

**ADUBAÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Roger Meirelles Pereira

**ADUBAÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Roger Meirelles Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz
Coorientador: Me. Ana Beatriz Coelho França

Trabalho apresentado à Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias
–UNESP, Campus de Jaboticabal,
para graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

P436a	Pereira, Roger Meirelles
	Adubação de substrato para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar / Roger Meirelles Pereira. -- Jaboticabal, 2023
	34 p. : tabs.
	Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
	Orientadora: Mara Cristina Pessoa Cruz Coorientadora: Ana Beatriz Coelho França
	1. Saccharum spp. 2. Mudas. 3. Adubação. 4. Substrato. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: CIÊNCIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Adubação de substrato para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

ACADÊMICO: Roger Meirelles Pereira

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR (ES): Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz
Me. Ana Beatriz Coelho França

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz	
Membro	Dr. Antonio Márcio Souza Rocha	
Membro	Me. Jairo Neves Oliveira	

Jaboticabal 24 / 11 / 2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 24 / 11 / 2023 "Ad referendum"

Prof. Dr. Daniel Junior de Andrade

Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade
Chefe do Depto. de Ciências da Produção Agrícola
FCAV/UNESP

À minha mãe, Leda Meirelles dos Santos,

Dedico

À minha mãe, que desde o começo da universidade sempre me apoiou e motivou para que este dia chegasse. Concluir uma graduação sempre foi e sempre será motivo de orgulho, tanto para mim, como para ela. Com isso, essa dedicatória não poderia ser diferente, e pertence a quem sempre esteve lá, vibrando essa conquista junto comigo.

AGRADECIMENTOS

A DEUS.

Aos meus pais, Pedro Henrique Pereira e Leda Meirelles dos Santos, por toda ajuda, atenção e ensinamentos que me passaram ao longo dos anos.

À Professora Mara Cristina Pessôa da Cruz, pela grande ajuda no desenvolvimento desse trabalho, estando sempre presente para me auxiliar e ensinar ao longo de todo esse tempo.

À minha coorientadora, Ana Beatriz Coelho França, pelo fornecimento das mudas utilizadas ao longo do experimento e por todo suporte com os dados e análises estatísticas.

Aos meus amigos, Flávio Henrique de Barros Biliu, Julio Cesar Mocellin Paim, Lucas Caruzo Angelo e Renan Antonio, pelos anos de amizade e companheirismo.

Aos meus amigos do Laboratório de Fertilidade do Solo, que estiveram comigo durante a realização das avaliações e me ajudaram durante a condução das etapas.

RESUMO

ADUBAÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

O uso de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar apresenta muitas vantagens como controle varietal e garantia de fitossanidade. Desde que foi proposto, várias combinações de materiais já foram avaliadas como substrato, mas a adubação do substrato é algo que pode ser melhorado. O objetivo com o presente estudo foi avaliar os efeitos da adubação do substrato no crescimento de MPBs das cultivares CTC4 e CTC2994. O substrato usado foi composto por bagaço de cana, torta de filtro e torta de filtro vermicompostada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, tendo como tratamentos principais quatro níveis de adubação e como tratamentos secundários as duas cultivares, com quatro repetições, totalizando 32 parcelas. Os níveis de adubação foram: substrato + fertirrigação (SF), substrato + fertirrigação + 1/3 da adubação completa do substrato (SF+1/3AC), substrato + fertirrigação + 2/3 da adubação completa do substrato (SF+2/3AC) e substrato + fertirrigação + adubação completa do substrato (SF+AC). Adubação completa, no caso, refere-se à recomendação do Programa Cana IAC para produção de mudas pré-brotadas. Cada parcela foi constituída por duas bandejas, uma com cada cultivar, contendo 77 células (tubetes) cada. Em cada tubete foi colocado volume de substrato correspondente a 140 cm³. A fertirrigação foi usada em todos os tratamentos, duas vezes por semana, a partir da transferência das mudas para a estufa de desenvolvimento, e a irrigação ocorreu diariamente. As datas de início e término do experimento foram, respectivamente, 02-12-2022 e 27-01-2023. As variáveis avaliadas foram altura, diâmetro, número de folhas, volume de raiz, matéria seca de parte aérea, matéria seca de raiz, relação parte aérea/raiz e acúmulo de N-P-K na parte aérea. Os resultados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Tukey. Observou-se que para diâmetro, volume de raízes, matéria seca de raiz, relação parte aérea/raiz e acúmulo de N-P-K não houve diferença entre os tratamentos. Por outro lado, houve resposta positiva das plantas à adubação considerando altura, número de folhas, e produção de matéria seca de parte aérea, e a melhor resposta foi obtida com 1/3 da adubação completa. Comparando as cultivares, a CTC4 apresentou maior acúmulo de P em relação à CTC2994. Desse modo, usando substrato composto por bagaço e torta de filtro in natura e vermicompostada, mais fertirrigação, a adubação do substrato pode ser diminuída a 1/3 da dose recomendada.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., mudas pré-brotadas, CTC4, CTC2994, substrato, adubação.

