

**CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DO
SUBSTRATO E DA FERTIRRIGAÇÃO**

João Pedro de Sa

**CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DO
SUBSTRATO E DA FERTIRRIGAÇÃO**

João Pedro de Sa

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

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

S111c	<p>Sa, João pedro de</p> <p>CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DO SUBSTRATO E DA FERTIRRIGAÇÃO / João pedro de Sa. -- Jaboticabal, 2024</p> <p>30 p. : tabs.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz</p> <p>Coorientadora: Ana Beatriz Coelho França</p> <p>1. Cana-de-Açúcar. 2. Propagação vegetativa. 3. Mudanças pré-brotadas. 4. Adubação de substrato. 5. Fertilização. I. Título.</p>
-------	---

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: CIÊNCIA DO SOLO

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Crescimento de mudas pré-brotadas de cultivares de cana-de-açúcar em função da adubação do substrato e da fertirrigação


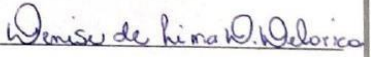
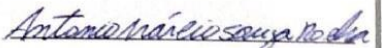
ACADÊMICO: João Pedro de Sa

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR (ES): Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa 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 Pessoa da Cruz	
Membro	Dra. Denise de Lima Dias Delarica	
Membro	Dr. Antonio Márcio Souza Rocha	

Jaboticabal 10 / 02 / 2024

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 29 / 02 / 2024

Aprovado Ad Referendum do
Conselho do Departamento



Chefe do Departamento

À minha mãe, Márcia Cristina dos Santos,

Dedico

À minha mãe, que nunca mediu esforços para me apoiar, desde o começo da universidade, e sempre me manteve firme para que esse momento chegasse. Finalizar a graduação será a maior realização pessoal e familiar que tive o prazer de conquistar, e devo essa conquista a ela. Por isso, essa dedicatória não poderia ser diferente, e pertence a quem sempre esteve comigo, com suas palavras de conforto em momentos difíceis e seu entusiasmo e alegria ao comemorar as vitórias.

AGRADECIMENTOS

A DEUS e à Nossa Senhora Aparecida, pela proteção e por sempre guiarem meus passos rumo a tão sonhada conquista de ingressar e, por fim, concluir a graduação.

À toda minha família, em especial à minha mãe, Márcia Cristina dos Santos, e ao meu avô, Constantino Batista dos Santos, que sempre acreditaram em meu sonho e me apoiaram durante toda a longa trajetória, com todo o amor, carinho e orientações para que o tão sonhado momento por fim chegasse.

À República Xicreti, minha segunda família, que sempre se manteve presente, me apoiando durante toda a caminhada. Verdadeiros irmãos, que terei o prazer em levar por toda a vida.

À Professora Mara Cristina Pessôa da Cruz, por toda dedicação, apoio e ensinamentos passados durante todos esses anos.

À minha coorientadora, Ana Beatriz Coelho França, pelo fornecimento dos materiais utilizados ao longo de todo o trabalho e pelos ensinamentos.

À UNESP/FCAV, campus de Jaboticabal, que me proporcionou todos esses incríveis anos de muito aprendizado, experiências e momentos dentro e fora da faculdade, conhecendo pessoas incríveis, grandes profissionais e amigos que sempre estiveram comigo.

Aos meus amigos do Laboratório de Fertilidade do Solo, que estiveram comigo durante todas as etapas do projeto, fornecendo todo o apoio e ajuda necessária para a sua realização.

À Cope Conecta pela bolsa auxílio, recurso fundamental para o desenvolvimento de atividades experimentais durante boa parte da graduação.

À Fernanda Rego Freitas Suzuki e à toda Seção técnica de Graduação pelo auxílio de permanência estudantil, recurso fundamental por toda manutenção e permanência na graduação.

À todos os amigos que fiz durante essa linda trajetória e a aqueles que de alguma forma se fizeram presentes até esse momento, meu muito obrigado.

