

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ERINALDO ALVES DA CUNHA JUNIOR

**EFEITO DO ARRANJO DE PLANTIO CONVENCIONAL E COM MUDAS PRÉ-
BROTADAS (MPB) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ERINALDO ALVES DA CUNHA JUNIOR

**EFEITO DO ARRANJO DE PLANTIO CONVENCIONAL E COM MUDAS PRÉ-
BROTADAS (MPB) EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, área
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2016



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Câmpus de Chapadão do Sul

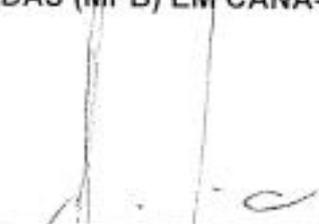


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

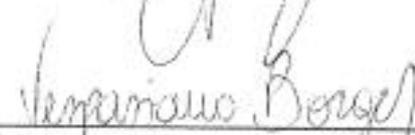
DISCENTE: Erinaldo Alves da Cunha Junior

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Sebastiao Ferreira de Lima

**EFEITO DO ARRANJO DE PLANTIO CONVENCIONAL E COM MUDAS
PRÉ-BROTADAS (MPB) EM CANA-DE-AÇUCAR**



Prof.(a) Dr.(a) Presidente Sebastiao Ferreira de Lima



Prof.(a) Dr.(a) Vespasiano Borges de Paiva Neto



Prof.(a) Dr.(a) Jefferson Luis Anselmo

Chapadão do Sul, 30 de Março de 2016.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre esta nos olhando e acreditando em nós.

A minha família, em especial a minha mãe Ilda Alves da Cunha, meu pai Erinaldo Alves da Cunha e minha irmã Daiane Cristina Alves da Cunha por estarem comigo sempre, pelo amor, pela paciência, pelos conselhos, pelas broncas e também pelo apoio e incentivo em todo trabalho que faço.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Mestrado em Agronomia ofertado pelo Campus de Chapadão do Sul - MS.

Ao meu orientador, amigo e Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima, pela colaboração no desenvolvimento desse trabalho, ensinamentos e conhecimentos grandiosos transmitidos, profissionais e de vida.

A minha amada e companheira Líria Camila Thesari Lara.

A Cerradinho Bioenergia SA pela oportunidade de continuar estudando.

Agradeço também aos líderes e auxiliares de campo da equipe de Desenvolvimento Agrônômico da Cerradinho Bioenergia SA pelo comprometimento em todas nossas tarefas enfrentadas e também por terem feito parte deste trabalho.

Ao amigo Luis Renato de Paula Ferreira, pelo apoio, incentivo, por acreditar no potencial das pessoas e colaboração no presente trabalho.

Agradeço aos ilustres componentes da Banca de Avaliação, por terem aceitado participar desta importante etapa de minha vida.

Obrigado!

DEDICATÓRIA

**Ao amigo Prof. Dr. Sebastião
Ferreira de Lima pelo desafio comigo e
neste trabalho inovador.**

RESUMO

CUNHA, Erinaldo Alves Junior. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Efeito do arranjo de plantio convencional e com mudas pré-brotadas (MPB) em cana-de-açúcar.

Autor: Erinaldo Alves da Cunha Junior

Professor Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.

A cana-de-açúcar tradicionalmente tem sido cultivada com plantio em sulcos com espaçamentos fixos entre si e utilizando toletes, no entanto, o uso de novos arranjos pode melhorar a produtividade dessa cultura. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o arranjo de plantio, utilizando toletes e mudas pré-brotadas (MPB), sobre a produtividade de canas por hectare (TCH), características biométricas e tecnológicas da cana-de-açúcar. O experimento foi instalado na Usina Cerradinho, no ano de 2014. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 12 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos arranjos em canteiros duplos e triplos com mudas pré-brotadas (MPB) e toletes da seguinte forma: convencional duplo (CD), convencional triplo linha total (CTLT), convencional triplo linha lateral (CTLL), convencional triplo linha meio (CTLM), mudas pré-brotadas duplo 0,5 metros (MPBD 0,5), mudas pré-brotadas duplo 0,75 metros (MPBD 0,75), mudas pré-brotadas triplo 0,5 metros linha total (MPBT 0,5 LT), mudas pré-brotadas triplo 0,5 metros linha lateral (MPBT 0,5 LL), mudas pré-brotadas triplo 0,5 metros linha meio (MPBT 0,5 LM), mudas pré-brotadas triplo 0,75 metros linha total (MPBT 0,75 LT), mudas pré-brotadas triplo 0,75 metros linha lateral (MPBT 0,75 LL) e muda pré-brotadas triplo 0,75 metros linha meio (MPBT 0,75 LM). O número, altura e diâmetro dos colmos são influenciados pelo tempo de crescimento da cana e pelos arranjos de plantio. As melhores produtividades de canas de cana-de-açúcar são obtidas com o uso de mudas pré-brotadas (MPB) em linhas triplas com espaçamento de 0,75 m entre plantas. A linha do meio no arranjo triplo é prejudicada no número e produtividade de canas. Os arranjos de plantio estudado não afetam as características tecnológicas da cana-de-açúcar. O arranjo triplo 0,75 LL foi o que proporcionou maior retorno econômico.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*; espaçamento; biometria de cana.

ABSTRACT

CUNHA, Erinaldo Alves Junior. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Efeito do arranjo de plantio convencional e com mudas pré-brotadas (MPB) em cana-de-açúcar.

Autor: Erinaldo Alves da Cunha Junior

Professor Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima.

The sugar-cane traditionally has been cultivated with planting in furrows with fixed spacing between themselves and using tholes, however, the use of new arrangements can improve the productivity of this culture. So, the objective of this work valued the arrangement of planting, using tholes and you change daily pay when (MPB) was produced, on the canes productivity for hectare (TCH), characteristics biométricas and technological of the sugar-cane. The experiment was installed in the Factory Cerradinho, in the year of 2014. The used experimental delineation belonged of blocks casualizados with 12 treatments and 4 repetitions. The treatments were constituted by the arrangements in double and triple flowerbeds with seedlings daily pay when (MPB) and tholes of the next form were produced: conventional double (CD), conventional triple total line (CTLT), conventional triple side line (CTLL), conventional triple line average (CTLM), seedlings daily pay when 0,5 meters (MPBD 0,5) were produced doubly, you change daily pay when 0,75 meters (MPBD 0,75) were produced doubly, change daily pay when 0,5 meters were produced triple total line (MPBT 0,5 LT), change daily pay when 0,5 meters were produced triple side line (MPBT 0,5 LL), change daily pay when 0,5 meters were produced triple line a bit (MPBT 0,5 LM), change daily pay when 0,75 meters were produced triple total line (MPBT 0,75 LT), change daily pay when 0,75 meters were produced triple side line (MPBT 0,75 LL) and it changes daily pay when 0,75 meters were produced triple line a bit (MPBT 0,75 LM). The number, height and diameter of the stems are influenced by the time of growth of the cane and by the planting arrangements. The best sugar-cane canes productivity is obtained with the seedlings use daily pay when (MPB) was produced in triple lines with spacing of 0,75 m between plants. The line of the way in the triple arrangement is damaged in the number and productivity of canes. The arrangements of studied planting do not affect the technological characteristics of the sugar-cane. The triple arrangement 0,75 LL was what it provided bigger economical return.

KEY-WORDS: *Saccharum officinarum*; spacing; biometria of cane.

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitação em mm e temperatura média em °C durante o período de condução do experimento, foram avaliadas no período de crescimento, do experimento em estação meteorológica própria da Usina Cerradinho, Chapadão do Céu, 2015.	26
2	Número de Colmos por metro (NCOLMOSM) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.	34
3	Altura de Colmos (ALT) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.	36
4	Diâmetro Colmos (DIAM) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultados da análise química do solo da área experimental. Chapadão do Céu, 2015.	26
2	Número de colmos por metro (NCOLMOSM) em função dos arranjos de plantio, Chapadão do Céu, 2016.	37
3	Altura de Colmos (ALT) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.	39
4	Diâmetro colmos (DIAM) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.	41
5	Avaliação biométrica da cana-de-açúcar para as características número de canas por metro (NCOLMOSM), altura de plantas, em m (ALT), Diâmetro do colmo (cm) (DIAM), massa de 10 canas, em kg (MCOLMOS) e tonelada de cana por hectare (TCH) em 360 DAP. Chapadão do Céu - GO, 2015.	44
6	Avaliação tecnológica da cana-de-açúcar para as características açúcar total recuperável (ATR), BRIX, POL, PUREZA e FIBRA. Chapadão do Céu, 2015.	45
7	Retorno econômico por hectare observado por Produção de Açúcar Total Recuperável por Hectare (PROD ATR HA), Produção de Etanol por Hectare (PROD ETANOL HA), Valor em Açúcar Total Recuperável por Hectare (R\$ ATR HA) e Valor em Etanol por Hectare (R\$ ETANOL HA).	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Cana-de-açúcar.....	19
2.2 Importância econômica	20
2.3 Aspectos gerais para produção de cana-de-açúcar	20
2.3.1 Preparo de solo	20
2.3.2 Plantio	20
2.3.3 Tratos Culturais	21
2.3.4 Colheita	21
2.4 Desenvolvimento da cana-de-açúcar	22
2.5 Manejo de plantio (falar mais de tolete e MPB).....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Descrição da área	26
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	27
Esquema 1. Espaçamento Convencional Duplo (1,5 x 1,5 m)	29
Esquema 2. Espaçamento Triplo (0,75 x 0,75 x 1,5 m).....	29
3.3 Avaliações das características agronômicas.....	29
3.3.1 Altura de colmos (ALT).....	30
Foto 1: Aurícula ou Dewlap.....Foto 2: Aurícula ou Dewlap folha +1	30
3.3.2 Diâmetro de colmos (DIAM)	30
3.3.3 Número colmos por metro (NCOLMOSM).....	30
3.3.4 Massa de 10 colmos (MCOLMOS).....	31
3.3.5 Tonelada Colmos por Hectare (TCH)	31
3.4 Avaliações tecnológicas em laboratório (Manual Consecana, 2006):	32
3.4.1 Açúcar Total Recuperável (ATR).....	32
3.4.1 Brix	32
3.4.2 POL	32
3.4.3 PUREZA.....	33
3.4.3 FIBRA.....	34
3.4.3 PESO DO BAGAÇO (BOLO) ÚMIDO (PBU).....	34
3.5 Retorno econômico: (Obs Vespasiano: custo muda?)	35

3.5.1 Produção total de quilos de Açúcar Total Recuperável (ATR) por hectare (PROD ATR HA)	35
3.5.2 Produção de litros de Etanol por hectare (PROD ETANOL HA)	35
3.5.3 Valor (R\$) de retorno econômico da produção de ATR por Hectare (R\$ ATR HA)	35
3.5.4 Valor (R\$) de retorno econômico da produção de Etanol por Hectare (R\$ ETANOL HA)	36
3.4 Análise estatística	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Avaliação de número de colmos por metro	36
4.2 Avaliação da produtividade e características tecnológicas	42
4.3 Avaliação econômica	46
5. CONCLUSÕES	47
6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA (verificar referências)	48

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente 9 milhões de hectares plantados com cana-de-açúcar, com produção total de 634,8 milhões de toneladas de colmos de canas e produtividade média de $70,5 \text{ t ha}^{-1}$, caracterizando-se como o maior produtor mundial dessa cultura (CONAB, 2015). É uma das culturas de maior importância socioeconômica para o Brasil, que se destaca também como o maior produtor mundial de açúcar e etanol dessa matéria-prima e responsável por mais de 50% do total de açúcar comercializado no mundo (MAPA, 2015).