SUMMARY

SUBSTRATE FERTILIZATION FOR THE PRODUCTION OF PRE- SPROUTED SUGARCANE SEEDLINGS

The use of pre-sprouted sugarcane seedlings has many advantages such as varietal control and guarantee of plant health. Since it was proposed, several combinations of materials have been evaluated as substrates, but substrate fertilization is something that can be improved. The objective with the present study was to evaluate the effects of substrate fertilization on the growth of MPBs from cultivars CTC4 and CTC2994. The substrate used was composed of sugarcane bagasse, filter cake and vermicomposted filter cake. The experimental design was randomized blocks in a split-plot scheme, with fertilizer levels as main treatments and cultivars as secondary treatments, with four replicates, totaling 32 plots. The fertilization levels were: substrate + fertigation (SF), substrate + fertigation + 1/3 of the substrate's complete fertilization (SF+1/3CF), substrate + fertigation + 2/3 of the substrate's complete fertilization (SF+2 /3CF) and substrate + fertigation + complete fertilization of the substrate (SF+CF). Complete fertilization, in this case, refers to the recommendation of the Cana IAC Program for the production of pre-sprouted seedlings. Each plot consisted of two trays containing 77 cells (tubes), one for each cultivar. A volume of substrate corresponding to 140 cm³ was placed in each tube, one for each cultivar. All seedlings were fertigated twice a week after transferring them to the development greenhouse and irrigation occurred daily. The start and end dates of the experiment were, respectively, 02-12-2022 and 27-01-2023. The variables evaluated were height, diameter, number of leaves, root volume, shoot dry matter, root dry matter, shoot/root ratio and uptake of N, P and K. The results were subjected to analysis of variance and compared using the Tukey test. It was observed that for diameter, root volume, root dry matter, shoot/root ratio and N-P-K uptake, there was no difference between treatments. On the other hand, there was a positive response to fertilization considering height, number of leaves and dry matter production of shoots, and the best response was obtained with 1/3 of the complete fertilization. Comparing the cultivars, CTC4 showed greater P uptake compared to CTC2994. Therefore, using a substrate composed of bagasse and fresh filter cake and vermicompost, plus fertigation, substrate fertilization can be reduced to 1/3 of the recommended dose.

Keywords: *Saccharum* spp., pre-sprouted, grow crops CTC4 and CTC2994, substrate, fertilizing

SUMÁRIO

	pág
RESUMO	vii
SUMMARY	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos gerais da cultura da cana-de-açúcar.....	3
2.2 Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.....	5
2.3 Substratos e adubação para mudas pré-brotadas.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÃO	21
6 LITERATURA CITADA	22

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura que apresenta importância muito grande para o agronegócio, especialmente no Estado de São Paulo. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção de cana-de-açúcar na safra 2023/2024 deverá crescer em 4,4% em relação ao ciclo 2022/2023, tendo uma estimativa de produção de 637,1 milhões de toneladas. Esse crescimento é resultado tanto do maior rendimento das lavouras, como também da maior área destinada ao cultivo da cultura (CONAB, 2023).

Nos últimos anos têm sido desenvolvidas estratégias de propagação que visam diminuir a quantidade de colmos necessários para o plantio, destinando maior volume de cana-de-açúcar para a indústria. O sistema de mudas pré brotadas (MPB) atende perfeitamente ao propósito de economia de colmos e consiste na formação de mudas sob um ambiente controlado, com elevados índices de brotação (XAVIER et al., 2014).

Na produção das MPBs é necessário o uso de substratos de qualidade, para que os minirrebolos brotem em ambiente favorável. Além dos resíduos agroindustriais como bagaço de cana, torta de filtro e húmus de torta, podem ser utilizados materiais como turfa, casca de coco, casca de pinus, areia lavada e

substratos comerciais.

As pesquisas tem se intensificado para buscar alternativas cada vez melhores na formulação dos substratos, tendo por objetivo o desenvolvimento de mudas de qualidade. O substrato, além de ser um fornecedor de nutrientes para as mudas, também deve garantir ao meio de crescimento um conjunto de características físicas, químicas e biológicas favoráveis para brotação e o crescimento inicial.

Dessa maneira, a utilização de resíduos agroindustriais é uma alternativa muito viável, econômica e sustentável, uma vez que, nas usinas, esses resíduos são gerados em larga escala. No entanto, o substrato sozinho muitas vezes não atende à necessidade de nutrientes das plantas, o que implica na necessidade de complementar o substrato com fertilizantes. Para adubação dos substratos existe a recomendação do Programa Cana do IAC, mas como os substratos variam na capacidade de fornecimento de nutrientes, a adubação proposta pelo Programa pode subestimar ou superestimar as necessidades. Dessa forma, com o presente estudo objetivou-se avaliar a adubação do substrato para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar apresenta ciclo semi-perene, exigindo reforma após algumas colheitas, dependendo do manejo utilizado para o cultivo e sua manutenção. A parte aérea da cana são os colmos, nos quais estão os nós que contém as gemas, as inflorescências (quando há), e folhas. O sistema radicular da cana é constituído por raízes e rizomas, sendo que cerca de 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm de profundidade e aproximadamente 60% até 20 a 30 cm (SILVA et al., 2016). As folhas da cana-de-açúcar são formadas por uma bainha e uma lâmina. A bainha envolve o colmo e distribui as folhas de forma alternada e oposta (Sampaio et al., 1987, citados por LEMES, 2016). Segundo Taupier & Rodrigues (1999), o colmo da cana-de-açúcar é ereto e cilíndrico, constituído de fibras longas com nós e internódios que variam de 1,0 a 5,0 cm, e a altura da planta pode variar entre 1,0 a 5,0 m. Os colmos da cana são ricos em sacarose, e são separados por entrenós. O principal produto obtido da planta é o açúcar do colmo, devido seu alto valor energético.

A cana-de-açúcar é uma planta que apresenta reprodução assexuada.

Dessa forma, em lavouras comerciais a propagação da cultura ocorre de maneira vegetativa, ou seja, a partir dos toletes, que é a parte que apresenta gemas, reservas nutricionais, hídricas e hormonais (LANDELL et al., 2012).

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, citado por PINTO, 2016). Ou seja, pode ser que a gema brote e desenvolva uma planta, e pode ser que a gema não brote caso não encontre condições favoráveis, acarretando em falhas no canavial.

A ocorrência de falhas no estande precisa ser minimizada dentro dos sistemas de produção porque podem reduzir a produtividade de maneira muito significativa, ano após ano, desde a implantação do canavial. Essas perdas são indesejáveis em todos os aspectos, mas para a cultura da cana-de-açúcar os reflexos são maiores, porque ela é um dos pilares da economia brasileira, destacando-se na produção de açúcar, etanol e bioenergia, e responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo (FIGUEIREDO, 2010).