RESUMO

CRESCIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DO SUBSTRATO E DA FERTIRRIGAÇÃO

O sistema de produção de mudas pré-brotadas é a mais recente e mais promissora das opções de propagação da cana-de-açúcar. No entanto, nesse sistema usam-se mini-toletes com pequena quantidade de reservas nutricionais, levando a limitação do crescimento das mudas, se o substrato e a adubação não forem adequados. Muitas possibilidades de substratos já foram avaliadas, mas a adubação segue recomendação padrão, que desconsidera o fornecimento de nutrientes pelo substrato e as diferenças entre as cultivares. O objetivo com o trabalho foi avaliar o crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em função da adubação do substrato. O experimento foi conduzido em estufas de brotação e desenvolvimento e em bancadas de terminação de uma usina de açúcar e álcool da região de Ribeirão Preto/SP, no período de 02 de abril de 2022 a 21 de maio de 2022. A unidade experimental foi constituída por três bandejas contendo 77 células (tubetes). Em cada tubete foi colocado volume de substrato correspondente a 140 cm³, a base de bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro e húmus de torta de filtro, seguindo a proporção 8:1:1 (v:v:v). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos principais foram substrato sem adubo, substrato com adubo, e substrato com adubo + fertirrigação, e os tratamentos secundários foram as cultivares CTC4, CTC02-2994 e IACSP95-5094. Nos tratamentos com adubação, o substrato recebeu complementação com adubação mineral, seguindo as recomendações do Instituto Agronômico de Campinas. A fertirrigação foi aplicada seis vezes na semana, com solução contendo macro e micronutrientes. Ao final do período de crescimento, 47 dias, foram avaliados altura, número de folhas, diâmetro, perfilhos, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raízes. Os resultados foram submetidos a análise de variância (Teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que o substrato constituído por bagaço de cana, torta de filtro e húmus de torta de filtro não atendeu à demanda nutricional das mudas, sendo necessário complementação com adubos industriais para maior crescimento em altura, diâmetro, número de folhas e massa seca de parte aérea. O substrato somente adubado foi a forma mais eficiente de fornecimento de nutrientes, independentemente da cultivar, uma vez que a fertirrigação não resultou em resposta, exceto para a cultivar IACSP95-5094, que é mais responsiva do que as CTCs.

Palavras Chaves: *Saccharum* spp., propagação vegetativa, CTC4, CTC02-2994, IACSP95-5094, torta de filtro,

SUMMARY

GROWTH OF PRE-SPROUTED SUGAR CANE SEEDLINGS AS A FUNCTION OF SUBSTRATE FERTILIZATION, FERTIGATION AND CULTIVARS

The pre-sprouted seedling production system is the most recent and most promising sugarcane propagation option. However, in this system, mini-tablets with a small amount of nutritional reserves are used, leading to limited seedling growth if the substrate and fertilization are not adequate. Many substrate possibilities have already been evaluated, but fertilization follows standard recommendations, which disregard the supply of nutrients by the substrate and the differences between cultivars. The objective of the work was to evaluate the growth of pre-sprouted sugarcane seedlings as a function of substrate fertilization. The experiment was carried out in budding and development greenhouses and on finishing benches located in a sugar and alcohol plant installed at region of Ribeirão Preto/SP (Brasil), from April 2, 2022, to May 21, 2022. The experimental unit consisted of three trays containing 77 cells (tubes). A volume of substrate corresponding to 140 cm³ was placed in each tube, based on sugar cane bagasse, filter cake and filter cake humus, following the proportion 8:1:1 (v:v:v). The experimental design was randomized blocks in a split-plot scheme, with four replicates. The main treatments were substrate without fertilizer, substrate with fertilizer, and substrate with fertilizer + fertigation, and the secondary treatments were the cultivars CTC4, CTC02-2994 and IACSP95-5094. In treatments with mineral fertilization, the substrate was supplemented with mineral fertilization, following the recommendations of the Campinas Agronomic Institute. Fertigation was applied six times a week, with a solution containing macro and micronutrients. At the end of the growth period, 47 days, height, number of leaves, diameter, tillers, shoot dry matter and root dry matter were evaluated. The results were subjected to analysis of variance (F test) and the means compared using the Tukey test at 5% probability. It was observed that the substrate consisting of sugarcane bagasse, filter cake and filter cake humus did not meet the nutritional demand of seedlings, requiring supplementation with chemical fertilization for greater growth in height, diameter, number of leaves and dry mass of aerial part. The substrate only fertilized was the most efficient way of supplying nutrients, regardless of the cultivar, since fertigation did not result in a response, except for the cultivar IACSP95-5094, which is more responsive than CTCs.

