolis/SP que as variedades RB 86-7515, RB 85-5453, RB 83-5486, estão apresentando estimativas de 203, 172, 177 ton.ha⁻¹, estabelecendo incrementos estimados em 56, 32, e 36%, respectivamente, em relação ao dado citado.

Maule *et al.*, 2001, no Estado de São Paulo, observou para a variedade SP 79-1011, produtividade de 149 ton.ha⁻¹, com precipitação de 1478 mm e 14 meses de cultivo, no experimento conduzido em Fernandópolis/SP, foi possível verificar que as variedades CTC-4 (SP 92-4221), e SP 81-3250 com a lâmina de 1330 mm e 7 meses de cultivo, apresentam estimativa de produtividade de 247, e 236 ton.ha⁻¹, determinando incrementos em torno de 65,8 e 58%, respectivamente, em relação aos dados anteriores.

Guazzelli e Paes, 1997, obtiveram resultados sobre comportamento da variedade SP80-1842 (ciclo – cana planta), com irrigação por gotejamento, em solo classificado como Latossolo Roxo, textura muito argilosa, em aplicações de lâminas de 237, 473, 710, 946 mm, com produtividades de 166, 174, 169, 173 ton.ha⁻¹, respectivamente, no experimento conduzido em Fernandópolis/SP, em um Argissolos Vermelhos Amarelos eutróficos abrupticos A moderado textura arenosa/média, obteve produtividade estimada para as variedades CTC 4 e SP 81-3250 de 242 ton.ha⁻¹ na reposição de 100% ETc, com incremento de 42% em relação ao dado citado.

Barbieri, 1981, em cana-planta determinou que o consumo de produção fosse de 8,6 mm/tonelada de cana-de-açúcar, verificamos que as variedades sobre as lâminas de 1330 mm, 1223 mm, 717 mm, tiveram seu consumo de produção estimado com média de 6,3 mm/tonelada, demonstrando eficiência de conversão de água em biomassa de 17% no sequeiro da área experimental, e 26 % para os dados obtidos em 1981.

12. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados pode-se concluir que:

- A irrigação repondo-se 100% da ETc, independente da variedade, promoveu incremento significativo no perfilhamento a partir dos 120 dias do plantio (aumentos médios variando de 13 a 16%) e na produtividade média estimada (aumento médio de 152,6%).
- A variedade de melhor desempenho na maioria das variáveis analisadas foi a CTC 4.

REFERÊNCIAS

A Cultura da Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum*) e o Manejo da Irrigação. In: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6365>>. Acesso em: 22 outubro 2019.

ALFONSI, R.R. et al. Condições climáticas para cana-de-açúcar. In: **PARANHOS, S.B. (Coord.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987, v. 1. P. 42-55.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop e evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 297p (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

ARCENEUX, G. Flowering of sugarcane. In: **CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS**, 12., 1965, San Juan. Anais... Amsterdam: Elsevier, 1967. p.780-784

BLACKBURN, F. **Sugarcane**. New York: Longman, 1984. 414p.

BARBIERI, V. **Medidas e estimativas de consumo hídricos em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**: 1981. 82 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 7. Ed. Viçosa-MG: Imprensa Universitária, 2005, 611 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MONTOVANI, E, C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2006, 623 p.

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

CLARK, E; JACOBSON, K; OLSON, D. C. **Avaliação econômica e financeira de projetos de irrigação**. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria da Irrigação, 1993. (Manual de irrigação, 3).

CLEMENTS, H.F.; AWADA, M. **Experiments on the artificial induction of flowering in sugarcane**. Proc Int Soc Sugar Cane Technol, v.12, p.795-812, 1967.

CRISPIM, J.E.; VIEIRA, S.A.; PERUCH, L.A. **Avaliação de Cultivares de Cana no Sul de Santa Catarina**, Urussanga, 2006a. (no prelo).

CRISPIM, J.E.; A. Cana-de-açúcar em Santa Catarina, Urussanga, 2006b.

COMO inibir o florescimento da cana de açúcar. 2016. Disponível em: <<http://www.canalbioenergia.com.br/como-inibir-o-florescimento-da-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 01 outubro 2019.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. Primeiro levantamento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: set. 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Segundo levantamento Agosto/2013. Cana-de-açúcar. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_-_abril_2013_1o_lev.pdf. Acesso: 12 de outubro de 2013.

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. Censo Varietal 2011. Disponível em : http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/CTC_Censo2011-12baixa.pdf. Acesso: 12 de outubro de 2013.

DOOREMBOS, J. & KASSAM, A.H.. **Efeito da água no rendimento das culturas, Estudos FAO Irrigação e Drenagem** . Série n.33 , p. 42-53. 1979.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994.p. 222-226.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requeriments**. Rome: FAO, 1975. 179 p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 24).