A cultura da cana é uma das alternativas limpas para substituição dos combustíveis fósseis porque gera um combustível menos poluente e que recupera parte dessa poluição durante o desenvolvimento da cultura (NASTARI, 2006). O Brasil é o único país no mundo com possibilidades de suprir a demanda por matéria prima destinada a produção de energia renovável, seja a sacarose na produção de etanol, a biomassa vegetal na produção de energia ou a transformação dessa biomassa em sacarose, ou subprodutos como vinhaça, torta de filtro, cinzas ou óleo fúsel (LIMA; GARCIA, 2013)

A região centro-sul do Brasil se destaca na produção da cana, sendo responsável por mais de 80% de toda cana plantada no País. No Sudeste, principal região produtora, o total colhido deverá aumentar em 4,4% na safra 2023/2024 quando comparado a safra 2022/2023, podendo atingir 404,71 milhões de toneladas. O destaque é para os estados de São Paulo, onde as lavouras tendem a apresentar melhora de 2,9% na produtividade, e de Minas Gerais, estado em que se espera melhora no rendimento do campo, como também ampliação da área destinada para a cultura. No Centro-Oeste, segunda

maior região produtora, espera-se uma produção de cana por volta de 140,9 milhões de toneladas, com aumento de área e produtividade neste ciclo (CONAB, 2023).

Segundo os levantamentos prévios realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), espera-se que a produção de açúcar alcance a marca de 38,77 milhões de toneladas, tornando-se a segunda maior produção já alcançada em toda história. Acredita-se ainda que a produção de etanol cresça em 5,9% com relação à safra 2022/2023, podendo chegar a 33,17 bilhões de litros. O aumento deve-se majoritariamente a fabricação do biocombustível a partir do milho, que teve alta de 42%. Em contrapartida, o etanol oriundo da cana-de-açúcar deve aumentar em 0,6%, com estimativa de produção em 27,53 bilhões de litros (CONAB, 2023).

Com base no comportamento do mercado externo, existe uma perspectiva muito otimista de novos ganhos com as exportações dos produtos derivados da cana na safra 2023/24. Devido a uma oferta global de açúcar restrita, as cotações do produto no mercado internacional registraram alta de 5%, quando comparada ao ciclo anterior. Outro ponto que influencia muito as cotações de etanol e açúcar são as cotações de petróleo, que estão sofrendo influência direta da guerra entre Rússia e Ucrânia (CONAB, 2023).

Todo o processo de produção dos 400 milhões de toneladas de colmos de cana produzidos no Brasil, a cada ano, iniciam nas gemas usadas na propagação das plantas. Por isso, a produção da mudas é uma etapa fundamental do processo, que precisa ser cada vez mais valorizada dentro dos sistemas de produção, e que foi muito melhorada a partir da introdução dos sistemas de produção de mudas pré-brotadas.

2.2 Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar

Para melhorar os sistemas de propagação da cultura da cana o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) desenvolveu um método de plantio que visa à multiplicação de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar, oriundas de gemas individualizadas. Isso gera diminuição de colmos utilizados no plantio, e

economia de matéria prima que será direcionada para indústria, viabilizando ainda mais a produtividade e os ganhos econômicos (DINARDO; VASCONCELOS; LANDELL, 2010).

A produção de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é um sistema de multiplicação que vem contribuindo para a produção rápida de mudas, associando elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade. Esse sistema aumenta a uniformidade nas linhas de plantio, reduz o número de falhas, reduz o volume de mudas, diminui o risco de disseminação de pragas e doenças e acelera a introdução de tecnologias varietais na área agrícola (LANDELL et al., 2012; ANJOS et al., 2013). A utilização dessa tecnologia pode ser empregada na implantação de viveiros, replantio de áreas comerciais e renovação e expansão de áreas de cana-de-açúcar (TONIELI et al., 2012).

Para iniciar a produção de mudas pelo sistema MPB são utilizados colmos produzidos em viveiros básicos, os quais são submetidos previamente aos manejos e protocolos de qualidade. No sistema MPB cumprem-se seis etapas, as quais são realizadas num período de 60 dias aproximadamente (LANDELL et al., 2012). As etapas estão descritas a seguir.

Etapas 1 – Retirada dos colmos, corte e preparo dos minirrebolos. Essa etapa deverá ser realizada a partir de viveiros básicos, com idade fisiológica de 6 a 10 meses, em que se pode aproveitar ao máximo todas as gemas ao longo do colmo. Nessa etapa pode ser feita a seleção das gemas mais vigorosas.

Etapas 2 – Tratamento das gemas. O tratamento fitossanitário dos minirrebolos é realizado com produtos à base de Azoxistrobina ou Pyraclostrobin a 0,1% em solução. O método utilizado para a desinfecção é a imersão em solução por 3 minutos. Outros tratamentos complementares, como aplicação de promotores de enraizamento, poderão ser utilizados com o objetivo de aumentar e ampliar a sanidade e o vigor das mudas.

Etapas 3 – Brotação. É conduzida em casa de vegetação climatizada, em que caixas plásticas vazadas para drenagem são utilizadas para a brotação dos minirrebolos. Estes são colocados sobre o substrato dentro das caixas de brotação e serão posteriormente cobertos com uma fina camada de substrato. Essa etapa, dependendo da variedade e da idade fenológica da gema, pode

levar de 7 a 10 dias, tempo suficiente para alcançar com êxito a máxima brotação.

Etapa 4 – Individualização ou repicagem. A individualização ocorre logo após a brotação e os minirrebolos brotados são transferidos para tubetes.

Etapa 5 – Aclimação fase 1. Após a individualização, os tubetes com o material vegetal brotado permanece 21 dias em casa de vegetação climatizada. Nessa etapa, a umidade relativa do ar deve ser mantida alta e a nebulização intermitente deve ser frequente para reduzir ao máximo os danos provocados pelas temperaturas altas e garantir o bom desenvolvimento das mudas.

Etapa 6 – Aclimação fase 2. A finalização da aclimação é basicamente o processo de rustificação das mudas, que consiste na retirada das mudas da casa de vegetação e a sua colocação ao pleno sol sobre bancadas. Este procedimento visa causar a rustificação, ou seja, a adaptação da muda às condições de pleno sol existentes no campo. Existe um controle da lâmina de irrigação durante este período, que é de 21 dias. Ao final desta etapa, as mudas estarão prontas para ir para o campo.