Keywords: *Saccharum* spp, CTC4, CTC02-2994, IACSP95-5094, vegetative propagation, filter cake

SUMÁRIO

	pág
RESUMO	vii
SUMMARY	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Produtividade de cana-de-açúcar no Brasil	4
2.2 Cultivares de cana-de-açúcar	5
2.3 Sistemas de plantio de cana-de-açúcar	6
2.3.1. Sistema convencional	6
2.3.2. Sistema de mudas pré-brotadas	6
2.4 Características do substrato para formação de MPBs	9
2.5 Uso de torta de filtro na composição de substrato para MPBs	10
2.6 Adubação do substrato na formação de MPBs	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	26
6 LITERATURA CITADA	27

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, principal matéria prima do setor agroindustrial brasileiro, a partir da qual obtém-se, principalmente, etanol, açúcar e cachaça. Além dos produtos, há também subprodutos de enorme importância, como a vinhaça e a torta de filtro, destinados à adubação das áreas de cultivo, e em maior quantidade, o bagaço e a palha, utilizados na cogeração de energia. Além dos usos mais comuns, a combinação de torta de filtro com bagaço e outros materiais, tem sido muito usada como substrato para produção de mudas pré-brotadas (MPBs) de cana-de-açúcar.

O sistema de produção de mudas pré-brotadas surgiu como a melhor opção para a formação de viveiros, pois possibilita redução do tempo para a utilização da cana-muda, facilita o desenvolvimento de novas variedades com maior potencial produtivo, garante uniformidade de plantio e proporciona maior sanidade das plantas (ANJOS et al., 2013). A adoção desse sistema dá agilidade

ao processo de propagação, reduz a competição intraespecífica comum em canaviais plantados com excesso de gemas, e isso tem favorecido o avanço sustentável da cultura com o apoio de novas técnicas de produção.

O sistema de MPBs permite obter plantio de excelente padrão clonal, com boa uniformidade e com número reduzido de mudas, além de diminuir os riscos de falhas e de propagação de pragas e doenças. No entanto, os mini-toletes de MPBs possuem pequena quantidade de reservas, o que pode limitar o crescimento inicial. Assim, há necessidade de manejo adequado de nutrientes no processo de formação das mudas, para que, no momento em que elas forem levadas ao campo, tenham vigor e estejam bem enraizadas.

O substrato, dependendo da escolha de materiais, é o primeiro fornecedor de nutrientes, mas o seu papel vai além, porque ele pode ter capacidade de troca de cátions (CTC) e atuar na regulação da aeração e da capacidade de retenção de água, características que desempenham função importante no estabelecimento do sistema radicular das plantas. A qualidade do substrato é ainda determinada pela uniformidade na composição, baixo índice salino, baixa densidade, ausência de pragas, de patógenos e de sementes de plantas daninhas.

A adubação do substrato é um fator determinante na formação e na qualidade das mudas, que pode refletir na produtividade da cultura, e é responsável por grande parte dos custos envolvidos na produção de MPBs.

A recomendação da adubação existente para MPBs é geral, ou seja, independe da composição do substrato e da cultivar a ser adubada. Por isso, como há substratos com maior ou menor potencial de fornecimento de

nutrientes, e cultivares de cana mais ou menos exigentes, justificam-se estudos mais detalhados sobre a adubação de MPBs.

Diante disso, o objetivo com esse trabalho foi avaliar o crescimento de mudas pré-brotadas de três cultivares de cana-de-açúcar em função da adubação do substrato.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produtividade de cana-de-açúcar no Brasil

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, cultura responsável por parte significativa do produto interno bruto brasileiro. Ela gera divisas com a exportação de açúcar e etanol, e tem importância social indiscutível porque gera numerosos postos de trabalho.