Tradicionalmente, a cana-de-açúcar cultivada no país é plantada de forma convencional, com linhas únicas, espaçamentos definidos e uso de toletes com gemas para gerar as brotações que resultarão em plantas adultas e produtivas. No entanto, ao longo dos anos, a produtividade dessa cultura não progrediu como outras culturas, acelerando o processo de entrada de novas tecnologias.

Atualmente é utilizado na maioria das áreas o espaçamento simples de 1,50 m entre linhas. Alguns grupos e unidades evoluíram para o plantio alternado (1,5 x 0,90 m), porém, sabe-se que a mudança de espaçamento em usinas é uma operação muito difícil e desgastante, pois o período de transição entre os espaçamentos causam muitos problemas quanto à logística e também danos (pisoteio) nos canaviais colhidos. Para atenuar estes problemas na transição, uma opção pode ser o plantio triplo (1,50 x 0,75 x 0,75), onde a atual bitola utilizada no espaçamento simples encaixa perfeitamente, porém neste sistema a colhedora é obrigada a colher três linhas de uma vez.

No plantio convencional realizado por propagação vegetativa, a origem das plantas dá-se através da brotação das gemas. A gema é como se fosse um colmo em miniatura em estado latente. Havendo condições favoráveis, a gema se torna ativa e ocorre o crescimento e desenvolvimento devido à presença de reservas nutricionais, ativação de enzimas e reguladores de crescimento (DILLEWINJ, 1952).

Uma tecnologia que vem crescendo e mostrando bons resultados é o plantio de cana com mudas pré-brotadas (MPB), tecnologia desenvolvida pelo Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Esse sistema aumenta a uniformidade nas linhas de plantio e conseqüentemente a redução de falhas, diminui

o número de gemas, e de toneladas de canas na operação do plantio mecanizado, em torno de 20 t ha⁻¹ (LANDELL et al., 2012).

O uso de mudas pré-brotadas pode facilitar a padronização na densidade de plantas dentro da área, além de uniformizar o crescimento dessas mudas.

O setor sucroalcooleiro vem constantemente buscando alternativas para maximizar o sistema de produção da cana-de-açúcar e verificou que o sistema de mudas pré-brotadas de cana pode ser uma nova alternativa de multiplicação de mudas, pois segundo Gomes (2013) combina elevado padrão de fitossanidade, uniformidade de plantio e vigor. Além disso, a quantidade de sacarose presente no material propagativo está diretamente relacionada com o seu material de reserva, o qual é de fundamental importância à germinação (SILVA, CARLIN & PERECIN, 2004) ou emergência.

Por ter sido desenvolvido recentemente, não existem ainda muitos trabalhos na literatura sobre o sistema de multiplicação por mudas pré-brotadas (MPB).

O uso de qualquer incremento tecnológico deve ser acompanhado da avaliação econômica para verificar os ganhos auferidos com sua utilização. Segundo Zanatta et al. (1993), a análise econômica tem como objetivo auxiliar os agricultores na tomada de decisão, sobretudo no que se refere ao que plantar e como plantar. Paulino et al. (1994) ressalta a importância da análise econômica em experimentação, pois não se pode sugerir a difusão de técnicas baseadas apenas nos resultados físicos. Também deve-se considerar os aspectos econômicos para recomendação das práticas agrícolas.

A análise econômica, ao permitir que o produtor conheça os resultados financeiros obtidos num determinado ano, torna-se fundamental para nortear as decisões a serem tomadas no momento do planejamento da atividade para o ano seguinte, e para orientar nas decisões relativas aos investimentos. Dessa forma, é fundamental conhecer bem o sistema de produção praticado, o custo da unidade produzida, o resíduo gerado a cada safra e o retorno do investimento, considerando-se as condições de mercado (GUIDUCCI et al., 2012).

Assim, esse trabalho teve como objetivos avaliar o arranjo de plantio, utilizando toletes e mudas pré-brotadas, sobre a produtividade de canas, características biométricas e tecnológicas da cana-de-açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, de origem na Ásia (ROACH & DANIELS, 1987). Em hipótese teve seu cultivo expandido inicialmente no Golfo de Bengala, depois para os persas, chineses e árabes (FIGUEIREDO, 2010). A palavra açúcar derivada do sânscrito, antiga língua da Índia (AZZI, 1938) foi a origem para a denominação dessa substância em todos os outros idiomas (CORRÊA, 1926). Os povos árabes tiveram grande importância para expansão da cultura no mundo, o que se diz é que chegou no Brasil por volta de 1502, de lá para cá houve períodos de avanços e derrotas para doenças e pragas.

A quantidade de estudos envolvendo a cana-de-açúcar não é proporcional à sua importância mundial em termos de fonte alimentar de energia. Por isso, muitos desafios ainda têm de ser superados, e os estudos na área fisiológica devem ser estimulados de forma a impulsionar a produtividade da cultura na direção do seu máximo potencial (CASAGRANDE & VASCONCELOS, 2010).

Ripoli et al. (2007) caracterizam o espaçamento de plantio como a distância entre sulcos ou fileiras de plantio, adjacentes, e afirmam que no Brasil são utilizados três tipos, o uniforme, onde a distância entre sulcos são constantes no talhão, o alternado, em que a distância entre os sulcos é variável entre dois valores e o combinado, quando a distância entre sulcos, possui uma combinação entre faixas, com espaçamento uniforme alternado.

Benedini & Conde (2008), afirmam que embora a redução das distâncias entre os sulcos resultem em ganhos de produtividade, o espaçamento ideal entre os sulcos no plantio da cana-de-açúcar dependerá do sistema de colheita a ser empregado. Na colheita mecanizada existe um intenso tráfego de colhedoras, tratores transbordos ou caminhões transbordos, onde o aumento de produtividade decorrente do menor espaçamento gera, em contrapartida, maior compactação do solo e pisoteio das soqueiras (OLIVEIRA, 2012).

2.2 Importância econômica

No Brasil a cana-de-açúcar é a segunda maior cultura em valor da produção agrícola, respondendo por uma geração de valor estimada pelo IBGE em R\$ 40,5 bilhões em 2013, atrás somente da soja, com R\$ 50,5 bilhões, e bem acima do valor gerado pelo milho, de R\$ 26,8 bilhões. Considerando a transformação da cana-de-açúcar em produtos finais como açúcar, etanol e bioeletricidade, este valor supera R\$ 68 bilhões, o que eleva a cadeia da cana a mais importante posição do setor agroindustrial brasileiro (NASTARI, 2015).

2.3 Aspectos gerais para produção de cana-de-açúcar

2.3.1 Preparo de solo

Segundo Duran (1997), citado por BEZERRA e BURSZTYN (2000) a medição do impacto na qualidade do solo é a melhor medida de avaliar se um sistema de produção é sustentável.

Devido a uma alteração do cenário pela colheita em larga escala na modalidade crua da cana-de-açúcar, muitas dúvidas vêm surgindo sobre qual sistema produtivo adotar e sobre o melhor preparo de solo para plantio e manutenção de socas (COLETI, 2010). Ainda de acordo com o mesmo autor, o preparo de solo em sistema de preparo direto (SPD), muito utilizado pelos produtores de grãos, também pode ajudar no manejo de solo com cana-de-açúcar em sistema de preparo mínimo (SPM), onde se tem pouco revolvimento do solo até profundidade de 45 cm, ajudando na produtividade nos longos ciclos de cana crua.

2.3.2 Plantio

As condições climáticas de cada região tem relação direta para determinar a época de plantio da cana-de-açúcar, deve-se considerar entre outros fatores a temperatura média do ar e a precipitação pluviométrica para que ocorra um bom desenvolvimento inicial da cultura (ANJOS & FIGUEIREDO, 2010).

O sistema de plantio hoje mais utilizado pode ser com plantadora: semiautomática e totalmente mecanizada. A semiautomática depende da mão de obra para manuseio dos toletes mudas já a outra executa todas as operações de forma automática, dependendo apenas do operador do trato e da máquina (MIAHLE, 2012).

2.3.3 Tratos Culturais

Os tratos culturais em cana de açúcar podem ser divididos em cana planta e cana soca (BEAUCLAIR, TEZOTTO & MANOCCHIO, 2015).

Na cana planta o trato é feito logo após o plantio e está restrita a aplicação de insumos como herbicidas e fertilizantes em cobertura e sistematização da área para a colheita mecanizada, no caso o quebra lombo e devido à matocompetição, logo após o plantio é feito o controle dessas plantas daninhas (BEAUCLAIR, TEZOTTO & MANOCCHIO, 2015).

Em cana soca é feito logo após a colheita, o objetivo é recuperar e manter as boas condições do ambiente de produção, através da aplicação de insumos como: fertilizantes e herbicidas, eliminação de compactação devido ao tráfego de máquinas e enleiramento da palha que impedem a brotação da soqueira (BEAUCLAIR, TEZOTTO & MANOCCHIO, 2015).

Aliado aos tratos culturais está o manejo de pragas. As pragas que ocorrem na cana-de-açúcar apresentam importância em função dos danos que causam aos colmos, perfilhos, folhas, sistema radicular e base de canas, desde a implantação até a reforma, ocorrendo, em geral, maior infestação nos canaviais com maior número de cortes (ALMEIDA & ALMEIDA, 2015).

2.3.4 Colheita

A colheita dentro do ciclo operacional gerado pela cana-de-açúcar pode ser considerada com uma das mais importantes, pois a qualidade do produto entregue para a indústria depende desta etapa (MAGALHÃES & BRAUNBECK, 2010).

Do ponto de vista econômico a colheita destaca-se por custos elevados e alguns problemas envolvendo as operações agrícolas, seja ela mecanizada,

semimecanizada ou manual, exigindo atenção por parte da gestão agrícola nas usinas (NUNES JÚNIOR, PINTO & KIL, 2005).

