

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
JOÃO MONTEIRO DE ARAUJO NETO

PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO

Monte Carmelo
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
JOÃO MONTEIRO DE ARAUJO NETO

PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga
Júnior

Monte Carmelo
2018

JOÃO MONTEIRO DE ARAUJO NETO

PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 18 de dezembro de 2018.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior
Orientador

Prof. Dr. Odair José Marques
Membro da Banca

Prof. Dr. Osvaldo Rettore Neto
Membro da Banca

Monte Carmelo
2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me guiado durante todo este caminho, por ter me dado saúde, sabedoria e discernimento para que eu pudesse concluir essa etapa tão importante em minha vida.

Aos meus pais, Valter e Mirian, que são os principais responsáveis por esta conquista, a quem eu devo tudo e quem eu tenho como exemplo de pessoas a serem seguidas. As minhas irmãs Nayara e Noádia, que também sempre me incentivaram, agradeço também a minha namorada Kamyla que sempre esteve comigo em todos os momentos me apoiando. Também aos meus familiares em geral, que sempre estiveram do meu lado. A todos os meus amigos de faculdade que contribuíram muito para minha formação e vivenciaram de perto toda essa jornada, sendo alguns destes que vou levar a amizade para toda a vida.

A todos os amigos envolvidos do núcleo de pesquisa Cinci (Centro de Inteligência em Cultivos Irrigados) e, também, aos professores Eusímio e Osvaldo que contribuíram bastante para a conclusão do meu curso.

Em especial agradeço o meu orientador Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior, que além de ter sido meu orientador, dedicou seu tempo e sabedoria comigo durante esses 5 anos. Considero-o como um verdadeiro amigo, pessoa de coração muito bom e que também vou levar sua amizade pelo resto da vida.

Agradeço também a Universidade Federal de Uberlândia e a todos os professores que convivi durante minha graduação, que contribuíram com meu conhecimento para que eu pudesse realizar meu sonho em me tornar Engenheiro Agrônomo.

Agradeço a banca presente, pois são pessoas as quais eu admiro profissionalmente e pessoalmente, que me passaram conhecimentos pra vida profissional e até pessoal.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. JUSTIFICATIVA.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1. Aspectos agronômicos da cana-de-açúcar.....	8
4.2. Fenologia da cana-de-açúcar.....	9
4.3. Brotação.....	10
4.4. Tipos de Plantio.....	11
4.4.1. Plantio Semimecanizado.....	12
4.4.2. Plantio Mecanizado.....	13
4.4.3. Mudas pré-brotadas (MPB) ou “Bud Chips”	13
4.5 Plantio de viveiros de cana-de-açúcar.....	15
4.6 Variedades de cana.....	16
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1 Substrato.....	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
7. CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

RESUMO

Introduzida no período colonial, a cana-de-açúcar se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil não é apenas o maior produtor de cana. É também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol e conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética. Hoje em dia temos introduzidas no meio, técnicas para a sua produção que geram uma melhor qualidade na produtividade e também visa reduzir os gastos. Com esse pensamento se desenvolveu o método de mudas pré-brotadas (MPB) que auxilia em ambas as partes do negócio, porém esse método ainda é muito recente e necessita de pesquisas para o seu futuro melhoramento. Uma das vertentes que ainda não foi aprofundada a respeito desse método é a quantidade necessária de irrigação para o seu melhor desempenho das MPB, logo dentro desse contexto, teve-se por objetivo estudar estratégias de irrigação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, otimizando o uso dos recursos hídricos alocados no sistema de produção de mudas. O experimento foi realizado nas dependências da UFU, campus Monte Carmelo, onde foram conduzidas duas estratégias de irrigação e três variedades RB86-7515 (V1), IACSP95-5000 (V2) e SP813250 (V3). As estratégias de irrigação estudadas foram: I1) um evento de irrigação diário; I2) dois eventos de irrigação diários. Foi avaliada a porcentagem de pegamento das gemas nos tratamentos estudados, a altura e o diâmetro das plantas, peso da matéria verde da parte aérea (MVPA), peso da matéria seca da parte aérea e raiz (MSPA e MSRA), relação parte aérea/raiz (PA/R), eficiência do uso da água (EUA) e consumo hídrico por planta. Para os testes de médias dos resultados foi utilizado o software livre SISVAR versão 5.3. Diante das condições do trabalho conclui-se que sob diferentes estratégias de irrigação adotadas, as variedades se desenvolveram melhor quando foram submetidas a duas irrigações por dia (I2). Ao analisarmos o desenvolvimento das raízes das variedades, as V2 e V3 tiveram um desenvolvimento radicular superior que a V1. Quando é observado o comportamento das variedades para os testes de média para matéria seca raiz (MSRA), a variedade V3 dedica-se a um grande enraizamento no seu desenvolvimento inicial em vez de crescimento vegetal, indicando que ela possui maior resistência ao déficit hídrico quando comparado com as demais variedades.