No Estado de São Paulo estão as maiores áreas destinadas ao cultivo de cana no Brasil, com estimativas para a safra 2022/2023 de 5,1 milhões de hectares cultivados, e produtividade média de 74.571 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022).

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se no cenário agrícola brasileiro não somente pela extensão da área cultivada, mas também pelo potencial que a cultura apresenta para alimentação e geração de energia.

A cana-de-açúcar está entre as culturas que mais passaram por mudanças no sistema de produção visando atender às necessidades de maior eficiência, em razão de questões sócio-econômicas e ambientais.

2.2 Cultivares de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma cultura semi-perene, cuja propagação ocorre de forma vegetativa, por meio de toletes. A cana é uma planta C4 que apresenta grande necessidade de luz e exigências nutricionais muito variáveis em função da cultivar. A escolha da cultivar é feita a partir do ambiente de produção, que é definido em função das condições físicas, hídricas, morfológicas, químicas e mineralógicas das camadas superficial e, principalmente, subsuperficial dos solos, e das características particulares de cada planta. Na região de Ribeirão Preto/SP, as principais cultivares utilizadas na safra 2022/2023 foram: CTC4 (11,2% da área de plantio), RB966928 (8,7%), RB985476 (6,5%), CTC9001 (6,0%), CTC02-2994 (5,9%) e IACSP95-5094 (5,4%), sendo que a área de renovação foi de 125 mil hectares (BRAGA Jr e LANDELL, 2022).

Desse conjunto, a CTC 4, a CTC02-2994 e a IACSP95-5094, foram alvo de estudo no presente trabalho. A CTC4, que predominou nas áreas de renovação, foi desenvolvida pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), apresenta boa adaptabilidade ao plantio mecanizado, resistência ao pisoteio das máquinas, alto TCH (Toneladas de Cana por Hectare) e perfilhamento elevado (BULA CTC4, 2021). A cultivar CTC02-2994 foi desenvolvida pela mesma instituição e apresenta características importantes para os canaviais mais tardios, como alta produtividade ao final da safra, raro tombamento e florescimento, resistência a seca e porte ereto (BULA CT02-2994, 2021).

Por outro lado, a cultivar IACSP95-5094 foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), é considerada uma cana moderna por se enquadrar muito bem aos padrões de colheita mecânica e, além disso, é uma

cultivar responsiva (elevada produtividade) em ambientes favoráveis, ereta, resistente ao acamamento e com alto índice de rebrota (GUERRA, 2019).

2.3 Sistemas de plantio de cana-de-açúcar

2.3.1 Sistema convencional

O sistema convencional de plantio de cana é feito a partir de colmos e utiliza cerca de 18 a 20 toneladas por hectare de colmo-semente. O material é constituído por toletes de aproximadamente 25 a 30 cm, com 2 a 3 gemas (XAVIER, 2014).

A grande massa de material de plantio representa problema no transporte, movimentação e armazenagem, uma vez que os colmos sofrem deterioração rápida, reduzindo a viabilidade de gemas plantadas posteriormente, à medida que o intervalo entre o corte e o plantio aumenta. Como alternativa para reduzir a massa necessária e melhorar a qualidade da cana-planta foi proposto o uso de minirrebolos pré-germinados, no sistema de mudas pré-brotadas (MPBs).

Esses minirrebolos são menos volumosos e facilmente transportáveis, tornando o processo mais econômico. Além disso, essa tecnologia tem se mostrado eficiente na multiplicação rápida de novas variedades de cana-de-açúcar (FRAGA Jr., 2015).

2.3.2 Sistema de mudas pré-brotadas

O sistema de multiplicação de cana-de-açúcar usando MPBs vem contribuindo para aceleração de produção de mudas, com elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio. O sistema é uma tecnologia

desenvolvida pelo Programa Cana do Instituto Agronômico de Campinas - IAC, direcionado a aumentar a eficiência e os ganhos econômicos decorrentes da implantação de viveiros, replantio de áreas comerciais e, possivelmente, renovação e expansão de áreas de cana-de-açúcar (LANDELL et al., 2013).