Formar mudas com qualidade é fundamental para garantir a sobrevivência, a velocidade de crescimento e a produção final da cana-de-açúcar, o que resulta em melhor controle da vegetação invasora e contribui para reduzir os custos dos tratamentos culturais (MORGADO et al., 2000). Dentre vários fatores, a adubação é um elemento importante na formação e na qualidade destas mudas, bem como na produtividade da cultura.

2.3 Substratos e adubação para mudas pré-brotadas

A obtenção de mudas de qualidade ainda representa um desafio, pois depende do uso de substratos com boas condições sanitárias e com propriedades físico-químicas que favoreçam o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007). Segundo Ramos et al. (2000) o substrato é definido como meio físico natural ou sintético, no qual se desenvolvem as raízes das plantas. Também pode ser definido como qualquer material usado com a finalidade de servir de base para o desenvolvimento de

uma planta até a sua transferência para o viveiro ou para a área de produção. Pode ser compreendido não apenas como suporte físico, mas também como fornecedor de nutrientes para a muda em formação. Dessa forma, um bom substrato é aquele que proporciona condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação.

Os substratos podem ser diferenciados como orgânicos ou minerais, quimicamente ativos ou inertes. Os materiais orgânicos têm origem em resíduos vegetais, sujeitos à decomposição e, por isso, são quimicamente ativos devido aos sítios de troca iônica, podendo adsorver nutrientes do meio ou liberá-los. Entretanto, a maioria dos substratos minerais é quimicamente inerte, com exceção de alguns materiais que possuem alta capacidade de troca de cátions, como a vermiculita. Os materiais orgânicos mais comumente utilizados no cultivo de plantas são: turfa, cascas de árvores (sobretudo pinus), fibra de coco, casca de arroz carbonizada, outras fibras e cascas. As matérias-primas minerais são: vermiculita, perlita, espuma fenólica, lã de rocha e argila expandida (ZORZETO, 2011).

É de fundamental importância conhecer as propriedades físicas e químicas dos constituintes do substrato. Estas informações permitirão direcionar para as necessidades de cultivo em recipiente de cada espécie de planta (FONTENO, 2007; FERMINO; KÄMPF, 2012).

No intuito de diluir os custos com os substratos, é comum no setor canavieiro o aproveitamento dos resíduos gerados pela indústria. Cada tonelada de cana moída gera em torno de 40 kg de torta de filtro (KORNDÖRFER, 2003), que é resultante da mistura do processo de clarificação do açúcar (lodo de decantação) com o bagaço moído. A torta de filtro é um composto basicamente orgânico, tem composição química variável e apresenta altos teores de matéria orgânica, fósforo, nitrogênio e cálcio. Possui, ainda, quantidades consideráveis de potássio, magnésio e enxofre, e também dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu (MALAVOLTA., 2002; Cerri et al., 1988 citados por GAZOLA, 2017). Os teores dos nutrientes da torta, de acordo com Rosseto et al. (2010), são: 14 g kg⁻¹ de N, 15 g kg⁻¹ de P₂O₅, 3 g kg⁻¹ de K₂O, 25 g kg⁻¹ de Ca, 5 g kg⁻¹ de MgO e 20 g kg de SO₄²⁻.

A torta de filtro, em combinação com outros materiais, é considerada um dos melhores substratos para produção de MPBs, mas apesar da composição rica em nutrientes, a adubação das mudas não pode ser dispensada, porque a taxa de liberação dos nutrientes, de modo geral, não atende à demanda das mudas em crescimento.

A adubação visa fornecer à planta todos os nutrientes. A prática de adubação, além de se constituir em um dos fatores indispensáveis para o desenvolvimento de mudas, se manejada de forma correta pode acelerar consideravelmente seu crescimento, reduzindo custos de produção e possibilitando menor período de tempo nos viveiros (MALAVOLTA, 1980, citado por LANDELL, 2012).

Entretanto, o manejo da adubação para mudas de viveiros deve ser realizado de forma muito cautelosa, pois o volume ocupado pelas raízes nessas condições é muito menor quando comparado a mudas que se desenvolvem em estado natural, por serem plantadas geralmente em recipientes com volumes restritos, que limitam a expansão das raízes, tais como tubetes, vasos ou sacos de plástico.

Desse modo, o manejo da adubação das mudas de cana-de-açúcar é geralmente feito de acordo com a recomendação do Programa Cana IAC. Na recomendação está indicada a aplicação parcelada de adubos minerais simples e compostos combinados com fertilizantes de liberação lenta. Os fertilizantes utilizados na adubação das mudas de cana-de-açúcar são os seguintes:

- Fosfato monoamônico (MAP) – 9% de N e 44% de P_2O_5 ;
- Nitrato de cálcio – 14 % de N;
- Cloreto de potássio - 58% de K_2O ;
- Sulfato de amônio - 20% de N;
- Termofosfato (Yoorin) - 16% de P_2O_5 mais micronutrientes.
- Osmocote Mini Prill® (19% de N; 6% P_2O_5 e 10% de K_2O).
- Osmocote Plus® (15% de N; 9% de P_2O_5 e 12% de K_2O mais micronutrientes com liberação em torno de 3-4 meses.

Os fertilizantes são aplicados na individualização das mudas, e também em cobertura, via pulverizações. A cada 100 litros de substrato são aplicados 300

gramas de sulfato de amônio, 200 gramas de cloreto de potássio e 200 gramas de termofosfato, e para cada litro de substrato são aplicados de 3 a 5 gramas dos fertilizantes de liberação lenta Osmocote Mini Prill e Osmocote Plus. A cada semana, em cobertura, são realizadas pulverizações foliares com os fertilizantes fosfato monoamônico (MAP) e nitrato de cálcio, empregando 250 gramas de cada fertilizante diluídos em 20 litros de água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma usina de açúcar e álcool localizada na região de Ribeirão Preto (SP), em estufas de brotação e desenvolvimento e em bancadas de terminação, durante o período de 02-12-2022 a 27-01-2023. No experimento foi avaliada adubação de substrato para formação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar das cultivares CTC4 e CTC2994.