Na década de 50 surgiu o princípio mecânico de colheita que perdura até hoje de cana picada visando, a princípio a operação de carregamento e corte em uma mesma operação (BRAUNBECK et al., 2008).

2.4 Desenvolvimento da cana-de-açúcar

Os estágios de desenvolvimento da planta cana-de-açúcar podem ser classificados em brotação, perfilhamento, crescimento, maturação e florescimento (CASAGRANDE & VASCONCELOS, 2010).

Quando acontece a brotação os órgãos da gema e primórdios radiculares estão no estado latente e, havendo condições favoráveis, passam para o estado ativo de crescimento e desenvolvimento, devido às mudanças das reservas nutritivas pela atividade de enzimas e reguladores de crescimento (DILLEWIJN, 1952).

A principal condição favorável é a adequada disponibilidade de água, após o momento em que a muda é coberta com solo, se houver disponibilidade de água, inicia-se 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).

Após a brotação das gemas, começam a se formar outros rebentos, aos quais se denominam perfilhos. O perfilhamento ocorre na parte subterrânea e, no caso da cana-de-açúcar, é limitado, salvo em algumas variedades da espécie *S. spontaneum*, cujo perfilhamento é ilimitado. Como na maioria das gramíneas, os rebentos originários das gemas dos toletes das mudas são denominados maternos ou primários, considerando que esses rebentos primários também possuem gemas e região radicular na parte subterrânea, essas gemas desenvolvem-se em novos rebentos, formando os rebentos secundários e os rebentos originários dos secundários serão os terciários, e assim por diante (CASAGRANDE & VASCONCELOS, 2010).

Plantas de cana-de-açúcar passam a acumular sacarose quando cessam seu crescimento vegetativo, num processo denominado maturação. Este processo

ocorre de forma natural, em resposta a condições climáticas (déficit hídrico e frio) que levam a planta à condição de estresse. Mas ele também pode ser induzido através do uso de maturadores, que são reguladores vegetais que retardam o crescimento vegetativo da planta (RODRIGUES, 1995).

O florescimento da cana-de-açúcar é controlado por um complexo de fatores, envolvendo, principalmente, o fotoperíodo, a temperatura, a umidade e a radiação solar (CASTRO, 2001), além da maturidade da planta e da fertilidade do solo (FARIAS et al., 1987). A interação entre esses fatores pode aumentar, manter ou prevenir a transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para reprodutivo (DUNKELMAN & BLANCHARD, 1974). O processo de florescência em si é bastante complexo, envolvendo fitocromo, hormônios, florígeno, ácidos nucléicos e fatores diversos (CASTRO, 1993).

A cana-de-açúcar é uma das culturas que é plantada por toletes que contêm uma ou mais gemas, a gema é um colmo em miniatura contendo nós, entrenós e primórdios de raiz e de gema que se desenvolvem para produzir outras canas que, nas fases iniciais de desenvolvimento, são chamados perfilhos (CASAGRANDE & VASCONCELOS, 2010).

Rocha (1984) afirma que o perfilhamento vai até perfilhos terciários, com aparecimento ou não de quaternários.

Com relação aos números de canas finais de cana-planta e soca, Prado (1988) fez contagem de perfilhos em três variedades, a partir de maio, na cana planta e julho na cana soca, mostrando que no final do ciclo da cana planta ocorreu diminuição do número de canas em 50%, 30% e 40%, respectivamente para as variedades SP701143, IAC52150 e NA5679, em relação ao número máximo de perfilhos observados entre o quinto e sétimo mês do desenvolvimento máximo da cultura. Em cana-soca a morte de canas foi de 45; 35 e 35%, para as mesmas variedades.

Dentre os fatores que podem interferir no processo, há que se citar a variedade, já destacada, a luminosidade que, se baixar, pode reduzir o perfilhamento, a temperatura que, à medida que se eleva, pode aumentar o perfilhamento até atingir 30°C (DILLEWIJN, 1952), a nutrição equilibrada e a umidade adequada do solo.

2.5 Manejo de plantio

Um dos atributos que mais interferem no desenvolvimento radicular é a densidade do solo, a densidade pode apresentar aumento de valores devido à compactação resultante de pressões exercidas pelo tráfego de máquinas, veículos, implementos e animais (DINARDO-MIRANDA, VASCONCELOS & LANDELL, 2010).

No sistema de colheita mecanizada na cultura de cana-de-açúcar, a ausência, ou revolvimento mínimo do solo, favorece a manutenção de teores de água mais elevados em virtude da manutenção dos resíduos culturais. Por isso, o tráfego sistemático de máquinas pode promover compactação excessiva na superfície do solo (SOUZA et al., 2005), principalmente em solos com elevados teores de argila.

A compactação por pneus pode ser superficial, provocada pela pressão de ar nos pneus e subsuperficial, provocada pelo peso por eixo dos tratores, colhedoras e máquinas agrícolas (HAKASSON & VOORHEES, 1998). Os mesmos pesquisadores inferiram que a profundidade máxima de efeito da compactação imposta por máquinas e implementos agrícolas, independentemente do tipo de solo e do peso do maquinário, não excede 0,5 m.

BELARDO, CASSIA & SILVA (2015) cita que a canteirização ou tráfego controlado entre fileiras de cana-de-açúcar de 1,5 m que hoje representa mais de 70% das áreas cultivadas pela cultura no Brasil, é possível pelo ajuste de bitolas de tratores, colhedoras, pulverizadores, transbordos e implementos que possam trafegar na área, isso porque na grande maioria os fabricantes já disponibilizam eixos e/ou prolongadores.

As plantas podem competir entre si (intraespecífica) e com outras plantas (interespecíficas) pelos recursos do meio (luz, água, nutrientes, CO₂, etc.). O tempo da competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas (ZANINE & SANTOS, 2004)

Aliado ao espaçamento de plantio, as empresas de colhedoras de cana-de-açúcar também vem desenvolvendo equipamentos que atendam a demanda crescente por colheita em espaçamentos adensados, para ganhos de produtividade, há equipamentos que colhem duas linhas adjacentes de 1,5 metros, totalizando 3,0 metros de largura de corte e equipamentos que pode fazer a colheita de 2 linhas espaçadas em até 1,10 m.

Considerando estes espaçamentos de plantio e colheita, outro ponto que pode ter grande melhoria, é o menor índice de compactação. O pisoteio das linhas de cana durante as safras resulta em queda de produtividade bem superior ao aumento previsto pela redução do espaçamento, ou seja, os benefícios oriundos da redução de espaçamento são suplantados pelos problemas encontrados na hora da colheita. Ensaio conduzidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) mostram queda de produtividade próxima a 10 t ha^{-1} por ano somente pela ação do pisoteio (BENEDINI & CONDE, 2008).

Na formação de viveiros de cana, é utilizado o plantio de cana picada, estrutura conhecida como rebolo no Nordeste, tolete e/ou olhadura na Região Centro-Sul. Esta estrutura tem tamanho variável de 30 a 50 cm, dependente da colhedora e do comprimento médio dos entrenós do colmo (RIPOLI e RIPOLI, 2004).

Para o plantio mecanizado os colmos são cortados em toletes com tamanho próximos a 40 cm, sendo o limite máximo para que dentro das plantadoras não causem embuchamentos e necessário para que os toletes apresentem de 2 a 3 gemas. A colhedora de cana deve receber alterações para colher mudas, para que não existam saliências que danifiquem as gemas dos toletes (CONDE, BENEDINI & PERTICARRARI, 2016).

É importante considerar que quando cortamos as mudas manualmente, os colmos antes de serem picados dentro dos sulcos, têm um tempo de “descanso” no campo suficiente para translocação de hormônios e auxinas que interferem na brotação, revigorando as gemas das regiões medianas e basais do colmo, mais velhas e que apresentam menos vigor (CONDE, BENEDINI & PERTICARRARI, 2016).

O sistema de Muda Pré-Brotada (MPB) vem nesta direção, pois permite a redução do volume de mudas e o melhor controle na qualidade de vigor, redundando em canaviais de excelente padrão clonal e, portanto, com maior homogeneidade (LANDELL, et al. 2012).

Também, a forma de distribuição espacial das mudas nas áreas de produção induz ao melhor aproveitamento dos recursos hídricos e nutricionais, o que reduz a competição intraespecífica estabelecida em canaviais com excesso de mudas, situação bastante comum em áreas comerciais de plantio mecanizado (LANDELL, et al. 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área

O experimento foi instalado em maio de 2014, na Fazenda Alto Formoso, área de arrendamento da Usina Cerradinho, localizada no município de Chapadão do Céu - GO, com latitude de 18° 30' 96" Sul, longitude 52° 73' 58" Oeste e altitude de 841 m. Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático da região é Aw, caracterizado como tropical de estação seca, com estação chuvosa no verão e inverno seco. A região apresenta precipitação média anual de 1740 mm, temperatura média anual ao redor de 23,2 °C. O solo da área experimental, classificado segundo preceitos da Embrapa (2013), é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

A dessecação, antes do plantio, foi feita utilizando os herbicidas Triomax 0,5 L ha⁻¹ + Trifluralina 3 L ha⁻¹ + Aurora 0,15 L ha⁻¹ + Atrazina 3 L ha⁻¹ + Glifosato 5 L ha⁻¹ + Hexazinona 0,4 L ha⁻¹. O adubo de plantio utilizado foi o formulado 04-28-16 + 0,5 Zn + 0,3 B na dose de 500 kg ha⁻¹ nas linhas duplas e 750 kg ha⁻¹ nas linhas triplas. Como fungicida de plantio foi usado Comet 0,5 L ha⁻¹ e como inseticida e cupinicida foi utilizado o Regent 0,25 L ha⁻¹. Em tratos culturais foram feitas três capinas manualmente.

De acordo com as análises de solo, o preparo do solo foi efetuado por meio de uma gradagem e uma subsolagem em fevereiro de 2014, em seguida foi efetuada a distribuição do calcário 3 t ha⁻¹ e realizada uma segunda gradagem. Antes da primeira gradagem foi aplicado 1 t ha⁻¹ de gesso e 1 t ha⁻¹ de fosfato.