Palavras-Chave: variedades, MPB, subirrigação

ABSTRACT

Introduced in the colonial period, sugar cane has become one of the main cultures of the Brazilian economy. Brazil is not only the largest producer of sugarcane. It is also the world's leading producer of sugar and ethanol, and has increasingly achieved the external market with the use of biofuel as an alternative energy. Nowadays we have introduced in the middle, techniques for its production that generate a better quality in the productivity and also aims to reduce the expenses. With this in mind, the pre-budded seedling (MPB) method has been developed, which helps in both parts of the business, but this method is still very recent and needs research for its future improvement. One of the aspects that has not yet been studied in depth regarding this method is the necessary amount of irrigation for its better performance of MPB, therefore within this context, the objective was to study irrigation strategies of pre-sprouted sugarcane seedlings, optimizing the use of water resources allocated to the seedling production system. The experiment was carried out at UFU, Monte Carmelo campus, where two irrigation strategies and three varieties RB86-7515 (V1), IACSP95-5000 (V2) and SP813250 (V3) were conducted. The irrigation strategies studied were: I1) a daily irrigation event; I2) two daily irrigation events. It was evaluated the percentage of glue of the buds in the studied treatments, height and diameter of the plants, weight of shoot green matter (MVPA), dry weight of shoot and root (MSPA and MSRA), shoot / (RPAR), water use efficiency (US), and water consumption per plant. For the tests of means of the results, the free software SISVAR version 5.3 was used. In view of the working conditions, it was concluded that under different irrigation strategies, the varieties developed better when they were submitted to two irrigations per day (I2). When analyzing the development of the roots of the varieties, V2 and V3 have a higher root development than V1. When the behavior of the varieties for the root mean dry matter (MSRA) tests is observed, the V3 variety devotes itself to a great rooting in its initial development instead of plant growth, indicating that it has greater resistance to the water deficit when compared to other varieties.

KEYWORDS: varieties, MPB, sub-irrigation

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea alógama de reprodução sexuada que pode ser multiplicada assexuadamente por propagação vegetativa quando cultivada comercialmente (CAIEIRO et al., 2010). O período de multiplicação é uma fase importante, pois a boa brotação reflete uma área cultivada com plantas vigorosas (SILVA et al., 2010).

Segundo Ripoli et al. (2007), no Brasil existem três tipos de sistemas de plantio da cana-de-açúcar: o plantio manual, o semi-mecanizado e o mecanizado. O plantio convencional ou semi-mecanizado, envolvem operações manuais e mecanizadas em suas etapas, sendo a sulcação mecanizada (com duas ou mais hastes), onde é aplicado simultaneamente defensivo e fertilizante; a distribuição das mudas manualmente; o fracionamento e o alinhamento das mudas dentro do sulco manualmente; e a cobertura (fechamento) dos sulcos, mecanicamente. No sistema de plantio mecanizado a operação é realizada pela plantadora, que executa todas as operações, sulcação, aplicação de fertilizantes, distribuição das mudas, aplicação de defensivos e cobertura dos sulcos.

No entanto, atualmente o plantio da cana pode ser realizado utilizando mudas pré-brotadas (MPB) oriundas de gemas individualizadas de cana. Este sistema é uma tecnologia de multiplicação para produção rápida de mudas, associando alto padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio. O sistema busca padronização das mudas e redução de até 90% do material utilizado (LANDELL; CAMPANA; FIGUEIREDO, 2013).

2. JUSTIFICATIVA

No sistema convencional de plantio (plantio manual), cerca de 6-8 toneladas de cana semente/ha (cerca de 10% do produto total) são utilizadas como material de plantio, que é compreendido por haste (toletes) de cerca de 25-30 cm com 2-3 gemas, destacando-se que os colmos maduros contêm entre 17-20% de sacarose no caldo da cana. Já para o plantio mecanizado de um hectare de cana, o consumo de mudas passa de 18-20 toneladas (XAVIER et al., 2014).

Esta grande massa de material de plantio representa problema nos transportes, movimentação e armazenagem de semente de cana-de-açúcar, que sofre rápida deterioração, reduzindo a viabilidade de gemas plantadas posteriormente. Uma alternativa para reduzir a

massa demandada e melhorar a qualidade da cana-planta seria plantar gemas de colmos pré-germinadas, popularmente conhecido como sistema MPB – mudas pré-brotadas ou “bud chips”, demandando 2 toneladas de cana para plantar um hectare. Essas gemas são menos volumosas, facilmente transportáveis, tornando o material mais econômico. Além disso, esta tecnologia é uma grande promessa na multiplicação rápida de novas variedades de cana-de-açúcar (FRAGA JÚNIOR, 2015).

Além disso, a tecnologia MPB contribui para reduzir as ocorrências de pragas e doenças na implantação do canavial por usar mudas saídas. A tecnologia surgiu da necessidade de entregar um material não convencional de colmos, para tentar evitar a disseminação do *Sphenophorus Levis*, importante praga da cana-de-açúcar (LANDELL; CAMPANA; FIGUEIREDO, 2013).

3. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas de cana de açúcar sob diferentes frequências de irrigação. O objetivo específico foi estudar o efeito de diferentes estratégias de irrigação na qualidade de características biométricas de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Aspectos agronômicos da cana-de-açúcar

Pertencente à família Poaceae, a cana-de-açúcar é originária de Nova Guiné e atualmente é cultivada em uma ampla faixa de latitude, desde cerca de 35° N a 30° S, sob condições de altitudes variadas (desde o nível do mar até 1000 metros) e com ciclo vegetativo bastante variável (SEGATO; MATTIUZ; MOZAMBANI, 2006).

A cana-de-açúcar desenvolve-se na forma de touceira, composta na parte aérea de colmos, folhas, inflorescências e frutos. Abaixo da superfície do solo é formada por raízes e rizomas, que são responsáveis pela formação dos perfilhos na touceira (SEGATO; MATTIUZ; MOZAMBANI, 2006).

O crescimento da cana é facilitado quando a temperatura ultrapassa 20°C, havendo um incremento na taxa de crescimento da cultura, sendo que a faixa de 25°C a 33°C é a mais favorável ao desenvolvimento vegetativo. Abaixo de 19 °C, o processo de brotação é afetado significativamente, não ocorrendo crescimento vegetativo e temperaturas menores que 10 °C são lesivas às brotações (LUCCHESI, 2008).