O sistema de MPBs aumenta a uniformidade na distribuição de plantas na linha de plantio, reduz o número de falhas, reduz a quantidade de mudas utilizadas no plantio, diminui o risco de disseminação de pragas e doenças e acelera a introdução de tecnologias varietais nas áreas agrícolas (LANDELL et al., 2013).

Para o plantio de um hectare de cana-de-açúcar, o consumo de toletes é reduzido significativamente, de 18 a 20 toneladas utilizados no plantio convencional, para 2 toneladas no plantio de MPBs. Isso significa que aproximadamente 18 toneladas que seriam enterradas como colmo-semente irão para a indústria produzir álcool e açúcar, gerando ganhos diretos e indiretos para a cadeia produtiva canavieira (XAVIER, 2014).

Além da redução da quantidade de mudas, o sistema permite obter melhor controle na qualidade e vigor, levando a obtenção de canaviais de excelente padrão e mais homogêneos. Ainda, a forma de distribuição espacial das mudas na área de produção induz ao melhor aproveitamento dos recursos hídricos e dos nutrientes, o que reduz a competição intraespecífica estabelecida em canaviais com excesso de mudas (LANDELL et al., 2013).

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) classifica a produção de MPBs de cana-de-açúcar em sete etapas, descritas a seguir.

(1^o) corte de minirrebolos, ou seja, no lugar dos colmos como sementes,

entram as mudas pré-brotadas, que são produzidas a partir do corte dos nós onde estão as gemas, que são os minirrebolos ou mini-toletes.

(2º) tratamento dos minirrebolos, etapa na qual é feita seleção visual para garantir que todos os minirrebolos estejam com as gemas saudáveis; em seguida eles recebem um banho térmico e são tratados com fungicida.

(3º) caixas de brotação, em que os minirrebolos são colocados em caixas de brotação com substrato próprio para a produção de mudas e levados à estufa com temperatura e umidade controladas.

(4º) individualização ou repicagem, que ocorre depois de 12 dias na estufa, em que as gemas são individualizadas e cada uma é transferida para um tubete próprio.

(5º) aclimação, que dura cerca de 15 dias, período em que as mudas voltam para a estufa e as raízes se desenvolvem.

(6º) rustificação, que é a aclimação a pleno sol, etapa em que as mudas são expostas às condições do ambiente onde serão cultivadas, com irrigação reduzida e realização de podas.

(7º) muda pré-brotada, obtida ao final de 60 dias, em que as mudas são retiradas dos tubetes e estão prontas para serem plantadas (XAVIER et al., 2014).

Atualmente, o plantio com MPBs já é classificado como um meio de cultivo de eficiência comprovada. Em estudo de longa duração, comparando o sistema de plantio convencional, a partir de colmos, com o sistema de MPBs, foi observado que o estabelecimento da cultura com MPBs pode ser considerado como uma oportunidade promissora para aumentar a matéria-prima para

produção de etanol, buscando atender ao aumento da demanda do produto previsto para os próximos anos (OTTO et al., 2022). A conclusão dos autores foi obtida ao final de três ciclos de cultivo de cana-de-açúcar, a partir da semelhança no perfilhamento, no estado nutricional, na produção de colmos e na qualidade tecnológica da cana obtida a partir dos dois sistemas de plantio.

Apesar da viabilidade comprovada em condições de campo, por ter sido proposto há pouco tempo, ainda há muito o que estudar a respeito da produção das MPBs. Entre as necessidades de pesquisa está a definição de estratégias que levem a máxima eficiência para a seleção do substrato e, em função do substrato e da cultivar, qual a melhor adubação para a formação das mudas.

2.4 Características do substrato para a formação de MPBs

A brotação e o desenvolvimento inicial de gemas de cana-de-açúcar sofrem influências de diversos fatores, dentre eles o substrato, ou seja, o meio no qual os minirrebolos são colocados para iniciar o processo de brotação, e que regula a disponibilidade de nutrientes (SIMÕES NETO, 1986).