De acordo com os dados de Precipitação e Temperatura, no período logo após o plantio houve pouca chuva e também baixa temperatura comparado com outros meses onde estava instalado o experimento (Figura 1)

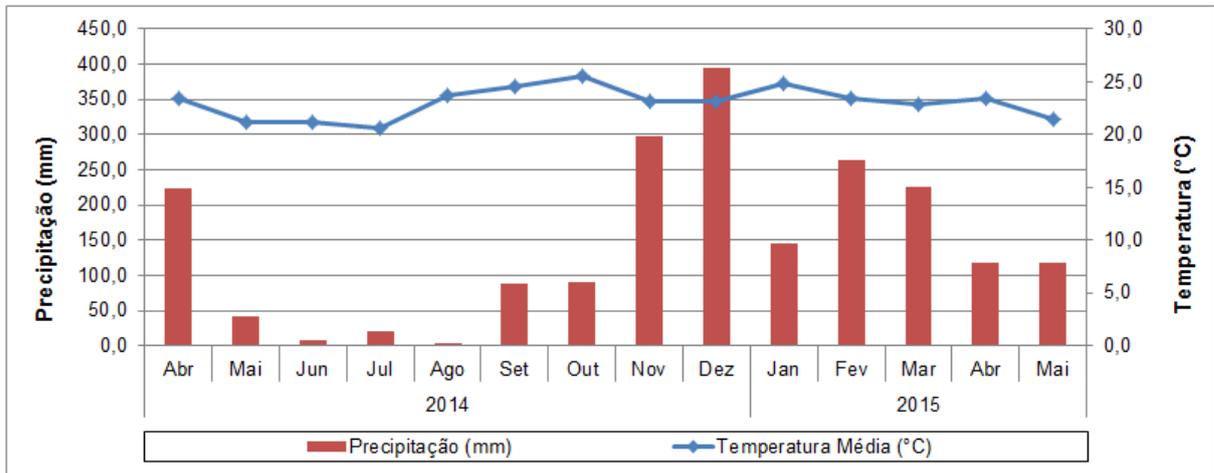


Figura 1. Precipitação e temperatura média durante o período de condução do experimento foram avaliadas no período de crescimento, do experimento em estação meteorológica própria da Usina Cerradinho, Chapadão do Céu, 2015.

As análises química do solo foram realizadas nas camadas de 0,0 a 0,25 m e 0,25-0,50 m e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Chapadão do Céu, 2015.

Profundidade m	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P	S	Ca	Mg	K	Al	H+Al SMP	SB	CTC SMP	V SMP	m
			Resina	SO ₄									
			---mg dm ⁻³ ---		-----mmol _c dm ⁻³ -----						%	%	
0,00-0,25	4,5	25	7	26	29	8	1	4	54	38,3	92,3	42	9
0,25-0,50	4,3	18	4	30	23	5	1	7	61	28,6	89,6	32	20

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

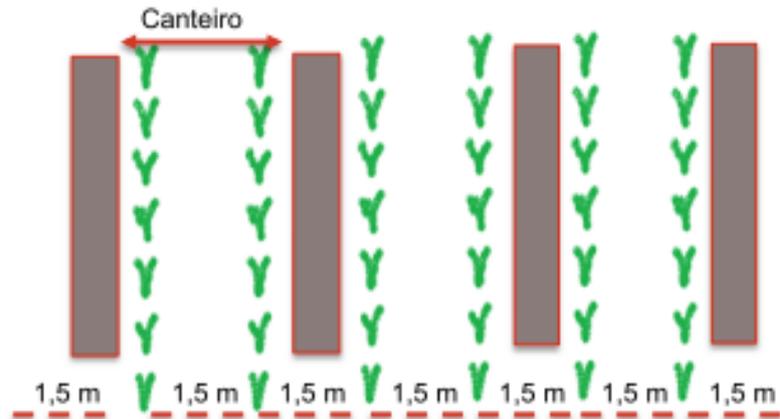
Com 12 tratamentos e 4 repetições, a área total da parcela foi de 60 m², sendo 6 m de largura e 10 m de comprimento. O número de linhas e a distribuição das plantas foram decorrentes do arranjo utilizado, para cultivar de plantio a

variedade RB966928, de maturação precoce, alto perfilhamento e alta brotação em planta e soca.

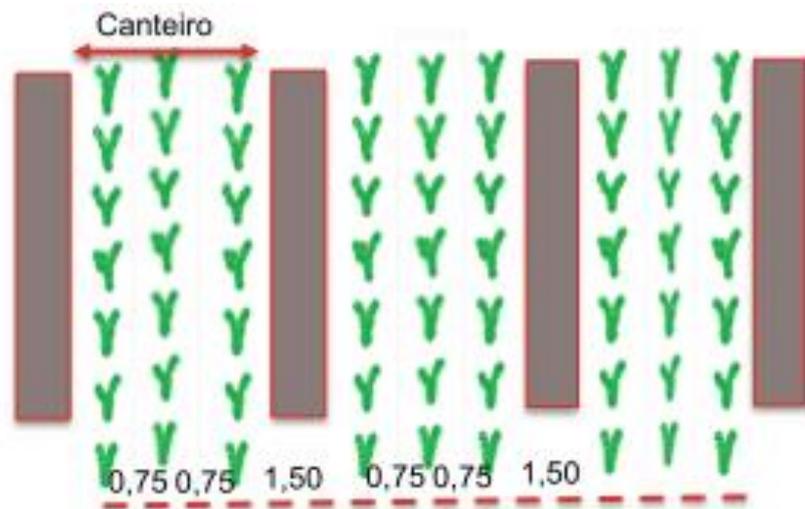
Os tratamentos foram constituídos pelos arranjos: convencional duplo (CD), convencional triplo linha total (CTLT), convencional triplo linha lateral (CTLL), convencional triplo linha meio (CTLM), mudas pré-brotadas duplo 0,5 metros (MPBD 0,5), mudas pré-brotadas duplo 0,75 metros (MPBD 0,75), mudas pré-brotadas triplo 0,5 metros linha total (MPBT 0,5 LT), mudas pré-brotadas triplo 0,5 metros linha lateral (MPBT 0,5 LL), mudas pré-brotadas triplo 0,5 metros linha meio (MPBT 0,5 LM), mudas pré-brotadas triplo 0,75 metros linha total (MPBT 0,75 LT), mudas pré-brotadas triplo 0,75 metros linha lateral (MPBT 0,75 LL) e mudas pré-brotadas triplo 0,75 metros linha meio (MPBT 0,75 LM).

O arranjo convencional duplo foi constituído por quatro linhas espaçadas de 1,50 m entre si e plantio em toletes com cerca de 35 cm de comprimento, com 2 a 3 gemas, e densidade de aproximadamente 20 gemas por metro. O arranjo convencional triplo foi constituído por seis linhas, agrupadas em dois conjuntos de três linhas. O espaçamento entre os conjuntos foi de 1,5 m e entre as linhas do conjunto foi de 0,75 m. O plantio foi feito com toletes, da mesma forma utilizada para o arranjo convencional duplo.

O arranjo em mudas pré-brotadas (MPB) utilizou mudas uniformes com cerca de 70 dias de crescimento. Os espaçamentos para MPB duplo e triplo foram os mesmos utilizados para o arranjo convencional duplo e triplo. As mudas foram distribuídas em dois espaçamentos nas linhas 0,50 e 0,75 metros entre si, nos tratamentos de linhas duplas e triplas. O arranjo triplo considerou a colheita diferenciada das linhas: linhas totais (LT) – foram colhidas todas as linhas, linhas laterais (LL) – foram colhidas apenas as linhas laterais e linhas do meio (LM) – colheram-se apenas as linhas do meio.



Esquema 1. Espaçamento Convencional Duplo (1,5 x 1,5 m)



Esquema 2. Espaçamento Triplo (0,75 x 0,75 x 1,5 m)

3.3 Avaliações das características agrônômicas

Avaliações feitas a partir dos 210 dias após plantio (DAP), continuando na sequência aos 240, 270, 300, 330. Aos 360 DAP foi feita a avaliação de colheita, que determinou o resultado final.

Na avaliação final aos 360 DAP também foi feita as características tecnológicas, onde foram separadas 10 canas por linha de plantio para os tratamentos duplos e 10 canas por linha de plantio para os tratamentos triplos.

3.3.1 Altura de colmos (ALT)

Medida com trena, determinada pela base até a altura da folha +1 em metros, avaliações em 20 canas nos tratamentos duplos (10 canas em cada linha de plantio) e 30 canas nos tratamentos triplos (10 canas em cada linha de plantio) por repetição.



Foto 1: Aurícula ou Dewlap



Foto 2: Aurícula ou Dewlap folha +1

3.3.2 Diâmetro de colmos (DIAM)

Medido com paquímetro no terço médio da planta centímetros (cm), avaliações em 20 canas nos tratamentos duplos (10 canas em cada linha de plantio) e 30 canas nos tratamentos triplos (10 canas em cada linha de plantio) por repetição.

3.3.3 Número colmos por metro (NCOLMOSM)

Números de canas por metro, contagem em 20 metros nos tratamentos duplos (10 metros em cada linha de plantio) e 30 metros nos tratamentos triplos (10 metros em cada linha de plantio) por repetição.

3.3.4 Massa de 10 colmos (MCOLMOS)

Peso com balança de 20 canas nos tratamentos duplos (10 canas por linha de plantio) 30 canas nos tratamentos triplos (10 canas em cada linha de plantio) por repetição.

3.3.5 Tonelada Colmos por Hectare (TCH)

No cálculo de TCH, foi considerada a fórmula abaixo, pois as medições são feitas por metro linear:

Para o espaçamento duplo (1,5 metros x 1,5 metros)

$$\text{TCH} = \text{NCOLMOSM} * (\text{MCOLMOS} / 10) * 6.667 / 1000$$

Em que:

NCOLMOSM = número de canas por metro

MCOLMOS = massa 10 canas / 10 canas = peso de 1 cana

6.667 = variável transformada de 1 hectare (10.000 m²) / 1,5 metros que é o espaçamento duplo

1000 = variável para transformar quilos em toneladas

Para o espaçamento triplo (1,5 metros x 0,75 metros x 0,75 metros)

$$\text{TCH} = \text{NCOLMOSM} * (\text{MCOLMOS} / 10) * 10000 / 1000$$

Em que:

NCOLMOSM = número de canas por metro

MCOLMOS = massa 10 canas / 10 canas = peso de 1 cana

10000 = variável transformada de 1 hectare (10.000 m²) / 1,0 metro que é a média do espaçamento triplo

1000 = variável para transformar quilos em toneladas

3.4 Avaliações tecnológicas em laboratório (MANUAL CONSECANA, 2006):

3.4.1 Açúcar Total Recuperável (ATR)

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

$$\text{ATR} = 10 \times \text{PC} \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times \text{ARC} \times 0,905 \text{ ou,}$$

$$\text{ATR} = 9,5263 \times \text{PC} + 9,05 \times \text{ARC}, \text{ onde:}$$

10 x PC = pol por tonelada de cana

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

0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5% (nove e meio por cento)

10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana

3.4.1 Brix

A determinação do brix (teor de sólidos solúveis por cento, em peso, de caldo) foi realizada em refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura, com saída para impressora e/ou registro magnético e resolução máxima de 0,1º Brix (um décimo de grau brix), sendo o valor final expresso à 20 °C (vinte graus Celsius). Quando houver presença de impurezas minerais no caldo, o brix poderá ser determinado em caldo filtrado, em papel de filtro qualitativo, a partir da 6ª (sexta) gota do filtrado. Quando se utilizar a determinação por Espectrofotometria de Infravermelho Próximo (NIR), o caldo deverá ser filtrado e/ou peneirado.