4.2. Fenologia da cana-de-açúcar

A fenologia está embasada no conhecimento do comportamento da cana-de-açúcar quanto às diversas fases do período vegetativo das plantas, podendo ser uma ferramenta para auxiliar na escolha das práticas culturais. Para a cana-de-açúcar, existem quatro estádios, (Figura 1), conhecidos por: Brotação e Emergência dos brotos (colmos primários); Perfilhamento e Estabelecimento da cultura (da emergência dos brotos ao final do perfilhamento); Período do Grande Crescimento (do perfilhamento final ao início de acumulação da sacarose), e Maturação (intensa acumulação de sacarose nos colmos) (SEGATO; MATTIUZ; MOZAMBANI, 2006).

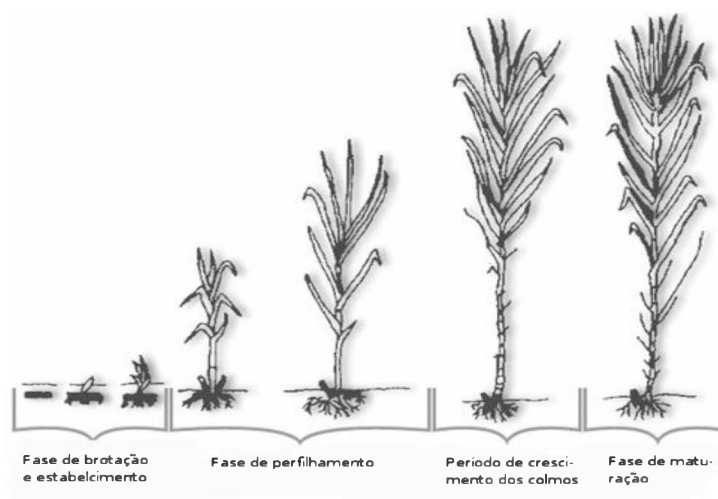


Figura 1 - Fases fenológicas da cana-de-açúcar.
Fonte: Câmara (1993)

A primeira fase, descrita como brotação e emergência, encontra-se subdividida nos itens abaixo.

4.3. Brotação

Havendo disponibilidade hídrica no solo, o propágulo inicia o processo de ativação das enzimas e hormônios que controlam a divisão e o crescimento celular, tanto da gema como dos pontos dos primórdios das raízes na zona radicular (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2010).

Assim como emergência de sementes, a brotação é um processo biológico que consome energia, provinda da degradação de substâncias de reserva do colmo, por meio do processo de respiração (SEGATO; MATTIUZ; MOZAMBANI, 2006).

As gemas são constituídas de células e tecidos em estado de latência e grande diferenciação celular. Sendo o tolete o segmento de um colmo maduro (Figura 2), contém feixes vasculares (xilema e floema), que promovem a ligação fisiológica entre a brotação e as raízes em um desenvolvimento inicial, com as reservas armazenadas nas células parenquimáticas do tolete. Assim, os novos pontos de crescimento funcionam como drenos fisiológicos, dando continuidade em seu crescimento e desenvolvimento (CÂMARA, 1993).

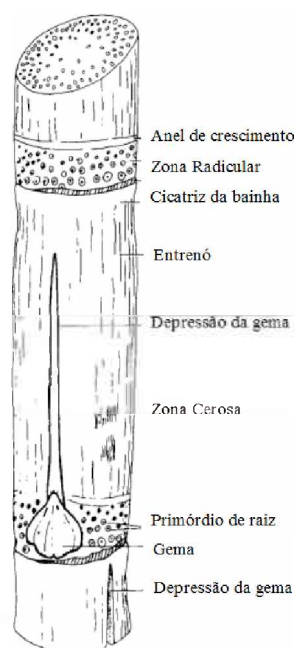


Figura 2 - Colmo da cana-de-açúcar (Fonte: Bacchi, 1983).

Todos os nós do colmo contêm uma gema, arranjada alternadamente e, protegida pela bainha da folha, conectada ao internódio. As gemas podem ter diversos formatos: triangular,

pentagonal, rombóide, redonda, oval, obovada, oval alongada, retangular e imbricada (Figura 3).



Figura 3 – Tipos e formas de gemas de cana-de-açúcar
Fonte: Xavier et al., 2014.

Quando as folhas mais velhas caem (de algumas variedades), deixam uma cicatriz, chamada de cicatriz foliar. Acima da cicatriz foliar, na região da inserção da gema, existe uma zona radicular, que contém os primórdios radiculares, importantíssimos para a formação de um novo indivíduo (XAVIER et al., 2014).

4.4. Tipos de Plantio

De acordo com Rosseto e Santiago (2017), para a implantação de um canavial, deve-se fazer, inicialmente, o planejamento da área, realizando um levantamento topográfico. Nos locais de plantio é feito um trabalho de engenharia, conhecido como sistematização do terreno, no qual se subdivide a área em talhões e alocam-se os carregadores principais e secundários. Atualmente, busca-se obter talhões planos mantendo linhas de cana com grande comprimento para evitar manobras das máquinas, otimizando operações mecanizadas.

Segundo Ripoli e Ripoli (2004), existem três sistemas de plantio em utilização no Brasil: o manual, o semimecanizado e o mecanizado. O primeiro tem uma maior ocorrência em regiões do Nordeste brasileiro e é caracterizado pelo fato de todas as operações de plantio serem manuais. No segundo sistema, a sulcação é efetuada mecanicamente, a deposição das mudas é manual, lançadas de caminhões de carga e a cobertura (e adubação de superfície) também ocorrem mecanicamente. No sistema mecanizado, realizam-se todas as operações citadas

anteriormente (sulcação, deposição de mudas, adubação e cobrimento do sulco), e ainda realiza a aplicação de agroquímicos de solo.