As características agronômicas das cultivares testadas são: CTC4 - foi produzida e desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), apresenta resistência ao pisoteio das máquinas, alto índice de TCH (toneladas de cana por hectare), boa adaptabilidade ao plantio mecanizado e perfilhamento elevado, indicada para ambientes B e C (BULA CTC4, 2021); CTC2994 - foi desenvolvida pela mesma instituição e apresenta características relevantes quando se trata de canaviais mais tardios, porque apresenta alta produtividade no final da safra, resistência a seca, raro tombamento e florescimento, e porte ereto, indicada para ambientes A, B e C (BULA CTC2994, 2021).

O delineamento utilizado no experimento foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos principais, nas parcelas, foram os níveis de adubação (4), e os tratamentos secundários, nas subparcelas, foram as cultivares CTC4 e CTC2994. Desse modo, o experimento foi constituído por 16 parcelas experimentais e 32 subparcelas. A parcela foi constituída por duas bandejas contendo 77 células (tubetes) cada, uma para cada cultivar. Em cada tubete foi colocado volume de substrato correspondente a 140 cm³. As adubações de substrato testadas foram: substrato sem adubação mineral; substrato com adubação mineral completa (recomendação IAC - XAVIER et al., 2014); substrato com adubação mineral equivalente a 1/3 da adubação completa e substrato com adubação mineral equivalente a 2/3 da adubação completa.

No tratamento sem adubação, os minirrebolos foram cultivados em substrato produzido a partir de bagaço de cana, torta de filtro e torta de filtro vermicompostada, seguindo a proporção 8:1:1 (v:v), respectivamente. Os materiais foram analisados de acordo com métodos descritos em Carmo et al. (2000) e os teores de macronutrientes nos componentes do substrato estão na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de carbono e macronutrientes no bagaço de cana, na torta de filtro e no vermicomposto de torta filtro usados na composição do substrato.

Componente do substrato	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg	S
	--- g kg ⁻¹ ---			----- g kg ⁻¹ -----				
Bagaço de cana	474	4,1	116	0,3	1,0	2,0	0,6	0,4
Torta de filtro	168	17,4	10	3,2	5,6	18,0	3,4	1,5
Vermicomposto de torta de filtro	164	16,2	10	5,5	2,1	24,7	2,2	1,7

No tratamento com adubação completa, o substrato foi adubado conforme as recomendações do IAC (XAVIER et al., 2014), ou seja, para cada 200 dm³ de substrato foram adicionados 400 g de cloreto de potássio, 460 g de nitrato de amônio, 400g de termofosfato Yoorin® e 1.200 g de adubo de liberação lenta Osmocote Mini Prill® contendo N-P-K. Nos tratamentos 1/3 e 2/3 da adubação completa foram calculadas e aplicadas as doses equivalentes para o preparo dos substratos e o preenchimento das células. Na Tabela 2 está o fornecimento estimado de nutrientes por planta, em função do tratamento.

Todas as mudas, a partir da chegada na estufa de desenvolvimento, foram fertirrigadas duas vezes por semana. Dessa maneira, os tratamentos foram identificados da seguinte forma: Substrato + fertirrigação (SF); Substrato + fertirrigação + 1/3 da adubação completa de substrato (SF+1/3 AC); Substrato + fertirrigação + 2/3 da adubação completa de substrato (SF+2/3 AC) e Substrato + fertirrigação + adubação completa de substrato (SF+AC). O fornecimento total de nutrientes via fertirrigação, estimado para o ciclo das MPBs, em mg/planta, também está na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidade de nutrientes estimada em função da adubação para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Nutriente	Substrato	Nutrientes fornecidos			Fertirrigação	Total
		Adubação do substrato				
		1/3	2/3	total		
----- mg/planta -----						
N	5,31	87,55	175,09	262,64	98,10	366,05
P	0,93	20,78	41,56	62,34	19,94	83,21
K	14,74	69,70	139,40	209,10	24,78	248,62
Ca	12,91	16,80	33,60	50,40	89,03	152,34
Mg	8,53	6,53	13,07	19,60	8,79	36,91
S	4,39	9,80	19,60	25,01	12,04	41,44
B	0,01	0,09	0,19	0,28	-	0,29
Cu	0,03	0,05	0,09	0,14	-	0,17
Mn	0,29	0,28	0,56	0,84	-	1,13
Zn	0,05	0,51	1,03	1,54	0,97	2,55

Na instalação do experimento os minirrebolos foram cortados dos colmos e colocados nas bandejas (um por tubete). Em seguida, foram cobertos com fina camada de vermiculita e colocados em estufas de brotação por sete dias, mantendo a temperatura e a umidade controladas em 35°C e 80-90%, respectivamente. Depois de sete dias as bandejas foram retiradas da estufa de brotação e colocadas na estufa de desenvolvimento com temperatura aproximada de 32°C, onde permaneceram por 20 dias. Nessa fase foi feita irrigação por aspersão com lâmina de 4 a 8 mm, diariamente. A fertirrigação iniciou assim que as plantas entraram na estufa de desenvolvimento e prosseguiu até a terminação das mudas, aplicando lâmina de 4 mm, duas vezes na semana. Na fase de terminação, as mudas foram mantidas a céu aberto, com irrigação diária.

Ao completar 57 dias as mudas passaram pelas avaliações de altura, número de folhas, diâmetro do colmo, matéria seca da parte aérea, volume e matéria seca das raízes e acúmulo de N, P e K da parte aérea.

A medição de altura foi realizada do colo da planta até a última folha com lígula aparente. O diâmetro foi medido com a utilização de paquímetro manual na base do colmo, considerando o maior diâmetro. O número de folhas foi contabilizado levando em consideração todas as folhas com lígula visível.