3.4.2 POL

A leitura sacarimétrica do caldo foi determinada em sacarímetro digital, automático, com peso normal igual à 26 g (vinte e seis gramas), resolução de 0,01ºZ (um centésimo de grau de açúcar) e calibrado a 20 °C (vinte graus Celsius), em comprimento de onda de 587 e 589,4 nm (quinhentos e oitenta e sete e

quinhentos e oitenta e nove e quatro décimos nanômetros), provido de tubo polarimétrico de fluxo contínuo e com saída para impressora e/ou registro magnético de dados, após clarificação do caldo com mistura clarificante à base de alumínio. A mistura clarificante, à base de alumínio foi preparada de acordo com a norma N-136.(N-136. Preparo da mistura clarificante à base de alumínio).

Componentes:

- cloreto de alumínio hexahidratado: especificação mínima de reagente p.a., com pureza maior ou igual a 90%;
- hidróxido de cálcio: especificação mínima de reagente p.a., com pureza, maior ou igual a 95%;
- auxiliar de filtração: a sua especificação não é crítica para a mistura, pois, ela não interfere nas reações de clarificação. Os seguintes produtos podem ser usados: Celite nuclear 545, Celite Hyflo Supercel, Perfiltro 443 e Fluitec M10 e M30.
- as quantidades de cada produto necessárias para se produzir 1000 g da mistura são as seguintes:

1 parte de hidróxido de cálcio	143 g
2 partes de cloreto de alumínio hexahidratado	286 g
4 partes de auxiliar de filtração	571 g
Total	1.000 g

A quantidade da mistura, à base de alumínio, recomendada deve ser no mínimo, de 6 g/100 ml (seis gramas por cem mililitros).

3.4.3 PUREZA

A pureza aparente do caldo (Q) definida como a porcentagem de pol em relação ao brix, foi calculada pela equação:

$Q = 100 \times S \div B$, onde:

S = pol do caldo;

B = brix do caldo.

A unidade industrial poderá recusar o recebimento de carregamentos, com pureza do caldo abaixo de 75% (setenta e cinco por cento).

Os carregamentos, analisados conforme estas normas e cuja pureza do caldo estiver abaixo de 75% (setenta e cinco por cento), se descarregados, não poderão ser excluídos do sistema.

3.4.3 FIBRA

A fibra da cana (F) foi calculada pela equação:

$$F = 0,08 \times \text{PBU} + 0,876, \text{ onde:}$$

PBU = peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

As unidades industriais poderão optar pela determinação direta da fibra da cana pelo método de Tanimoto, consoante os procedimentos descritos na norma N-143 e calculada pela seguinte equação:

$$F = [(100 \times \text{PBS}) - (\text{PBU} \times B)] \div [5 \times (100 - B)], \text{ onde:}$$

PBS = peso do bagaço seco;

PBU = peso do bagaço úmido;

B = brix do caldo.

3.4.3 PESO DO BAGAÇO (BOLO) ÚMIDO (PBU)

O peso do bagaço (bolo) úmido utilizado para o cálculo da fibra da cana (F) é obtido em balança semi-analítica, conforme N-057. • PESAGEM DA AMOSTRA PARA ANÁLISE: N-057. A pesagem de 500 g (quinhentos gramas), com tolerância de, mais ou menos, 0,5 g (cinco decigramas), da amostra final, homogeneizada mecanicamente, foi feita em balança semi-analítica, eletrônica e com saída para impressora e/ou registro magnético, com resolução máxima de 0,1 g (um decigrama). O material restante servirá como contra prova, não podendo ser desprezado, até que sejam concluídas as leituras de brix e de pol.

3.5 Retorno econômico:

3.5.1 Produção total de quilos de Açúcar Total Recuperável (ATR) por hectare (PROD ATR HA)

O cálculo de produção de ATR por hectare foi feito pela fórmula abaixo:

$$\text{PROD ATR HA} = \text{TCH} * \text{ATR}$$

Em que:

TCH = Tonelada de Cana Por Hectare

ATR = Açúcar Total Recuperável

3.5.2 Produção de litros de Etanol por hectare (PROD ETANOL HA)

O cálculo de produção de Etanol por hectare é feito pela fórmula abaixo:

$$\text{PROD ETANOL HA} = \text{PROD ATR HA} * 0,59126$$

Em que:

PROD ATR HA = Produção total de ATR por hectare

0,59126 = variável de cálculo da empresa de acordo com consultoria externa utilizada a nível geral do setor (é como se fosse do total de ATR produzido em 1 hectare - 59,126% se transformasse em Etanol)

3.5.3 Valor (R\$) de retorno econômico da produção de ATR por Hectare (R\$ ATR HA)

O cálculo de retorno econômico de produção de ATR por hectare é feito pela fórmula abaixo:

$$\text{R\$ ATR HA} = \text{PROD ATR HA} * 0,5354$$

Em que:

PROD ATR HA = Produção total de ATR por hectare

0,5354 = Valor em R\$ do preço quilo (kg) do ATR acumulado até fevereiro 2016. (Consecana, 2016)

3.5.4 Valor (R\$) de retorno econômico da produção de Etanol por Hectare (R\$ ETANOL HA)

O cálculo de retorno econômico de produção de Etanol por hectare é feito pela fórmula abaixo:

$$\text{R\$ ETANOL HA} = \text{PROD ETANOL HA} * 1,8810$$

Em que:

PROD ATR HA = Produção total de ATR por hectare

1,8810 = Valor em R\$ do litro de Etanol acumulado até fevereiro 2016. (Consecana, 2016)

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. A análise de regressão foi utilizada para verificar o ajuste de modelos polinomiais para variáveis dependentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de número de colmos por metro

O número de colmos por metro reduziu ao longo do tempo de avaliação, que se iniciou 7 meses após o plantio (210), passando de 16 para 10,6 canas aos 11 meses (Figura 2). A redução do número de perfilhos é de ocorrência normal em função da competição que se estabelece por planta na manutenção final dos perfilhos. Foi verificada uma redução de 66,2% no perfilhamento de 210 para 330 dias após plantio, maior do que os 50% encontrado por Prado (1988) em cana-planta.

Após a fase de brotação, inicia-se o perfilhamento por volta de 40 dias depois do plantio e pode durar até 120 dias. Fatores como cultivar, luz, temperatura, nutrição e umidade do solo influenciam o perfilhamento da cana-de-açúcar, podendo causar inibição do perfilhamento da cultura (SUGARCANE, 2011).

A Figura 2 mostra que a definição final de stand (colmos/m) começou a acontecer a partir de 210 DAP, e que a perda desses colmos pode ter acontecido pela competição de diversos fatores como por exemplo: luz, temperatura, nutrientes, água.

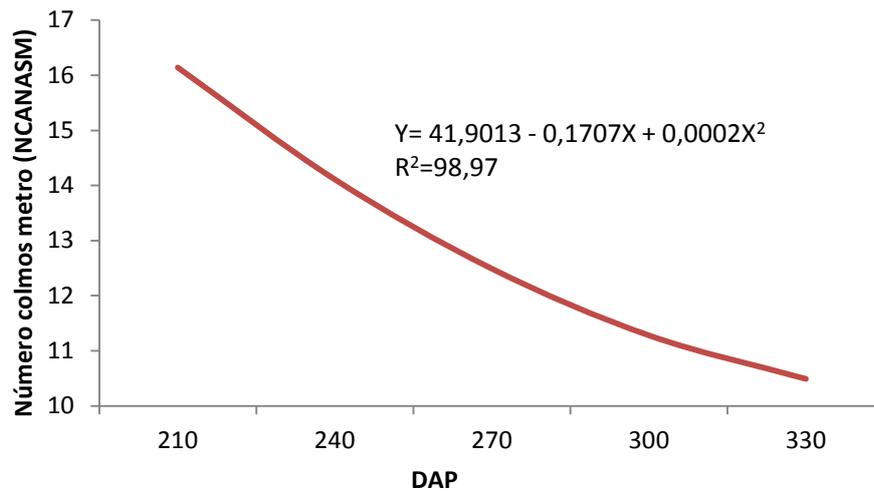


Figura 2. Número de colmos por metro (NCOLMOSM) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.

Após os 210 DAP da cana-de-açúcar, os arranjos de plantio foram importantes na definição do número final de colmos por metro (Tabela 2). Observa-se que o maior número de colmos foi encontrado com o espaçamento MPBD 0,5 com 27% superior ao espaçamento Convencional Duplo que é o espaçamento mais utilizado no Brasil neste momento, enquanto os menores números de colmos foram verificados em arranjos triplos (CTLM; MPBT 0,5 LM; MPBT 0,75 LM), todos para as linhas médias.

Provavelmente a presença de uma linha a mais, reduzindo o espaçamento entre linhas para 0,75 m, acentua a competição entre as plantas, refletindo na redução no número de colmos na linha média, que compete diretamente com as duas linhas laterais. As reduções observadas na linha mediana em relação as linhas laterais foram de 30,8% para CT, 39,4% para o MPBT 0,75 e 41,0% para o MPBT 0,5.

Tabela 2. Número de colmos por metro (NCOLMOSM) em função dos arranjos de plantio, Chapadão do Céu, 2016.

Tratamentos	NCOLMOSM
CD	11,83 d
CTLT	13,11 c
CTLL	14,22 b
CTLM	10,87 e
MPBD 0,5	16,10 a
MPBD 0,75	14,51 b
MPBT 0,5 LT	12,76 c
MPBT 0,5 LL	14,12 b
MPBT 0,5 LM	10,02 e
MPBT 0,75 LT	12,85 c
MPBT 0,75 LL	14,19 b
MPBT 0,75 LM	10,18 e
Média	12,9
CV (%)	9,61

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Skott Knott.

A altura dos colmos cresceu linearmente em função do tempo de avaliação da cana-de-açúcar para todos os arranjos de plantio (Figura 3). Observa-se que no arranjo convencional duplo, a altura dos colmos sempre ficou abaixo dos valores observados para os demais arranjos, enquanto o arranjo MPBT 0,75 LL foi o que apresentou a maior altura de colmos. A altura dos colmos, associados ao número de colmos por área e ao diâmetro dos mesmos, são determinadores da produtividade de colmos.