4.4.1. Plantio Semimecanizado

Segundo Ripoli (2006), o plantio semimecanizado, é também conhecido popularmente como “manual” por envolver neste sistema de plantio somente a sulcação de forma mecanizada, sendo que a distribuição de mudas é executada de forma manual. A despalha das mudas é feita de forma manual para evitar a danificação das gemas. Em seguida as mudas são carregadas em um caminhão ou trator acoplado de uma carreta depósito e transportadas até o local do plantio. O veículo de transporte entra no talhão no sentido dos sulcos e uma equipe formada de 2 a 6 homens, retira da carroceria as mudas ainda em forma de colmos e as distribuem nos sulcos, cruzando a base de um colmo, com a ponta do seguinte a fim de que possa-se garantir com que não haja falhas na dominância, que acelere o desenvolvimento de gemas novas e garantir plantas novas com maior vigor. Em seguida, uma equipe munida de facões desinfetados, percorrem os sulcos individualizando os colmos das mudas em toletes de aproximadamente 3 gemas, conforme a Figura 4.



Figura 4 – Modelo convencional de plantio de cana-de-açúcar
Fonte: Xavier et al., 2014.

Após esta operação da separação das gemas, as mudas são cobertas, havendo posteriormente o desenvolvimento dos colmos.

4.4.2. Plantio Mecanizado

O sistema de plantio mecanizado elimina a mão de obra utilizada no corte manual da muda e parte do pessoal envolvido no plantio convencional, pois possibilita a mecanização total das operações de plantio, executando de uma só vez a sulcação, adubação, distribuição de rebolos e cobrimento, o que implica na redução de custos e maior facilidade de gerenciamento do sistema (PINTO e MORAES, 1997), conforme a Figura 5.



Figura 5 – Distribuidora de colmos mecanizada de cana-de-açúcar
Fonte: Xavier et al., 2014.

4.4.3. Mudas-pré-Brotadas (MPB) ou “Bud Chips”

Comercialmente, o colmo é o material básico para propagação. Em geral, é cortado em pequenos pedaços que carregam 2-3 gemas. Quando o mini rebolo transporta mais do que uma gema, surge o fenômeno geral da dominância apical. A gema terminal germina rapidamente e inibe o desenvolvimento de gemas menores. Isto resulta na redução da percentagem média de germinação. Clements (1940) constatou que, em média, quanto mais longo o tamanho do mini-rebolo, menor a germinação. Segundo ele, usar toletes com mais de três gemas é desperdiçar as gemas adicionais.

De acordo com van Dillewijn (1952), onde as condições de crescimento são favoráveis, cortes de uma única gema são tão eficientes quanto um material com condições normais de campo.

Vários trabalhos têm sido feitos, utilizando diferentes tipos de materiais de cana-de-semente, tais como uma gema, ou com uma até três gemas configurando um tolete da cultura e em seguida, a determinação do efeito do material de plantio em crescimento e rendimento da cana-de-açúcar na Índia (REDDY et al. 1986). Neste trabalho foi observado que, devido à economia em material de semente, o máximo de retornos líquidos pode ser obtido com o plantio isolado de uma gema.

De acordo com van Dillewijn (1952), um pequeno volume de tecido, com um único primórdio de raiz aderido, é suficiente para garantir a germinação da cana. (RAMAIAH; NARASIMHA; PRASAD, 1977) demonstraram a praticabilidade da eliminação de parte dos entrenós da peça de sementes, usando apenas as gemas individualizadas para plantio comercial.

Algumas pesquisas estabeleceram que cerca de 80% da massa do material utilizado para multiplicação (colmos) podem ser salvos através do plantio de mudas de uma gema (IQBAL; EUSUFZAL; RUKSHANA, 2002; RAMAIAH; NARASIMHA; PRASAD, 1977; TAMIL SELVAN, 2006). A porção restante da cana é normalmente utilizada para a extração de suco e destinada à produção de açúcar mascavo ou açúcar, sendo destinada ao processo industrial.

Na escolha do sistema de mudas-pré-brotadas, o número de gemas por metro de sulco cai drasticamente (3 gemas por metro de sulco), demanda em média somente 1,5 t de colmos para o plantio de um hectare de cana de açúcar.

Ramaiah, Narasimha e Prasad (1977) realizaram um experimento detalhado de produção de mudas com três variedades (Co 419, Co 975 e Co 997), comparando diferentes tipos de materiais para propagação. A análise mostrou a viabilidade técnica “bud chip” quanto ao pegamento das mudas.

Gokhale (1977) relatou que o método MPB é uma tecnologia que garante o pegamento de uma grande quantidade de gemas nos plantios. (RAMAIAH; NARASIMHA; PRASAD, 1977) concluíram que o plantio comercial pode ser praticado com MPB's colocadas no solo, gerando áreas de cultivo com alto perfilhamento, rendimentos mais elevados e com uma melhor recuperação na cana-soca.

De maneira simplista, as gemas são colocadas em bandejas usando substrato apropriado, crescendo sob ambiente adequado para criar umidade ideal de germinação. Depois da brotação, é necessário um sistema de sombreamento até atingir um número de folhas para serem transplantadas. Após uma pré-seleção, mudas saudáveis são transferidas e transplantadas, buscando aumentar o número de perfilhos, com mortalidade insignificante, conforme a Figura 6.



Figura 6 – Modelo de produção de mudas de cana-de-açúcar para plantio de plantas “pré-brotadas”
Fonte: Tamil Selvan, 2006.

4.5 Plantio de viveiros de cana-de-açúcar

De acordo com Gerald e Lee (2011), a falta de um processo de multiplicação para a produção de mudas sempre foi um sério problema para os programas de melhoramento de cana-de-açúcar. Geralmente, após 10 a 15 anos de trabalho, para se completar um ciclo de seleção em cana-de-açúcar, a variedade melhorada só pode ser plantada comercialmente (área de produção) vários anos depois, quando mudas suficientes tiverem sido produzidas e tornadas disponíveis. Isso constitui uma séria perda econômica, pois deixa de ganhar com a maior lucratividade, que seria obtida em decorrência do plantio da nova variedade mais cedo. Além disso, é bem possível que a nova variedade entrasse em seu ciclo degenerativo mais cedo, devido à contínua contaminação pelas doenças sistêmicas, que ocorre frequentemente durante os estágios de multiplicação desta variedade em campo aberto.