No sistema MPB, os substratos são uma combinação de dois ou mais componentes, com o intuito de alcançar propriedades químicas e físicas adequadas para o processo de brotação (XAVIER et al., 2014). O substrato para as plantas é utilizado com o objetivo de substituir o solo no cultivo, servindo de suporte para mudas, ancoragem para as raízes e fornecimento de quantidades equilibradas de ar, água e nutrientes (ZORZETO, 2011).

Um substrato desejável deve possuir características físicas e químicas adequadas, dentre elas, pH adequado, baixas a moderadas concentrações de

sais, baixa densidade e boa porosidade, facilidade de manuseio e uniformidade na composição, elevada capacidade de troca de cátions, boa capacidade de retenção de água e de nutrientes combinada com bom arejamento para o sistema radicular, ausência de sementes de plantas daninhas, patógenos, pragas e elementos tóxicos (XAVIER et al., 2014). O manejo adequado do substrato deve considerar principalmente a granulometria, a porosidade e a curva de retenção de água. Para o desenvolvimento de MPBs, a densidade (base seca) deve ser de 0,1 a 0,3 kg m⁻³, o espaço de aeração de 20 a 30% e a água facilmente disponível deve variar entre 30 e 40% (XAVIER et al., 2014).

As características químicas estão relacionadas com o índice salino, o pH e a CTC. O índice salino indicado para a produção de MPBs deve estar entre 0,36 a 0,65 dS m⁻¹ (a 25°C), determinado pelo método de extração 1:5, ou de 0,76 a 1,25 dS m⁻¹, pelo método 1:2. O pH do substrato deve estar em torno de 5,5 a 6,5, para que não ocorra indisponibilização de nutrientes, e a CTC sugerida varia de 500 a 1.000 mmolc dm⁻³ (XAVIER et al., 2014).

Embora os substratos comerciais também sejam usados na produção de MPBs, os subprodutos da própria indústria canavieira são mais empregados, e a torta de filtro está presente, de modo geral, na maior parte das combinações.

2.5 Uso de torta de filtro para a composição de substrato para MPBs

Segundo Rossetto e Dias (2005) para cada tonelada de cana moída são produzidos de 30 kg a 40 kg de torta de filtro. Sendo assim, o seu uso viabiliza o processo de produção de mudas pré-brotadas nos viveiros das usinas, pois como é produzida de forma abundante, sua mistura aos substratos comerciais

ou a outros subprodutos, pode reduzir os custos de produção das mudas.

Segundo Nunes Júnior (2005), a torta de filtro, resíduo basicamente orgânico, tem composição química variável e apresenta altos teores de matéria orgânica, fósforo, nitrogênio, cálcio e, ainda, teores consideráveis de potássio, magnésio e micronutrientes como ferro, manganês, zinco e cobre.

O teor médio de fósforo na torta de filtro é $6,5 \text{ g kg}^{-1}$ (base seca) e, de modo geral, é menor ou semelhante ao de N, que é de aproximadamente 14 g kg^{-1} (ROSSETTO et al., 2010).

Ambos os nutrientes são importantes para o crescimento das mudas, mas o uso de fontes orgânicas de P tem papel fundamental para a vida de microrganismos e para garantir maior disponibilidade de P no solo, o que pode auxiliar no melhor desempenho da planta ao ser transplantada no campo (ALMEIDA, 2002).

O P, de acordo com Hoppo, Elliot e Reuter (1996), é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos.

As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados.

O fornecimento adequado de P é, desse modo, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta, e a torta de filtro na composição do substrato assegura o suprimento.

Substratos com proporção de 50% torta de filtro mostraram-se extremamente eficientes no fornecimento de nutrientes para MPBs, sendo interessante combiná-la com outros componentes orgânicos, como bagaço de cana, e complementá-la com adubações químicas (PINTO et al., 2016; GAZOLA et al., 2017; SANTOS et al., 2020).

2.6 Adubação do substrato na formação de MPBs

A adubação visa fornecer à planta todos os elementos essenciais para completar seu ciclo vital. A prática de adubação, além de se constituir em fator indispensável para o desenvolvimento de mudas, se manejada de forma correta pode acelerar consideravelmente seu crescimento, reduzindo custos de produção e possibilitando menor período de permanência nos viveiros (MALAVOLTA, 1980).