Basile Filho (1992), em dois espaçamentos (1,0 e 1,45 m) e três variedades de cana-de-açúcar demonstrou que a altura dos colmos foi maior e o seu diâmetro menor para o espaçamento de 1,0 metro, quando comparado com o espaçamento de 1,45 metros.

Também observado neste trabalho, onde os espaçamentos triplos obtiveram maiores alturas quando comparados com os espaçamentos duplos, neste caso com uso de MPB.

As equações encontradas para a altura de colmos em função do tempo de avaliação foram: Y CD= $1,251625 + 0,010662X$ $R^2=97,91$; Y CTLL= $-0,477064 + 0,008932X$ $R^2=99,44$; Y CTLM= $-0,403616 + 0,008195X$ $R^2=98,85$; Y CTLT= $-0,458330037 + 0,008711X$ $R^2=99,31$; Y MPBD 0,5= $-0,796375 + 0,009871X$ $R^2=99,89$; Y MPBD 0,75= $-0,800125 + 0,010129X$ $R^2=99,08$; Y MPBT 0,5 LL = $-1,464875 + 0,012638X$ $R^2=98,39$; Y MPBT 0,5 LM = $-1,662750 + 0,013408X$ $R^2=98,58$; Y MPBT 0,5 LT= $-1,530833 + 0,012894X$ $R^2=98,47$; Y MPBT 0,75 LL= $-1,294125 + 0,012229X$ $R^2=98,99$; Y MPBT 0,75 LM= $-1,481250 + 0,013142X$ $R^2=99,20$; Y TRIPLO 0,75 LT= $-1,356500 + 0,012533X$ $R^2=99,09$

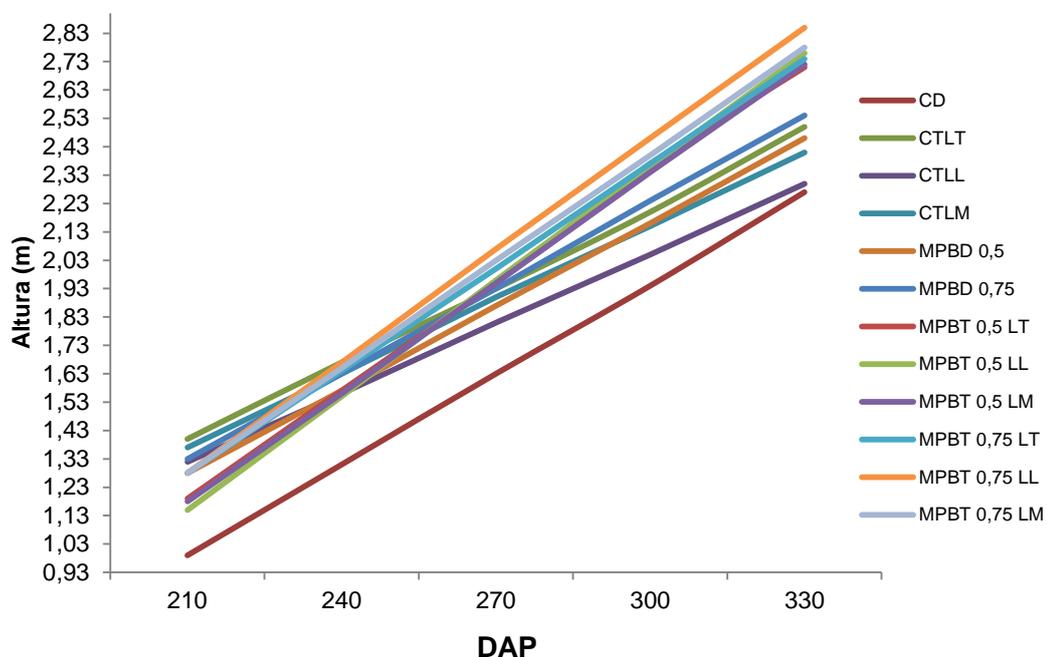


Figura 3. Altura de Colmos (ALT) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.

O arranjo convencional duplo sempre apresentou as menores alturas de colmos para todos os períodos de avaliação, mesmo que não tenha se diferenciado de outros arranjos a partir de 270 DAP (Tabela 3). A partir dos 300 DAP, o arranjo em plantio com MPB em linhas triplas foi superior para altura de plantas aos arranjos convencional duplo, convencional triplo e MPB duplo.

Tabela 3. Altura de Colmos (ALT) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.

Tratamento	(DAP)				
	210	240	270	300	330
CD	0,92 b	1,32 c	1,74 b	1,91 c	2,23 c
CTLT	1,35 a	1,64 a	1,94 a	2,11 b	2,43 b
CTLL	1,38 a	1,67 a	1,98 a	2,16 b	2,48 b
CTLM	1,30 a	1,57 b	1,87 b	2,00 c	2,32 c
MPBD 0,5	1,27 a	1,57 b	1,89 b	2,15 b	2,47 b
MPBD 0,75	1,31 a	1,60 a	2,02 a	2,21 b	2,53 b
MPBT 0,5 LT	1,24 a	1,54 b	1,94 a	2,41 a	2,73 a
MPBT 0,5 LL	1,25 a	1,53 b	1,83 b	2,40 a	2,72 a
MPBT 0,5 LM	1,20 a	1,54 b	1,84 b	2,44 a	2,76 a
MPBT 0,75 LT	1,31 a	1,64 a	1,94 a	2,46 a	2,78 a
MPBT 0,75 LL	1,32 a	1,62 a	1,92 a	2,43 a	2,75 a
MPBT 0,75 LM	1,30 a	1,68 a	1,98 a	2,53 a	2,85 a

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Skott Knott.

Observa-se na figura 4 que alguns arranjos de plantio propiciaram menores valores de diâmetro do colmo ao longo de todo período de avaliação, enquanto outros arranjos permitiram a retomada do crescimento do diâmetro do colmo a partir de um determinado tempo. Os arranjos triplo 0,5 LL, triplo 0,5 LM e triplo 0,5 LT atingiram maior valor para diâmetro do colmo, enquanto o arranjo convencional triplo LM apresentou menor valor para diâmetro do colmo.

As equações encontradas para o diâmetro de colmos em função do tempo de avaliação foram: Y CD= $6,975750 - 0,028100X + 0,000042X^2$ $R^2=93,90$; Y CTLL= $6,498553 - 0,023522X + 0,000031X^2$ $R^2=91,68$; Y CTLM= $6,262025 - 0,022370X + 0,000029X^2$ $R^2=91,22$; Y CTLT= $6,420489 - 0,023146X + 0,000030X^2$ $R^2=91,53$; Y MPBD 0,5= $6,310214 - 0,020668X + 0,000023X^2$ $R^2=90,50$; Y MPBD 0,75= $6,873821 - 0,027280X + 0,000039X^2$ $R^2=93,46$; Y MPBT 0,5 LL= $7,671607 - 0,037845X + 0,000069X^2$ $R^2=89,64$; Y MPBT 0,5 LM= $6,832429 - 0,030887X + 0,000055X^2$ $R^2=93,93$; Y MPBT 0,5 LT= $7,389110 - 0,035498X + 0,000064X^2$ $R^2=91,60$; Y MPBT 0,75 LL = $9,990857 - 0,052015X + 0,000089X^2$ $R^2=97,88$; Y MPBT 0,75 LM= $9,912714 - 0,052673X + 0,000091X^2$ $R^2=97,41$; Y MPBT 0,75 LT= $9,970379 - 0,052289X + 0,000090X^2$

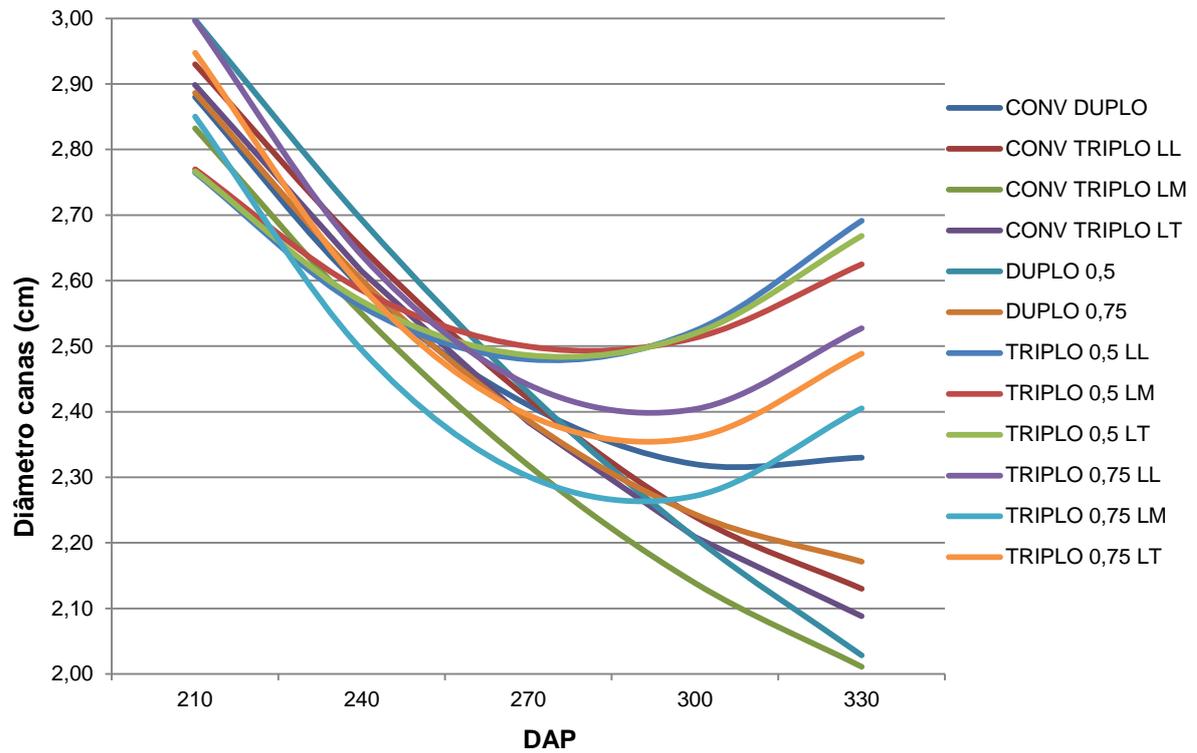


Figura 4. Diâmetro colmos (DIAM) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.

A diferença entre os arranjos de plantio para o diâmetro do colmo ocorreu apenas a partir de 300 DAP, onde o arranjo triplo 0,5 foi superior a todos os demais, indicando que a maior proximidade das plantas na linha de plantio não afetou o aumento do diâmetro dos colmos (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro colmos (DIAM) em função do tempo após plantio (DAP), Chapadão do Céu, 2016.