De acordo com Landell, Campana e Figueiredo (2013), o cálculo do consumo médio de mudas de cana para formação de viveiros pode ser obtido pela Equação 1:

$$CM = \frac{(GM \times TCH \times EV)}{(PV \times NGC \times EL)} \quad (1)$$

Em que:

CM - consumo estimado de mudas para plantio (toneladas ha⁻¹);

GM - gemas a serem plantadas por metro de sulco;

TCH - produtividade do viveiro (toneladas de mudas ha⁻¹);

EV - espaçamento do viveiro de mudas (m);

PV - número de colmos por metro no viveiro (perfilhos);

NGC - número médio de gemas por colmo do viveiro; e

EL - espaçamento da área a ser plantada.

Assim, ao idealizar o plantio de cana-de-açúcar ou reforma dos canaviais, dependendo da forma de plantio que será adotada pela propriedade, há uma variação na demanda de colmos (gemas) de um viveiro de cana-de-açúcar. Considerando um espaçamento entre touceiras de 1,5 x 0,5 m, em sistemas de plantio convencional (manual), a demanda é na ordem 12 t ha⁻¹ (25 gemas por metro de sulco). Há medidas em que o plantio recebe algum tipo de mecanização, onde existe a necessidade de aumentar a quantidade de gemas a serem distribuídas no sulco de plantio (30 a 35 gemas por metro de sulco), aumentando a demanda de colmos entre 17 e 20 t ha⁻¹.

4.6 Variedades de cana utilizadas

As variedades estudadas no experimento foram obtidas através de uma usina localizada na cidade de Uberaba, que doou o material para que o experimento pudesse ser feito. Tais variedades são: RB86-7515 (V1), IACSP95-5000 (V2) e SP813250 (V3). A variedade RB86-7515 apresenta alta velocidade de crescimento, porte alto, hábito de crescimento ereto, alta densidade de colmo, de cor verde arroxeado que se acentua quando expostos e fácil despalha. Possibilidade de colheita de junho a setembro (HOFFMANN et al. 2008).

Destaca-se por apresentar tolerância à seca e boa brotação de soqueira, mesmo colhida crua; alto teor de sacarose e fibra, crescimento rápido com alta produtividade e resistente às principais doenças da cana, como ferrugem, escaldadura e mosaico. Variedade obtida pela Universidade Federal de Viçosa (HOFFMANN et al. 2008).

A variedade IACSP95-5000 apresenta porte ereto, perfil de alta produtividade e elevadíssimos teores de sacarose. Adapta bem à colheita mecanizada, apresenta grande estabilidade associada a perfil responsivo, ótima brotação de soqueira sob palha, diâmetro de colmos uniforme e estável sendo adaptada praticamente a todas as regiões de cultivo da região Centro-Sul do Brasil. Com possibilidades de colheita de junho a outubro (LANDELL 2014).

A variedade SP813250, é rica e produtiva. Possui maturação no inverno, média exigência em fertilidade do solo, boa resposta a maturadores, ampla adaptabilidade e ótima brotação de soqueira, alto teor de fibra e sacarose. Em solos de baixa fertilidade ou ambientes mais desfavoráveis e colheita mecanizada tem apresentado redução de produtividade e longevidade, apresentando, às vezes, sintomas de amarelinho e suscetibilidade à cigarrinha das raízes. Possibilidade de colheita de junho a setembro. (COPERSUCAR, 1995).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da Universidade Federal de Uberlândia-Campus Monte Carmelo, na Unidade Araras, latitude 18° 43' 36,03" S, longitude 47° 31' 28,59" W e altitude 903m, sob um ambiente protegido. A área do ambiente protegido é de 68 m², sendo que a área útil do experimento é de 4 m², composta por uma bancada feita de postes de eucalipto com tela. O clima regional é classificado como Aw, segundo a classificação de Koppen.

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados (DBC) disposto em esquema fatorial com dois níveis, sendo duas estratégias de irrigação e três variedades (2 x 3), com 4 repetições por tratamento, totalizando 24 parcelas experimentais. As variedades estudadas foram: RB86-7515 (V1), IACSP95-5000 (V2) e SP813250 (V3). As estratégias de irrigação estudadas foram: I1) um evento de irrigação diário; I2) dois eventos de irrigação diários. A unidade experimental adotada foi de uma bandeja de polietileno com 8 células de 187 cm³ cada.

Os colmos das variedades a serem testadas foram transportados para um local onde os propágulos foram preparados para plantio, em feixes identificados, evitando a danificação das gemas. Com o auxílio de uma guilhotina, o colmo principal de cada tratamento a ser estudado foi dividido utilizando somente as gemas centrais do colmo para plantio. Cada parte do colmo foi dividido em minitoletes de aproximadamente 4,0 cm, com apenas uma gema. Os minitoletes foram plantados nas bandejas plásticas de 8 células (unidade experimental), com volume interno de 190,0 cm³ preenchidos com substrato para plantas (Tropstrato®).

5.1 Substrato

Utilizou-se o substrato a base de casca de pinus e vermiculita Tropstrato HA Hortaliças® (Vida Verde Substratos, Mogi Mirim/SP), escolhido por apresentar maior capilaridade em razão da comparação com fibra de coco e turfa com casca de arroz carbonizada realizada por FERREIRA FILHO et al. (2012) usando a subirrigação.