As avaliações foram feitas em 15 plantas por bandeja (repetição). Após as avaliações biométricas, a parte aérea das plantas foi cortada rente ao substrato, foi lavada em solução aquosa de detergente neutro (1mL L^{-1}), seguida de três enxágues em água deionizada (CARMO et al., 2000). Em seguida, as plantas foram secas em estufa a $65\text{-}70^{\circ}\text{C}$ até peso constante para obtenção da matéria seca. As amostras da parte aérea foram moídas e submetidas à digestão sulfúrica para determinação do teor de N e incineradas a 500°C para determinação dos teores de P e K. O N foi determinado por destilação-titulação, o P por espectrofotometria na região do visível e o K foi determinado por fotometria de chama, conforme métodos descritos em Carmo et al. (2000). Com os teores e a produção de matéria seca foi feito o cálculo do acúmulo, expresso em mg do nutriente por planta.

As raízes foram lavadas sobre peneiras até remoção completa do substrato. O volume foi medido em proveta e, em seguida, as amostras foram secas em estufa e pesadas.

Com as produções de matéria seca de parte aérea e raízes foi feito o cálculo da relação parte aérea/raízes.

Os dados obtidos de altura, número de folhas, diâmetro do colmo, matéria seca de parte aérea, matéria seca de raízes, volume de raízes e acúmulo de N-P-K na parte aérea foram submetidos a análise de variância (Teste F) e, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT para análise dos dados, sendo necessária a transformação dos dados pela metodologia Box-Cox.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença na altura das MPBs em relação às condições substrato + fertirrigação (SF) e substrato fertirrigado+1/3 da adubação completa do substrato (SF+1/3AC) (Tabela 3). Com 1/3 da adubação completa foi obtida a maior altura de plantas, independentemente da cultivar. Com essa dose, a altura da planta foi maior em 4,75 cm à obtida em SF e semelhante à obtida com 2/3 e adubação completa, evidenciando que mesmo com o aumento da dose dos adubos para 2/3 e adubação completa, não houve ganho na altura das mudas (Tabela 3). Bruno et al. (2020) relataram ausência de resposta de crescimento em altura de MPBs avaliadas 40 dias após o plantio, mas que foram produzidas em substratos mais ricos do que o usado no presente trabalho, compostos por: 50% de bagaço de cana + 40% de fuligem da usina + 10% de torta de filtro; substrato comercial composto por casca de pinus + fibras naturais + fertilizante mineral; substrato comercial composto por casca de pinus bioestabilizada + vermiculita + moinha de carvão vegetal + água + espuma fenólica; e substrato comercial composto por carbono orgânico + esterco e camas de aviário + cinzas + palha de milho.

Tabela 3. Características de crescimento das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função do manejo da adubação e das cultivares.

Tratamentos ¹	Altura	Diâmetro	Nº folhas	Volume raiz	MSR	MSPA	Relação parte aérea/raiz
	cm	cm		cm ³ /planta	g/planta	g/planta	
				adubação			
SF	23,85 b	0,86	4,25	6,59	0,60	3,42	6,11
SF+1/3 AC	28,60 a	0,89	3,92	7,05	0,71	4,12	7,02
S F +2/3AC	28,22 ab	0,90	3,84	6,84	0,64	4,17	6,74
SF+AC	26,84 ab	0,80	3,46	6,12	0,64	3,60	7,11
CV%	12,20	8,88	6,71	25,27	34,77	23,19	19,37
				cultivar			
CTC4	27,87	0,85	4,29	4,29 b	0,40 b	3,27	8,29 a
CTC2994	25,89	0,87	3,44	8,72 a	0,89 a	4,39	5,21 b
CV%	13,22	7,29	6,77	21,03	31,12	19,35	24,41
				Teste F ²			
Adubação (A)	3,46 *	2,70 ns	12,45 **	0,45 ns	0,35 ns	1,43 ns	0,96 ns
Cultivar (C)	2,49 ns	1,26 ns	84,33 **	70,01 **	48,13 **	18,01 **	28,01 **
Interação Ax C	2,35 ns	3,16 ns	11,46 **	2,55 ns	0,89 ns	3,54 *	2,16 ns
Média	26,88	0,86	3,87	6,65	0,65	3,83	6,75

¹ SF=substrato +fertirrigação; SF+1/3AC = substrato+fertirrigação+1/3 da adubação completa do substrato; SF+2/3AC = substrato+fertirrigação+2/3 da adubação completa do substrato; SF+AC = substrato+fertirrigação+adubação completa do substrato;

² NS – Não Significativo; * e ** significativo, respectivamente, a 5% e 1% de probabilidade

O diâmetro das mudas não sofreu efeito dos tratamentos. Para o número de folhas houve efeitos isolados de adubação e cultivares e também de interação entre os fatores, ou seja, a resposta à adubação foi dependente da cultivar (Tabela 4). A CTC4 apresentou maior número de folhas com 2/3 da adubação completa (Tabela 4), mas a resposta obtida com essa dose foi semelhante à observada nos tratamentos SF e SF+AC. A CTC2994 apresentou maior número de folhas nos tratamentos SF e com 1/3 da adubação completa. Desse modo, mesmo com as diferenças observadas, o tratamento substrato fertirrigado (SF) pode ser associado às melhores respostas para ambas as cultivares em relação ao número de folhas. Comparando as cultivares, a CTC4 apresentou maior número de folhas do que a CTC2994 em todas as adubações, exceto no tratamento com 1/3 da adubação completa. Barbosa et al. (2018) relataram maior número de folhas usando substrato sem adubação, mas usando substrato composto por torta de filtro+turfa, ambos fornecedores de nutrientes, e fertirrigação semanal. No caso, foi avaliada a cultivar RB92579 e foram obtidas 10 folhas em 45 dias, em mudas produzidas em tubetes com 180 cm³ de substrato.

Tabela 4. Desdobramentos das interações entre os manejos de adubação e as cultivares para número de folhas e matéria seca da parte aérea.