Tratamento	DAP				
	210	240	270	300	330
CONV DUPLO	2,88 a	2,69 a	2,47 a	2,19 c	2,29 c
CONV TRIPLO LL	2,90 a	2,69 a	2,50 a	2,09, c	2,19 c
CONV TRIPLO LM	2,80 a	2,60 a	2,41 a	1,98 c	2,08 c
CONV TRIPLO LT	2,86 a	2,66 a	2,47 a	2,05 c	2,15 c
DUPLO 0,5	2,95 a	2,75 a	2,53 a	2,01 c	2,11 c
DUPLO 0,75	2,85 a	2,65 a	2,44 a	2,01 c	2,22 c
TRIPLO 0,5 LL	2,76 a	2,58 a	2,42 a	2,58 a	2,68 a
TRIPLO 0,5 LM	2,76 a	2,62 a	2,46 a	2,53 a	2,63 a
TRIPLO 0,5 LT	2,76 a	2,60 a	2,44 a	2,56 a	2,66 a
TRIPLO 0,75 LL	2,98 a	2,68 a	2,39 a	2,43 b	2,53 b
TRIPLO 0,75 LM	2,84 a	2,63 a	2,25 a	2,30 b	2,49 b
TRIPLO 0,75 LT	2,93 a	2,63 a	2,34 a	2,39 b	2,49 b

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Skott Knott.

4.2 Avaliação da produtividade e características tecnológicas

As variáveis biométricas foram influenciadas pelos tratamentos, exceto a massa de canas (Tabela 5). O número de canas por metro, que constitui um importante componente de produção foi favorecido pelos arranjos MPBD 0,5, CD, MPBD 0,75 e MPBT 0,75 LM, sem diferença entre os mesmos. Da mesma forma, a menor produção de canas foi verificada para o arranjo CTLM, mas sem diferença com MPBT 0,75 LM, CTLT e MPBT 0,5 LM. Apesar de o arranjo triplo resultar em maior produtividade de canas, o número de canas, que constitui apenas um dos componentes da produtividade nem sempre acompanha diretamente o resultado, isso ocorre porque o valor final depende da altura, do diâmetro e da massa desse colmo (Tabela 5). A cana-de-açúcar sendo uma planta do ciclo C4 consegue maior acúmulo de massa com alta disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa. No arranjo duplo, o espaçamento entre linhas é fixo e todas estão sujeitas a mesma radiação, no entanto, no arranjo triplo, a linha do meio do conjunto tem uma distância menor para a incidência da radiação, quando comparada as linhas laterais,

podendo interferir no desenvolvimento das mesmas. Observa-se para o número de canas que em todos os arranjos triplos a linha do meio foi prejudicada em relação as linhas laterais. A redução do número de canas na linha do meio foi de 18,8, 20,2 e 30,4% para os arranjos MPBT 0,5, convencional triplo (CT) e MPBT 0,75, respectivamente. De acordo com Aude (1993), o número de perfilhos decresce em função da competição por luz, água e nutrientes.

Para altura de planta, o maior valor foi verificado no arranjo MPBD 0,75, com 3,46 m, mas não diferindo de outros arranjos. No arranjo CD observou-se a menor altura de plantas (Tabela 5). Embora se espere menor rendimento da cana-de-açúcar com maior sombreamento das folhas, nesse caso, pode ocorrer um estiolamento da planta buscando melhorar a competição por luz. Assim, no arranjo convencional triplo e MPBT 0,75, não houve diferença na altura de plantas entre as linhas laterais e a linha do meio. Apenas para MPBT 0,5 as linhas laterais atingiram altura 5,6% superior as linhas do meio.

Os maiores diâmetros de colmo foram observados para os arranjos CD, CD 0,75 e todos os MPB triplo 0,75. Todos os demais arranjos não apresentaram diferença entre si. Esse sombreamento, não afetou o acúmulo de massa nas canas porque não houve diferença entre as linhas laterais e a linha do meio nos arranjos triplos (Tabela 5).

A massa de 10 plantas constitui outro importante componente da produtividade, no entanto não houve diferença entre os tratamentos. Assim, considerando o arranjo triplo, o efeito da redução do espaçamento entre as linhas afetou diretamente o número de canas, não interferindo na altura, diâmetro e massa de canas, sendo assim o fator decisivo para aumentar a produtividade de canas por hectare nesse arranjo de plantas.

A maior produtividade de cana-de-açúcar (TCH) foi obtida para o arranjo MPBT 0,75 LL, no entanto, na prática de colheita, todas as três linhas são colhidas juntas, dessa forma o melhor resultado recai sobre o arranjo MPBT 0,75 LT. A menor produtividade de canas foi atingida pelo arranjo convencional duplo. Em sequência, os arranjos que propiciaram maior produtividade de canas, do maior para o menor foram MPBT 0,75; MPBT 0,5; MPBD 0,75; MPBD 0,5, CT e CD. No arranjo triplo, as linhas do meio do conjunto tiveram uma redução na produtividade de canas, quando

comparadas as linhas laterais, em 28,2, 21,8 e 15,4%, respectivamente para os arranjos MPBT 0,75, MPBT 0,5 e CT.

Sprague e Dudley (1988), em produção de milho verificaram que a redução do espaçamento entre linhas proporcionou ganhos por volta de 15 a 20% a mais por hectare. Pereira Junior (1984), Basile Filho (1992) e Galvani et al. (1997) obtiveram maior produtividade de colmos de cana-de-açúcar quando trabalharam com redução do espaçamento entre as linhas.

Ainda considerando produtividade de milho, no cerrado brasileiro, os benefícios reportados pela redução do espaçamento entre linhas são percentualmente maiores do que no Sul do país, oscilando entre 9% e 41%, dependendo da densidade, da cultivar e do ano agrícola (FUNDAÇÃO RIO VERDE, 2002).

A produtividade média do arranjo com uso de mudas pré-brotadas foi 15,2% superior ao observado para o plantio convencional, com uso de toletes. A variação média entre os arranjos de plantio com mudas pré-brotadas entre linhas duplas e triplas foi 15,1% superior para o plantio em linhas triplas. O TCH para o arranjo CT foi 17,3% superior ao observado no arranjo CD e finalmente, o arranjo que propiciou o maior TCH, MPBT 0,75, foi 43,2% superior ao arranjo que resultou em menor TCH, convencional duplo.

Tabela 5. Avaliação biométrica da cana-de-açúcar para as características número de canas por metro (NCOLMOSM), altura de plantas, em m (ALT), Diâmetro do colmo (cm) (DIAM), massa de 10 canas, em kg (MCOLMOS) e tonelada de cana por hectare (TCH) em 360 DAP. Chapadão do Céu - GO, 2015.

Tratamentos	Características Avaliadas				
	NCOLMOS	ALT (m)	DIAM (cm)	MCOLMOS (kg)	TCH (t/ha)
Convencional Duplo	10,35 a	2,95 c	2,41 a	14,82 a	103,23 h
Convencional Triplo LT	7,55 d	3,11 b	2,38 b	16,06 a	121,13 f
Convencional Triplo LL	8,41 c	3,09 b	2,37 b	15,96 a	131,27 d
Convencional Triplo LM	7,00 d	3,15 b	2,39 a	16,25 a	113,78 g
MPB Duplo 0,5	10,98 a	3,41 a	2,37 b	15,59 a	111,35 g
MPB Duplo 0,75	10,29 a	3,46 a	2,44 a	16,45 a	113,23 g
MPB Triplo 0,5 LT	8,48 c	3,31 a	2,31 b	15,73 a	144,68 c
MPB Triplo 0,5 LL	9,15 b	3,39 a	2,32 b	15,46 a	153,85 b
MPB Triplo 0,5 LM	7,70 d	3,21 b	2,29 b	16,20 a	126,35 e
MPB Triplo 0,75 LT	9,13 b	3,39 a	2,44 a	16,39 a	147,78 c
MPB Triplo 0,75 LL	9,86 a	3,38 a	2,43 a	16,12 a	159,20 a
MPB Triplo 0,75 LM	7,56 d	3,41 a	2,51 a	16,25 a	124,18 e
Média	8,87	3,27	2,39	15,94	129,17
CV (%)	6,62	2,51	2,45	4,69	1,95

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Skott Knott.

Para as análises tecnológicas, não foi verificada diferenças entre as características avaliadas (Tabela 6). De acordo com Irvine e Benda (1980), a redução no espaçamento entre linhas leva ao aumento no teor de fibras dos colmos, o que reduz a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, no entanto, o mesmo não foi verificado no presente trabalho.

Tabela 6. Avaliação tecnológica da cana-de-açúcar para as características açúcar total recuperável (ATR), BRIX, POL, PUREZA e FIBRA. Chapadão do Céu, 2015.

Tratamentos	Características Avaliadas				
	ATR	BRIX	POL	PUREZA	FIBRA
Convencional Duplo	138,4 a	18,30 a	15,40 a	85,73 a	11,30 a
Convencional Triplo LT	141,65 a	18,66 a	16,32 a	87,26 a	10,88 a
Convencional Triplo LL	141,85 a	18,67 a	16,34 a	87,14 a	10,93 a
Convencional Triplo LM	141,23 a	18,68 a	16,21 a	87,00 a	10,75 a
MPB Duplo 0,5	139,05 a	18,45 a	16,03 a	86,89 a	11,01 a
MPB Duplo 0,75	138,68 a	18,49 a	16,00 a	86,52 a	11,09 a
MPB Triplo 0,5 LT	139,65 a	18,54 a	15,95 a	86,25 a	11,10 a
MPB Triplo 0,5 LL	139,18 a	18,45 a	15,92 a	86,26 a	10,97 a
MPB Triplo 0,5 LM	140,65 a	18,68 a	16,22 a	86,84 a	11,02 a
MPB Triplo 0,75 LT	140,48 a	18,66 a	16,20 a	86,86 a	11,03 a
MPB Triplo 0,75 LL	140,58 a	18,67 a	16,26 a	87,11 a	11,12 a
MPB Triplo 0,75 LM	140,20 a	18,63 a	16,10 a	86,43 a	10,82 a
Média	140,27	18,57	16,08	86,69	11,00
CV (%)	1,10	0,13	0,26	0,46	0,15

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Skott Knott.

4.3 Avaliação econômica

Os maiores valores para produtividade de ATR, produtividade de etanol, retorno econômico em ATR e em etanol foram obtidos com o arranjo triplo 0,75 LL (Tabela 7). A valoração por ATR é importante porque é o valor utilizado para a usina pagar seus fornecedores de matéria-prima, enquanto a valoração em etanol indica o retorno que a usina pode obter com a venda desse produto final, sem considerar as receitas que ainda podem advir da produção de bioeletricidade e vinhaça.