O substrato utilizado apresentava capacidade de retenção de água (CRA) de 200% (base peso), densidade média aparente igual a 0,41 g cm⁻³, densidade real de 1,471 g cm⁻³, porosidade total de 72,1% (ou 0,721 m³ m⁻³), espaço de aeração (EA) de 0,121 m³ m⁻³, água facilmente disponível (AFD) de 0,21 m³ m⁻³, água de reserva de 0,034 m³ m⁻³ e água residual (AR) de 0,35 m³ m⁻³, de acordo com a nomenclatura sugerida por LÓPEZ (2000) para a caracterização física

de substratos. Esses dados foram obtidos pelo modelo de curva de retenção de água recomendado por FACHINI et al. (2006), conforme mostra a figura 7.

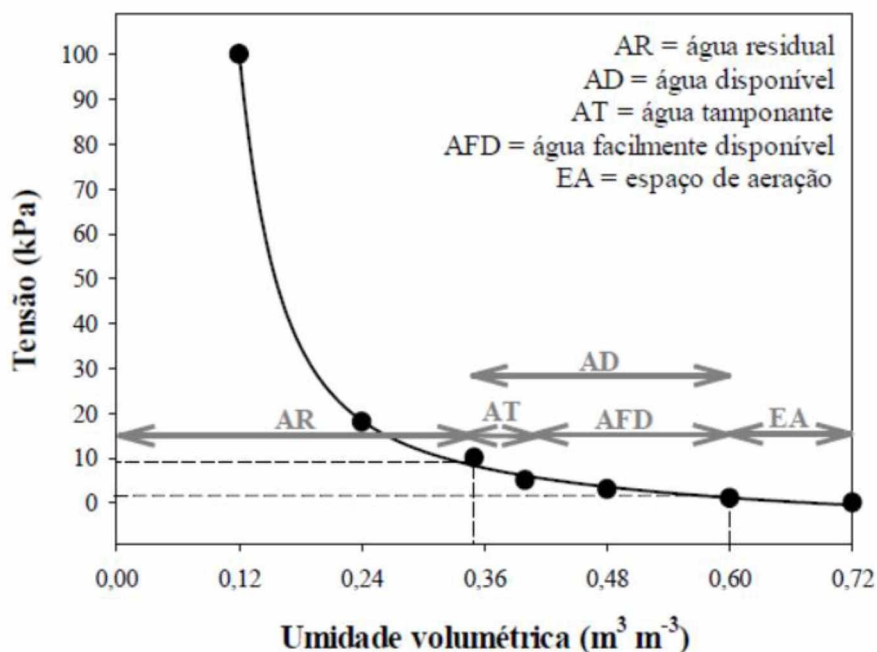


Figura 11 – Curva de retenção de água do substrato a base de casca de pinus e vermiculita Tropstrato HA Hortaliças® obtido experimentalmente por FACHINI et al. (2006).

Devido ao risco de baixa germinação, foram plantadas oito bandejas extras (trinta e duas mudas de cada variedade, isto é, dezesseis gemas para cada tratamento), para possíveis substituições.

O plantio foi feito no meio do ano, no dia 11 de julho de 2016, em uma das estufas das dependências da UFU (Figura 7).



Figura 7 – Plantio das mudas-pré-brotadas.
Fonte: NETO, J.M.A, 2016.

Após o plantio, o manejo de irrigação adotado foi através de regador simulando uma aspersão, conforme mostra a Figura 8.



Figura 8 – Irrigação inicial das mudas nos primeiros 15 dias.
Fonte: NETO, J.M.A, 2016.

Logo em seguida, decorrido 15 dias foram realizadas diferentes estratégias de irrigação. Foi realizado com três variedades de cana com dois tipos de tratamentos, o primeiro com uma imersão da bandeja em água por dia de manhã e o outro com duas imersões em água por dia, sendo estas a primeira de manhã e a segunda no final da tarde.

As irrigações foram realizadas por imersão das bandejas de tubete em um recipiente contendo água (Figura 9), por aproximadamente 15 a 20 minutos. Ao atingir a saturação, as parcelas foram retiradas e colocadas em cima de uma bancada de tela, para que o excesso de água drenasse, em torno de 10 min e após, fosse possível medir, por meio de pesagem, a quantidade de água retida no sistema substrato-planta.



Figura 9 – Imersão; drenagem do excesso de água e pesagem das bandejas de tubetes.

Fonte: NETO, J.M.A, 2016.

As bandejas do tratamento I1 foram irrigadas todos os dias, às sete da manhã, fazendo primeiramente a pesagem individualizada de cada parcela. Logo após a pesagem, as mesmas foram imersas em água, conforme o procedimento citado acima. Assim, foi possível calcular o consumo hídrico das plântulas.

No tratamento I2, as bandejas foram irrigadas pela manhã, segundo o mesmo procedimento do tratamento I1. Porém, acrescido de outro evento de irrigação, as dezesseis horas, seguindo a mesma metodologia do tratamento I1. O consumo hídrico diário por planta das parcelas deste tratamento foi o somatório do consumo observado no período da manhã ao período da tarde, conforme mostra a Tabela 4.

Semanalmente foi avaliada a porcentagem de pegamento das gemas nos tratamentos estudados; quinzenalmente foi tomada a altura e o diâmetro das plantas. Após 45 dias do plantio foram avaliados: peso da matéria verde da parte aérea (MVPA), peso da matéria seca da parte aérea e raiz (MSPA e MSR) e eficiência do uso da água (EUA). A altura e diâmetro foram obtidos utilizando uma régua graduada e um paquímetro, respectivamente. A MVPA, MSPA e MSR foram obtidas por pesagem e/ou desidratadas em estufa à 65°C e ventilada durante 7 dias.



Figura 10 – Amostras coletadas de matéria verde e raiz colocadas para secagem em estufa.

Fonte: NETO, J.M.A, 2016.