Tratamento ¹	CTC4	CTC2994
Nº folhas		
SF	4,47 abA ²	4,02 aB
SF+1/3 AC	4,02 bA	3,82 aA
S F +2/3AC	4,60 aA	3,07 bB
SF+AC	4,07 abA	2,85 bB
MSPA (g/planta)		
SF	2,22 bB	4,62 aA
SF+1/3 AC	4,02 aA	4,22 aA
S F +2/3AC	3,92 aA	4,42 aA
SF+AC	2,92 abB	4,27 aA

¹ SF=substrato +fertilirrigação; SF+1/3AC = substrato+fertilirrigação+1/3 da adubação completa do substrato; SF+2/3AC = substrato+fertilirrigação+2/3 da adubação completa do substrato; SF+AC = substrato+fertilirrigação+adubação completa do substrato.

² Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, indicam que as mesmas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p < 0,05)

Para as demais variáveis, volume de raiz, matéria seca de parte aérea, matéria seca de raiz e relação parte aérea/raiz, não foi observada diferença entre os tratamentos de adubação do substrato (Tabela 3). Considerando volume de raízes, MSR e relação MSPA/MSR, houve diferença entre cultivares, com maior volume, maior MSR e menor relação MSPA/MSR para a CTC2994 (Tabela 3). O volume e a massa de raízes da CTC2994 foram maiores do que os da CTC4, equivalentes a 103 e 122%, respectivamente.

No caso da produção de matéria seca da parte aérea houve interação, e na CTC4 a MSPA foi maior nos tratamentos em que o substrato foi adubado, mas não houve diferença em relação às doses, o que significa que SF+1/3 é suficiente para obter a máxima resposta dessa cultivar. No caso da CTC2994, não houve resposta das MPBs à adubação. Comparando as cultivares em cada tratamento de adubação, houve resposta semelhante das duas nos tratamentos com 1/3 e 2/3 da adubação completa, e nos tratamentos SF e SF+AC, a CTC2994 apresentou maior MSPA (Tabela 4).

Com relação ao acúmulo de N-P-K na parte aérea das plantas, os efeitos dos manejos de adubação e das interações não promoveram diferenças significativas. Houve diferença entre cultivares apenas no acúmulo de P, com maior acúmulo na CTC4 (Tabela 5). Embora a diferença no acúmulo de P entre as cultivares tenha sido de apenas 1 mg/planta, a CTC4 foi mais eficiente na

absorção de P do substrato do que a CTC2994, apesar do maior volume e maior massa de raízes da CTC2994 (Tabela 3).

Tabela 5. Acúmulo de N, P e K na parte aérea das cultivares de cana-de-açúcar em função do manejo da adubação do substrato.

Tratamento ¹	N	P	K
----- mg/planta -----			
Manejo de adubação			
SF	29,75 a	10,12 a	47,26 a
SF+1/3 AC	42,12 a	9,50 a	56,12 a
S F +2/3AC	45,75 a	9,37 a	56,23 a
SF+AC	43,46 a	10,50 a	49,29 a
CV%	29,44	9,24	24,71
Cultivares			
CTC4	36,81 a	10,37 a	48,06 a
CTC2994	43,73 a	9,37 b	56,69 a
CV%	27,71	6,37	21,89
Teste F ²			
Adubação (A)	2,93 ns	2,70 ns	0,98 ns
Cultivar (C)	3,09 ns	20,21 **	4,53 ns
Interação AxC	2,55 ns	0,21 ns	3,47 ns
Média	40,27	9,87	104,75

¹ SF=substrato+fertirrigação; SF+1/3AC = substrato+fertirrigação+1/3 da adubação completa do substrato; SF+2/3AC = substrato+fertirrigação+2/3 da adubação completa do substrato; SF+AC = substrato+fertirrigação+adubação completa do substrato.² NS – Não Significativo; * e ** significativo, respectivamente, a 5% e 1% de probabilidade

Considerando o conjunto das variáveis tem-se que exceto para altura de plantas e MSPA da CTC4, não houve benefício da adubação do substrato. Tanto para altura como para MSPA a menor dose, equivalente a 1/3 da adubação completa, foi suficiente para expressar a maior resposta. Assim, a fertirrigação e o substrato foram suficientes, na maior parte das vezes, para obter o maior crescimento. Na composição do substrato usado entraram bagaço, torta de filtro in natura e torta de filtro vermicompostada, cuja composição foi apresentada na Tabela 1. A torta é um bom substrato, porém, de modo geral não atende completamente a demanda de nutrientes das mudas, visto que a maior parte do N e de outros nutrientes não está disponível para as plantas. Mishra et al. (2016) determinaram taxas de mineralização de N e P respectivamente iguais a 20,19% e 14,84%. Por conta disso, a complementação com adubação é necessária, conforme foi realizado no presente trabalho, tanto pela adubação do substrato quanto pela fertirrigação. Ao contrário da torta, a fertirrigação é fonte de nutrientes de liberação imediata e com aplicação frequente. Considerando a estimativa apresentada na Tabela 2, a fertirrigação contribuiu com 95, 96, 63, 87, 51 e 73%, respectivamente, do N, P, K, Ca, Mg e S fornecidos no tratamento SF, o que coloca a torta e o húmus como fornecedores importantes de K e Mg. De

forma oposta ao que ocorre com os demais nutrientes, o K da torta e do húmus é de liberação rápida, porque ele não é estrutural e não depende dos processos de mineralização microbianos para ser disponibilizado.

A torta de filtro é frequentemente usada como substrato para MPBs pela disponibilidade nos sistemas de produção e pelo alto teor de nutrientes. De modo geral, a inclusão da torta no preparo do substrato resulta em mudas de melhor qualidade, como relatado por Morgado et al. (2000). Os autores utilizaram três resíduos agroindustriais prensados como substrato na produção de MPBs, sendo eles bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro e casca de coco e observaram que a combinação 70% bagaço+30% torta levou às maiores médias de peso de matéria seca da raiz, de parte aérea e total. O uso de substrato constituído por 80% de bagaço e 20% de casca de coco não resultou em mudas de qualidade devido ao excesso de bagaço e ausência de torta de filtro, tornando essa mistura fisicamente e quimicamente inferior.