Tabela 7. Retorno econômico por hectare observado por Produção de Açúcar Total Recuperável por Hectare (PROD ATR HA), Produção de Etanol por Hectare (PROD ETANOL HA), Valor em Açúcar Total Recuperável por Hectare (R\$ ATR HA) e Valor em Etanol por Hectare (R\$ ETANOL HA).

TRATAMENTO	PROD ATR HA	PROD ETANOL HA	R\$ ATR HA	R\$ ETANOL HA
CONV DUPLO	12.563,67 g	7.428,40 g	R\$ 6.726,59 g	R\$ 13.972,81 g
CONV TRIPLO LL	18.623,70 d	11.011,45 d	R\$ 9.971,13 d	R\$ 20.712,53 d
CONV TRIPLO LM	16.067,10 f	9.499,81 f	R\$ 8.602,31 f	R\$ 17.869,15 f
CONV TRIPLO LT	17.160,55 e	10.146,35 e	R\$ 9.187,76 e	R\$ 19.085,28 e
DUPLO 0,5	15.481,42 f	9.153,54 f	R\$ 8.288,75 f	R\$ 17.217,82 f
DUPLO 0,75	15.698,73 f	9.282,03 f	R\$ 8.405,10 f	R\$ 17.459,50 f
TRIPLO 0,5 LL	21.413,62 b	12.661,02 b	R\$ 11.464,85 b	R\$ 23.815,37 b
TRIPLO 0,5 LM	17.771,14 e	10.507,37 e	R\$ 9.514,67 e	R\$ 19.764,36 e
TRIPLO 0,5 LT	20.203,12 c	11.945,29 c	R\$ 10.816,75 c	R\$ 22.469,10 c
TRIPLO 0,75 LL	22.384,12 a	13.234,83 a	R\$ 11.984,46 a	R\$ 24.894,72 a
TRIPLO 0,75 LM	17.410,06 e	10.293,87 e	R\$ 9.321,35 e	R\$ 19.362,77 e
TRIPLO 0,75 LT	20.762,04 b	12.275,76 b	R\$ 11.116,00 b	R\$ 23.090,71 b
Média	2,86	2,86	2,86	2,86
CV (%)	17.961,60	10.619,97	9.616,64	19.976,17

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância pelo teste de Skott Knott.

5. CONCLUSÕES

As maiores produtividades de canas de cana-de-açúcar são obtidas com o uso de mudas pré-brotadas em linhas triplas com espaçamento de 0,75 m entre plantas;

O uso no plantio de MPB propiciaram maiores produtividades do que o uso de toletes.

O adensamento propiciado pelo arranjo triplo não afetou as características tecnológicas da cana,

O arranjo de plantio triplo é recomendável para cultivo de cana-de-açúcar, pois proporciona maiores produtividades.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, L.C.; ALMEIDA, L.G. Manejo Sustentável de Pragas: O Manejo Sustentável de Pragas na Cultura da Cana-de-açúcar. In: BELARDO, G.C.; CASSIA, M.T.; SILVA, R.P. (Eds). **Processos Agrícolas e Mecanização da Cana-de-Açúcar**. Jaboticabal, 608 p., SBEA, 2015. 31 - 34.

ANJOS, I.A.; FIGUEIREDO, P.A.M. Aspectos Fitotécnicos no Plantio. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL M.G.A. (Eds). **Cana-de-Açúcar**. 1ª ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2010. 585 - 595.

AUDE, M.I.S. Estádios de desenvolvimento da cana-de açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.2, p.241-248, 1993.

AZZI, R. **A Cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1983. P.75. (Boletim da Secretaria da Agricultura Indústria e Comercio do Estado de São Paulo).

BASILE FILHO, A. **Desenvolvimento, produção e qualidade tecnológica de três variedades de cana-de-açúcar, conduzidas sob espaçamento reduzido e tradicional de plantio em condições de cana-de-ano**. Piracicaba: Escola Superior Luiz de Queiroz, 1992. 114p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior Luiz de Queiroz, 1992.

BELARDO, G.C.; CASSIA, M.T.; SILVA, R.P. **Processos Agrícolas e Mecanização da Cana-de-Açúcar**. Jaboticabal, 608 p., SBEA, 2015.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. Espaçamento ideal de plantio para colheita mecanizada da cana-de-açúcar, **Revista Coplana**, Guariba, n.52, p. 26-28, out. 2008.

BEZERRA, M. C. L.; BURSZTYN, M. **Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000, 223 p.

BEUCLAIR, E.; TEZOTTO, T.; MANOCCHIO, C. R. Tratos Culturais: Manejo da Cultura de Cana-de-Açúcar. In: BELARDO, G.C.; CASSIA, M.T.; SILVA, R.P. (Eds). **Processos Agrícolas e Mecanização da Cana-de-Açúcar**. Jaboticabal, 608 p., SBEA, 2015. 289 - 299.

BRAUNBECK, O.A.; MAGALHÃES, P.S.G.; GARCIA, M.O. Colheita e recuperação da Biomassa. In: CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.S.; GOMEZ, E.O. (Eds). **Biomassa para energia**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008. p. 63-90.

CASAGRANDE, A.A.; VASCONCELOS, A.C.M. Fisiologia da Parte Aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL M.G.A. (Eds). **Cana-de-Açúcar**. 1ª ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010. 57 – 76.

CASTRO, P.R.C. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: ENCONTRO CANA-DE-AÇÚCAR, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Rhodia Agro, 1993. p.4-8.

CASTRO, P.R.C. **Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar**. Maceió, 2001. 7p.

COLETI, J.T. O Preparo do Solo sob a Ótica Conservacionista. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL M.G.A. (Eds). **Cana-de-Açúcar**. 1ª ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010. 573 – 586.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em 01/12/2015.

CONDE, A.J.; BENEDINI, M.S.; PERTICARRARI, J.G. Disponível em: <<http://www.coplana.com/gxpsites/..%5Cgxpfiles%5Cws001%5Cdesign%5CDownload%5CCirculares%5CPlantio%20Mecanizado.pdf>> . Data acesso 05/04/2016.

CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar, Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5.ed. Piracicaba: CONSECANA, 2006. 111p.

CORRÊA, P. M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. v. , Cap. 13.

DILLEWIJN, V.C. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL M.G.A. **Cana-de-Açúcar**. 1ª ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010.

DUNKELMAN, P.H.; BLANCHARD, M.A. Controlled photoperiodism in basic sugarcane breeding. **Proc Int Soc Sugar Cane Technol**, v.4, p.80-85, 1974.

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.

FIGUEIREDO, P. Breve História da Cana-de-açúcar e do Papel do Instituto Agronômico no seu Estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL M.G.A. (Eds). **Cana-de-Açúcar**. 1ª ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2010. 31 – 44.

FUNDAÇÃO RIO VERDE. **Resultados de pesquisa arroz, milho, soja: safra 2001/2**. Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde, 2002. 65 p. (Boletim Técnico, 5).

GALVANI, E. et al. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Scientia Agricola**, v.54, n.1-2, p.62-68, 1997.

GOMES, C.; Cana-de-açúcar, Sistema Muda Conceito de Plantio. **Revista A LAVOURA**. Nº 696; pg. 38-39; 2013.

GUIDUCCI, R. C. N; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. **Viabilidade Econômica de Sistemas de Produção Agropecuários**. Brasília: Embrapa, 2012. 535 p.

HAKANSSON, I. et al., eds. **Methods for assessment of soil degradation**. Advances in soil science. Boca Raton, CRS Press, 1998. p.167-179.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 15/09/2014.

IRVINE et al. Sugar Cane spacing III. Development of production techniques for narrow rows. In: Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 17.; Manila, 1980. **Proceedings...** Manila: ISSCT, 1980. P. 368-376.

LANDELL, M.G.A.; SILVA, M.A. Manual do experimentador: melhoramento da cana-de-açúcar. In: **Metodologia de Experimentação: ensaios de competição em cana-de-açúcar**. Pindorama: Instituto Agrônomo, 1995, p.3-9.

LANDELL, et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. 2 ed., Campinas:/ Instituto Agronomia, 2012. 16 p. (Documentos IAC, N.109).

MAGALHÃES, P. S. G.; BRAUNBECK, O.A. **Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar**. In: BIOETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR: P&D para Produtividade e Sustentabilidade. p.14. 2010.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal>>. Acesso em 10/12/2015.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas para o plantio**. Campinas: Millennium, 2012, 623 p.

NUNES JÚNIOR, D.; PINTO, R.S.A.; KIL, R.A. **Indicadores de desempenho da agroindústria canavieira: safra 2003-2004**. Ribeirão Preto: IDEA, 2005. 195 p.

OLIVEIRA et al. **Avaliação econômica de cana-de-açúcar em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes-RJ.** Artigo. VÉRTICES. v. 13, n. 1, p. 105-114 jan./abr. 2011.

OLIVEIRA, C. Plantio mecanizado de cana-de-açúcar: aspectos operacionais e econômicos. 2012. 108 p. **Dissertação de Mestrado.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP. Piracicaba. 2012.

PAULINO et al. Viabilidade econômica da cultura do melão (*Cucumis melo L.*) na região de Ilha Solteira - SP. **Scientia Agricola**, v. 51, n.2, p. 519-523. 1994.

PRADO, A. P. A. **Perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em função da densidade de plantio.** 1988. 69 f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 1988.

PEREIRA JUNIOR, A.C.G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)** Piracicaba, 1984. 142p. Dissertação (M.S.) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

NASTARI, P.M. Perspectivas para o Setor Canavieiro: Análise e Perspectivas do Setor para o Brasil. In: BELARDO, G.C.; CASSIA, M.T.; SILVA, R.P. (Eds). **Processos Agrícolas e Mecanização da Cana-de-Açúcar.** Jaboticabal, 608 p., SBEA, 2015. 31 - 34.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDI, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte.** Piracicaba: Edição dos autores, 2007. 198p.

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

ROACH, B. T.; DANIELS J. A review of the origin and improvement of sugarcane. In: **Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop**, 1987. Piracicaba: Copersucar, 1987. P. 1-31.

ROCHA, A. M. C. **Emergência, perfilhamento e produção de colmos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em função das épocas de plantio no Estado de São Paulo**. 1984. 154 f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 1984.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da Cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995, 75p.

SILVA, M. A.; CARLIN, S. D.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v.51, n.296, p.457-466, 2004.

SOUZA et. al. **Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.3, p.271-278, 2005.

SUGARCANE. **Fase perfilhamento**. Disponível em: <<http://www.sugarcane crops.com> Acesso em: 23 março 2016>.

SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. **Corn and corn improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. 986 p.

ZANATTA, J. C.; SCHIOCCHET, M. A; NADAL, R. **Mandioca consorciada com milho, feijão ou arroz de sequeira no Oeste Catarinense**. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina, 1993. 36 p. (Boletim Técnico).

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.11, n.1, p. 10-30. 2004.