Para os testes de médias dos resultados foi utilizado o software livre SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011). As variáveis que apresentaram valores de F significativo, no mínimo, a 5% de probabilidade na análise de variância foram submetidas ao teste de médias do tipo Scott Knott a um nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os testes de média de para pegamento, observa-se que houve diferença significativa da variedade V1 e V2 em relação à variedade V3, conforme a Tabela 1. Quanto à estratégia de irrigação adotada, não houve diferença significativa.

Tabela 1. Teste de médias para pegamento.

Tratamentos	Pegamento (%)
V1	87,5 a
V2	81,3 a
V3	64,1 b
I1	78,1 a
I2	77,1 a
C.V. (%)	16,44

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância (α) de 5%.

Analisando o parâmetro diâmetro de caule, a variedade V1 apresentou um melhor desenvolvimento vegetal quando comparado com as demais variedades, conforme a Tabela 2. Em relação à estratégia de irrigação adotada, não houve diferença significativa.

Tabela 2. Teste de médias para diâmetro do caule (mm).

Tratamentos	Diâmetro (mm)
V1	7,36 a
V2	6,47 b
V3	6,17 b
I1	6,74 a
I2	6,60 a
C.V. (%)	14,07

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância (α) de 5%.

Quando realizado os testes de média para altura (cm), as variedades se comportaram idênticas às médias de pegamento, sendo que a variedade V3 apresentou menor desenvolvimento quando comparado com as variedades V1 e V2. Analisando às estratégias de irrigação adotadas, não houve diferença significativa.

Tabela 3. Teste de médias para altura (cm).

Tratamentos	Altura (cm)
V1	46,37 a
V2	49,51 a
V3	38,70 b
I1	46,00 a
I2	43,72 a
C.V. (%)	18,07

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância (α) de 5%.

No período do experimento, observa-se que o consumo médio de água das plântulas analisando as estratégias de irrigação em I2 foi superior estatisticamente em relação a I1, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Teste de médias para consumo hídrico diário por planta para as estratégias de irrigação estudadas após 30 dias de estudo.

Tratamentos	Consumo hídrico (ml planta⁻¹ dia⁻¹)
I1	17,32 b
I2	20,38 a
C.V. (%)	35,29

* Médias não diferem entre si pelo teste de F com um nível nominal de significância (α) de 5%.

Na Tabela 5 apresentam-se as características biométricas avaliadas durante o experimento. Entre as variedades estudadas, existe diferença significativa para o parâmetro massa seca da parte aérea e raiz (MSPA e MSRA) e massa seca total (MS Total).

Tabela 5. Teste de médias para massa seca da parte aérea e raiz (MSPA e MSRA), relação parte aérea e raiz (PA/R), massa seca total (MS Total) e eficiência no uso da água (EUA).

Tratamentos	MSPA (g)		MSRA (g)		PA/R		MS Total (g)		EUA (Kg m⁻³)	
V1	15,39	a	3,85	b	3,90	a	2,40	a	4,48	a
V2	19,18	a	6,10	a	3,57	a	3,16	a	5,69	a
V3	16,93	a	7,07	a	2,77	a	2,99	a	5,52	a
I1	14,69	b	5,32	a	3,20	a	2,50	b	4,95	a
I2	19,64	a	6,03	a	3,62	a	3,21	a	5,50	a
C.V. (%)	28,59		22,68		30,72		22,41		32,87	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância (α) de 5%.

Quanto ao fator estratégia de manejo da irrigação (I1 e I2), em relação à MSPA, o tratamento I2 foi superior ao I1. Analisando MSRA, a variedade V1 é inferior estaticamente em relação a V2 e V3. No parâmetro MS Total, I2 também foi superior a I1. Quanto à PA/R e EUA não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém observa-se que houve uma maior eficiência do uso da água quando foi incorporado a frequência de 2 irrigações ao dia.

Na Tabela 6 apresenta-se os resultados de matéria seca da raiz (MSraiz) para as variedades de cana estudadas nas estratégias de manejo de irrigação testadas.

Tabela 6. Teste de médias para MSraiz para as variedades nas estratégias de manejo de irrigação estudadas.

Tratamentos	I1	I2
V1	3,50 bA	4,19 bA
V2	3,70 bB	8,50 aA
V3	8,70 aA	5,39 bB
C.V. (%)	22,68	

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância (α) de 5%.

Em relação a MS raiz nas variedades, o tratamento V1 não teve diferença significativa em relação às diferentes estratégias de irrigação, já a V2 a estratégia de irrigação I2 é superior à I1. Para a variedade V3, o comportamento é oposto sendo a estratégia I1 superior à I2.

Ao analisar a MS da raiz em relação às estratégias de irrigação, na estratégia I1 a V3 é superior às demais variedades estudadas, sendo em média 141,7% superior. Não há diferença significativa entre as variedades V1 e V2. Em relação à estratégia de irrigação I2, a V2 é superior às demais variedades estudadas em média 1,7% superior. As variedades V1 e V3 não apresentam diferença significativa entre si.

Na Tabela 7 observa-se o comportamento dos tratamentos quanto às relações de parte aérea/raiz (PA/R). Em relação às variedades, o tratamento V1 não teve diferença significativa em relação às diferentes estratégias de irrigação, já a V2 foi superior em média 129,7% na estratégia de irrigação I2 em relação à I1. Para a variedade V3, o comportamento observado é o oposto, sendo a estratégia de irrigação I1 superior em média 61,4% à I2.

Tabela 7. Teste de médias para relação parte aérea/raiz (PA/R) para as variedades nas estratégias de manejo de irrigação estudadas.

Tratamentos	I1		I2	
V1	3,50	bA	4,29	bA
V2	4,30	bB	2,83	aA
V3	1,80	aA	3,75	bB
C.V. (%)	30,72			

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância (α) de 5%.