Gazola et al. (2017) avaliaram várias combinações de substratos e observaram que as mudas que receberam adubação com fertilizantes minerais apresentaram maior peso de matéria seca de parte aérea e maior massa seca de raízes. No entanto, os autores classificaram a torta de filtro como uma ótima opção de fertilizante orgânico, uma vez que proporcionou número de brotações e massa seca do sistema radicular satisfatórios. Porém, a torta sozinha não garantiu o suprimento de todos os nutrientes requeridos para o máximo desenvolvimento das mudas, sendo necessária a suplementação com fertilizantes químicos, como também ocorreu no presente trabalho.

5 CONCLUSÕES

Houve resposta positiva das plantas à adubação considerando altura, número de folhas e produção de matéria seca de parte aérea, quando o substrato foi adubado com 1/3 do recomendado pelo Programa Cana IAC. Desse modo, usando substrato composto por bagaço e torta de filtro in natura e vermicompostada, mais fertirrigação, a adubação do substrato pode ser diminuída a 1/3 da dose recomendada pelo Programa Cana IAC.

6 LITERATURA CITADA

ANJOS, I.A.; BIDÓIA, M.A.P.; BRANCALIÃO, S.R.; CAMPANA, M.P.; CAMPOS, M.F.; DINARDO-MIRANDA, L.L.; FIGUEIREDO, P.; GARCIA, J.C.; KANTHACK, R.A.D.; LANDELL, M.G.A.; MENDONÇA, J.R.; MIGUEL, P.E.M.; PETRI, R.H.; SCARPARI, M.S.; SILVA, D.N.; XAVIER, M.A. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2013. 16p.

CARMO, C.A.F.S. *et al.* **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2000. 47 p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar safra 2023/24**. Brasília: Superintendência de Marketing e Comunicação (Sumac), 2023. 59 p.

CTC (org.). **Bula técnica variedades**. Ribeirão Preto: CTC, 2018. 5p.

CTC (org.). **Bula técnica CTC2994**: produtividade elevada no final da safra. Ribeirão Preto: CTC, 2022. 5p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, ACM; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar**. Campinas. Instituto Agronômico, 2010.

FERMINO, M.H.; KÄMPF, A.N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, p. 75-79, 2012.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agronômico no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L, VASCONCELOS, ACM, LANDELL, MGA (ed) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2010. p.31-44.

FONTENO W.C. A common misconception about substrates. 2007.

GAZOLA, T.; CIPOLA FILHO, M.L.; FRANCO JÚNIOR, N.C. Avaliação de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar provenientes de substratos submetidos a adubação química e orgânica. **Científica**, v. 45, p. 300, 2017.

KORNDÖRFER, G.H. Resposta da cultura da cana-de-açúcar à adubação fosfatada. **Informações Agronômicas**, 2003. 7p.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDOMIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, JR.; KATHAK, R. A.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIANO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de multiplicação de muda de cana-de-açúcar com o uso de mudas pré-brotadas (MPB) oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2012. (Documento 109)

LEMES, K.B.C. **Subprodutos da agroindústria sucroalcooleira para a produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

LIMA, D.A.L.L.; GARCIA, J.R.A. **Evolução da produção de cana-de-açúcar e o impacto no uso do solo no estado de Goiás**. Rio de Janeiro: Estudos Sociedade e Agricultura, v. 2, 2013.

MISHRA, A.; KUMAR, N.; KUMAR, R.; KUMAR, R.; TOMAR, D. Mineralization of carbon, nitrogen, phosphorus and sulphur from different organic wastes in silty clay loam soils. **Journal Of Applied And Natural Science**, v. 8, p. 16-22, 2016.

MORGADO, I.F.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S.S.; BARROSO, D.G. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 709-712, 2000.

NASTARI, P.M. O setor brasileiro de cana-de-açúcar: perspectivas de crescimento. **Datagro**, v. 386, p. 52-91, 2006.

NICCHIO, B.; CARDOZO, C.C.; VIEIRA, M.A.M. Efeitos de substratos na qualidade de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, p. 1-6, 2020.

PINTO, L.E.V.; SPÓSITO, T.H.N.; GODINHO, A.M.M.; MARTINS, F.B. Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função de diferentes substratos. **Colloquium Agrariae**, v. 12, p. 93-99, 2016.

ROSSETTO, R.; DIAS, F.L.F.; VITTI, A.C.; PRADO JUNIOR, J.P.Q. Fósforo. In: DINARDO MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (ed) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2010. p.271-287.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; CAVALCANTI, F.J.A. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. III. Conteúdo de nutrientes e distribuição radicular no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, p. 425-431, 1987.

SILVA, J.P.N.; SILVA, M.R.N. Noções da cultura da cana-de-açúcar. Santa Maria: UFSM, 2016. 105p. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06_nocoas_cultura_cana_acucar.pdf. Acesso em: 13 out 2023.

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

TONIELI, A.E.; PAIXÃO, A.C.S.; VANZELLA, C.A.; ORTOLAN, M.C.A.; SCCHIERI, M.S.; BISSON, O. Sistema de produção de mudas MPB – mudas pré-brotadas. **Revista canavieiros**, 2012. p. 24.

XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; MENDONÇA, J. R.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; ANJOS, I. A.; AZANIA, C. A. M.; BRANCALIÃO, S. R.; KANTHACK, R. A. D.; AFERRI, G.; SILVA, D. N.; BIDÓIA, M. A. P.; CAMPOS, M. F.; PERRUÇO, D.; MATSUO, R. S.; NEVES, J. C. T.; CASSANELI JUNIOR, J. R.; PERRUÇO, L.; PETRI, R. H.; SILVA, T. N.; SILVA, V. H. P.; THOMAZINHO JUNIOR, J. R.; MIGUEL, P. E. M.; LORENZATO, C. M. **Fatores de desuniformidade e kit de pré-brotação IAC para sistema de multiplicação de cana-de-açúcar - mudas pré-brotadas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 22 p. (Documentos IAC, n. 113)

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S.R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 137-142, 2007.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)** 110 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical). Instituto Agronômico de Campinas - IAC, Campinas, 2011.