Entretanto, o manejo da adubação para mudas de viveiros deve ser realizado de forma cautelosa, pois o volume ocupado pelas raízes nessas condições é muito menor quando comparado a mudas que crescem em estado natural. Por se desenvolverem geralmente em recipientes com volumes restritos, tais como tubetes, vasos e sacos plásticos, há limitação na expansão das raízes.

Um dos principais cuidados nutricionais que devem ser tomados em relação ao desenvolvimento de mudas em viveiros diz respeito à salinidade. Deve-se evitar a utilização de fertilizantes de alta salinidade, pois a concentração excessiva de sais resultará em morte dos tecidos radiculares, levando a prejuízos ao desenvolvimento das plantas e à perda de mudas nos viveiros (RAIJ et al., 1996).

Uma das alternativas para solucionar esse problema é a realização do parcelamento das adubações, principalmente quando se trata do nitrogênio. Desse modo, o manejo da adubação das mudas de cana-de-açúcar desenvolvidas no processo de mudas pré-brotadas associa a aplicação de adubos minerais simples e compostos, fertilizantes de liberação lenta e parcelamento da adubação.

Para a produção de MPBs, com o propósito de complementar o fornecimento de nutrientes do substrato, há a recomendação de uso dos fertilizantes que estão na Tabela 1 (ANJOS et al., 2013).

Tabela 1. Composição dos fertilizantes utilizados na produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Fertilizantes	Composição
Fosfato monoamônico (MAP)	9% de N e 44% de P ₂ O ₅
Nitrato de Cálcio	14 % de N
Cloreto de Potássio	58% de K ₂ O
Sulfato de amônio	20% de N
Termofosfato (Yoorin)	16% de P ₂ O ₅ mais micronutrientes
Osmocote Mini Prill®	19% de N; 6% P ₂ O ₅ e 10% de K ₂ O
Osmocote Plus®	15% de N; 9% de P ₂ O ₅ e 12% de K ₂ O mais micronutrientes com liberação em torno de 3-4 meses

Fonte: Próprio autor.

As doses dos adubos seguindo as recomendações do IAC (XAVIER et al., 2014) são as seguintes, considerando o preparo de 200 dm³ de substrato: 400 g de cloreto de potássio, 460 g de nitrato de amônio, 400 g de termofosfato de Yoorin® e 1.200 g de adubo de liberação lenta Osmocote Mini Prill® contendo N-P-K , o que implica em custos elevados com a adubação, em sistemas comerciais de produção de mudas.

A adubação do substrato com os adubos sólidos pode ser complementada com fertirrigação, visando aumentar a eficiência no fornecimento dos nutrientes pelo parcelamento, porém não há estudos que mostrem sua eficiência para produção de MPBs.

A demanda de MPBs para atender às áreas de reforma de canaviais no Estado de São Paulo, seja em Meiosi (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente), seja para plantio de talhões inteiros, é muito grande. Desse modo, o estudo da adubação das mudas na fase de viveiros pode aumentar a eficiência e reduzir os custos de produção de MPBs.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufas de brotação e desenvolvimento e em bancadas de terminação de uma usina de açúcar e álcool localizada na região de Ribeirão Preto/SP, no período de 02 de abril de 2022 a 21 de maio de 2022.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdividas, com 4 repetições. Os tratamentos principais, nas parcelas, foram substrato sem adubo, substrato com adubo, e substrato com adubo + fertirrigação. Os tratamentos secundários, nas subparcelas, foram as cultivares CTC02-2994, CTC 4 e IACSP95-5094, divididas em bandejas distintas (Figura 1).

Em todos os tratamentos, os minirrebolos foram cultivados em substrato composto por mistura de bagaço de cana, torta de filtro e húmus de torta de filtro, seguindo a proporção 8:1:1 (v:v:v).