DRUMOND, (2010). L.C.D., **Irrigação de cana-de-açúcar e pastagem**, Universidade Federal de Viçosa, 2010. 7p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Banco de dados climáticos do Brasil. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em: 27 jul 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Plantio de cana-de-açúcar. 2005. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html. Acesso: 14 de Novembro de 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Variedades de cana-de-açúcar. 2007. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_42_1110200717570.html. Acesso: 12 de julho de 2019.

EVANS, H. **The root-system of the sugarcane I. Methods of study The Empire J. Exp. Agriculture** 3 (12): 351-362. 1935.

FARIAS, S.O. et al. **Controle de florescimento em cana-de-açúcar através do corte no período de indução floral**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., 1987, Olinda, PE. Anais... Olinda: STAB, 1987. p.718-721.

FAUCONNIER, R. & BASSEREAU, D. **La Caña de azúcar**. Barcelona, Editorial Blume, 1975. 433p.

FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. **Cana-de-açúcar**. (compactdisc) 6. ed. Campinas: IAC, 1995. (IAC. Boletim 200).

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.

GOMES, M. C. R. **Efeito da irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes**. Rio de Janeiro: UENF, 1999. 51p. Dissertação Mestrado.

HUMBERT, R.P. **El cultivo de la caña de azúcar**. Tradução de Alfonso Gonzalez Gallardo. México: Compañía Editorial Continental, 1974. 719p.

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

Irriger – Gerenciamento e Engenharia de Irrigação, Irrigação em cana-de-açúcar. 2013.

JAMES, G. **Introduction to sugarcane**. In: JAMES, G. Sugarcane. Oxford: Wiley Blackwell, 2003.p.1-19.

LIU, D. L.; HEYLAR, K. R. **Simulation of seasonal stalk water content and fresh weigh yield of sugarcane**. Field Croos Research. v.82, p.59-73, 2003.

MATIOLI, C. S. **Irrigação suplementar de cana-de-açúcar (Saccharum ssp) ciclo cana soca: um modelo de análise de decisão para o Estado de SãoPaulo**. 1998.

98p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MAULE, R. F.; MAZZA, A. J.; MARTHAR JÚNIOR, G. B. **Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita**. Scientia Agricola, Piracicaba, v.58, n.2, p.295-301, 2001.

MONTE, A.J.; **Produtor de cana-de-açúcar/ Instituto Centro de ensino Tecnológico 2**. Ed. VER. – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha; Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. 64 p.11. Color.- (Caderno Tecnológico).

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: [s.n.],2006.p.11-18.

O Sistema Radicular da Cana de Açúcar. 2016. Disponível em: <<http://alexandriusmb.blogspot.com/2016/12/o-sistema-radicular-da-cana-de-acucar.html>>. Acesso em: 01 outubro 2019.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA Solos. Campinas. 1999. 64p.

PATROCÍNIO, V. G. **Influência da deficiência hídrica relativa na cultura do milho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Camilo Castelo Branco, 2010. 36p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba : Agropecuária, 2002. 478p.

PEREIRA, R.M., ALVEZ JÚNIOR, J., CASAROLI, D., SALES, D.L., RODRIGUEZ, W.D.M., SOUZA, J.M.F. **Viabilidade econômica da irrigação de cana-de-açúcar no cerrado brasileiro**. Irriga, Botucatu, Irriga & Inovagri. Edição Especial, p. 149-157. 2015.

PERES, F.C. **Determinação dos coeficientes de cultura (Kc) da cana-de-açúcar: ciclo de cana soca**. 1988. 94 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995. 100p. (Apostila).

ROSENFELD, U.; LEME, F.J.A. **Produtividade da cana-de-açúcar irrigada por aspersão: estudo de épocas de irrigação**. In: CONGRESSO NACIONAL DA - STAB, 3., 1984, São Paulo, Anais... São Paulo: STAB, 1984. p. 77-84.

ROSENFELD, U. **Determinação do período crítico de deficiência hídrica para a cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp)**. 1989. 88 p. Dissertação (Mestrado

em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1989.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. **Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo**. Bragantina, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SILVA, M. A. et al., **Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane**. Brazilian Journal of Plant Physiology, Londrina, v. 19, p. 193-201, 2007.

SOARES, J. M. et al. **Agrovale, uma experiência de 25 anos em irrigação da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco**. ITEM, Brasília, n.60, p.55-64, 2003.

SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A. **Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades em Campos dos Goytacazes**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.19, n.1, p.28-12, 1999.

TEODORO, I.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; BRITO, K. S.; SÁ, L. A.; SANTOS, M. A. L.; SARMENTO, P. L. V. S. **Isoquantas de produtividade da cana-de-açúcar em função de níveis de irrigação e adubação nitrogenada**. Irriga, v.18, p.387-401, 2013.

TEODORO, I. **Resposta técnico-econômicas da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada**. 2011. 82 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2011.

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.