Ao analisar as relações de parte aérea/raiz (PA/R) em relação às estratégias de irrigação, na estratégia I1 a V3 foi superior às demais variedades estudadas. Entre V1 e V2 não há diferença significativa. Em relação à estratégia de irrigação I2, a V2 foi superior às demais variedades. As variedades V1 e V3 não apresentam diferença significativa entre si.

5. CONCLUSÕES

Para as condições do experimento conclui-se que:

- sob diferentes estratégias de irrigação adotadas, as variedades se desenvolveram melhor quando foram submetidas a duas irrigações por dia (I2).
- ao analisarmos o desenvolvimento das raízes das variedades, as V2 e V3 tiveram um desenvolvimento radicular superior que a V1.
- quando é observado o comportamento das variedades para os testes de média para matéria seca raiz (MSRA), a variedade V3 dedica-se a um grande enraizamento no seu desenvolvimento inicial em vez de crescimento vegetal, indicando que maior resistência ao déficit hídrico quando comparado com as demais variedades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCHI, O. O. S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO Fo., J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba, IAA Planalsucar, 1983. p.25-37.

CAIEIRO, J. T. et al. Physical purity and germination of sugarcane seeds (Caryopses) (*Saccharum* ssp.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 140-145, 2010.

CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. **Produção de cana de açúcar**. ESALQ: Piracicaba, 1993. p.31-64.

CASAGRANDE, A. A.; VASCONCELOS, A. C. M de. Fisiologia da parte aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. p. 57-78.

COPERSUCAR. COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **5ª geração de variedades**. Piracicaba, 1995. p.16-23 (Boletim Técnico).

CLEMENTS, H. F. Factors affecting germination of sugarcane. **Hawaiian Planters' Record**. Honolulu, v. 44, p. 117-146, 1940.

FACHINI, E. **Manejo da irrigação em diferentes substratos na produção de mudas de laranja**. 123p. (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas/FCA, Universidade Estadual Paulista/UNESP, Botucatu, SP. 2006.

FERREIRA FILHO, A. C. et al. Avaliação das características operacionais de mesas de subirrigação na produção de mudas em ambientes protegidos. **Caderno de resumos do XX Congresso Interno de Iniciação Científica da UNICAMP**. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 10 abril de 2017.

FRAGA JUNIOR, E. F. **Considerações sobre o manejo de irrigação na produtividade e qualidade de gemas de cana-de-açúcar para viveiros de mudas-pré-brotadas (MPB)**. 2015.

111p. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

GERALD L. T. S.; LEE L. L. **Biofábrica de plantas:** produção industrial de plantas in vitro Capitulo 7 (Biofábrica e sua influência na produtividade de cana-de-açúcar). São Paulo: ed.1 Antiqua, 2011. p. 118-130.

GOKHALE, M. N. A new approach to cane seed nurseries. **Sugar Technologists Association of India.** Lucknow, v. 6, p. 163- 166, 1977.

HOFFMANN, H. P. et al. **Variedades RB de Cana-de-açúcar.** 1.ed - Araras: CCA/ UFSCar, 2008, 30p.

IQBAL, M. T.; EUSUFZAL, S.; RUKSHANA, F. Performance of sugarcane bud chip settlings. **Indian Journal of Sugarcane Technology,** Lucknow, v. 17 p. 88, 2002

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. **Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas-pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.** 2. ed. rev. Campinas: Instituto Agrônômico, 2013. 16p. (Documentos IAC, 109).

LANDELL, Marcos G. de A.. **Melhor manejo das variedades IAC e novos híbridos de alta performance.** Disponível em: <<http://www.cana.com.br/biblioteca/informativo/15%2027-03-15%20variedades%20iac%20marcos%20landell.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

LÓPEZ, C. C. **Fertirrigacion: cultivos horticolas y ornamentales.** 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 475 p. 2000.

LUCCHESI, A. A. Cana-de-açúcar. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal:** fisiologia de cultivos. Piracicaba: CERES, 2008. p. 58-76.

PINTO, A.C.P.; MORAES, E. E. Equipamento distribuidor de toletes para plantio de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COOPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: COOPERSUCAR, 1997. p. 213-231.

RAMAIAH, B. B.; NARASIMHA, R. G.; PRASAD, G. H. Elimination of internodes in sugarcane seed piece. **Proceedings of the 27th International Society of Sugar Cane Technologists Congress**, v. 1, 1509-1513, 1977.

REDDY, T. B. et al. Effect of different types of seed material on growth and yield of sugarcane. **Cooperative Sugar**, New Delhi, v. 17, p. 947-949, 1986.

RIPOLI, T. C. C. **Plantio de Cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Ed. dos Autores, 2006. v.1 216p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. 2. ed. Piracicaba: Ed. Dos Autores, 2007. 198p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: Colheita, energia e ambiente**. Piracicaba, T.C.C. Ripoli, 2004. 302p.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Plantio da cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.html>. Acesso em: 13 nov. 2017.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Ed.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 19-36.

SILVA, M. A. et al. Fenologia da Cana-de-açúcar. In: CRUSCIOL, C. A. C. et al. (org.). **Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: FEPAF - Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2010.

TAMIL, S. N. Sugar cane response to chip bud method of planting. **Inter Soc Sugar Cane Technol - Agronomy Workshop**, v. 1, p. 23-26, 2006.

van DILLEWIJN, C. **Botany of Sugarcane**, The Chronica Botanica Co. Waltham: USA, 1952. 352p.

XAVIER, M. A. et al. **Fatores de Desuniformidade e Kit de Pré-Brotação IAC para Sistema de Multiplicação de Cana-de-Açúcar – Mudanças-pré-brotadas (MPB)**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 22p (Documentos IAC, 113).