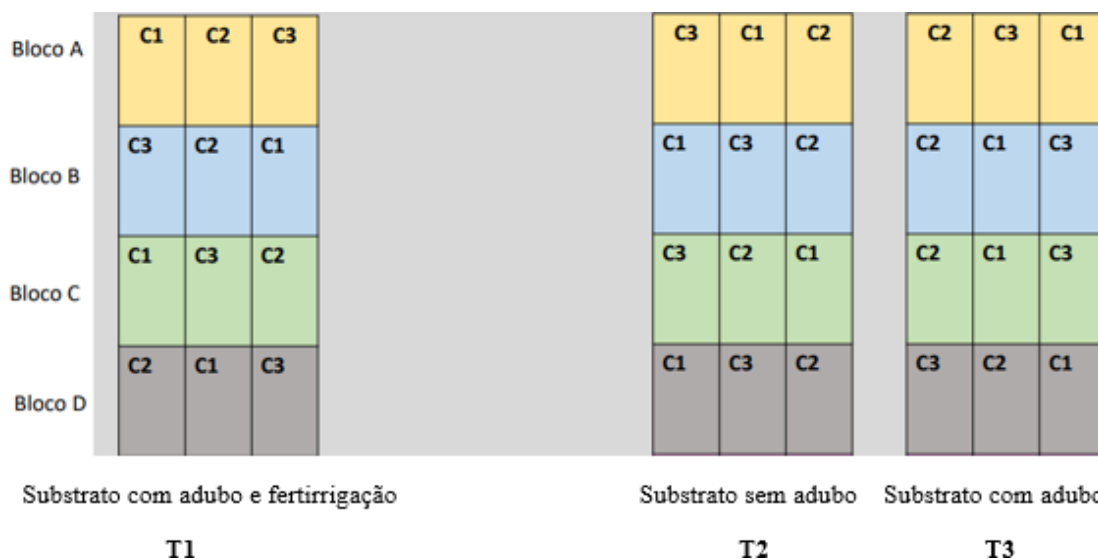


Figura 1. Representação esquemática do delineamento do experimento sendo C1, C2 e C3 as cultivares CTC 4, CTC02-2994 e IACSP95-5094, respectivamente.

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 2.

Tabela 2. Teores de carbono e macronutrientes no bagaço de cana, na torta de filtro e no vermicomposto de torta filtro utilizados 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

Nos tratamentos com adubação mineral, o substrato recebeu complementação com adubação mineral, seguindo as recomendações do IAC (XAVIER et al., 2014), ou seja, foram adicionados a cada 200 dm³ de substrato, 400 g de cloreto de potássio, 460 g de nitrato de amônio, 400g de termofosfato

de Yoorin® e 1.200 g de adubo de liberação lenta Osmocote Mini Prill® contendo N-P-K.

No tratamento substrato adubado e fertirrigado, foi avaliado o substrato adubado conforme a descrição anterior, mais fertirrigação, que foi aplicada seis dias da semana, com solução contendo macro e micronutrientes. A descrição dos tratamentos está resumida na Tabela 3.

Tabela 3. Composição e complementações do substrato utilizados em cada tratamento para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar.

Tratamento	Composição do substrato e complementações
Substrato sem adubação mineral e sem fertirrigação.	Mistura de bagaço de cana, torta de filtro e húmus.
Substrato com adubação mineral e sem fertirrigação.	Mistura de bagaço de cana, torta de filtro húmus, cloreto de potássio, nitrato de amônio, termofosfato de Yoorin® e Osmocote Mini Prill®.
Substrato com adubação mineral e fertirrigação.	Mistura de bagaço de cana, torta de filtro húmus, cloreto de potássio, nitrato de amônio, termofosfato de Yoorin®, Osmocote Mini Prill® e fertirrigação.

Na Tabela 4 é possível verificar a quantidade estimada de macronutrientes e micronutrientes fornecidos em cada um dos manejos de adubação avaliados.

Tabela 4. Estimativa do fornecimento de nutrientes em cada tratamento.

Elemento	Substrato	Substrato + Adubação	Substrato + adubação + fertirrigação
mg nutriente/planta			
N	5,31	267,95	420,67
P	0,93	63,28	133,1
K	14,74	223,85	310,6
Ca	12,91	63,31	141,21
Mg	8,53	28,13	58,88
S	4,39	4,39	46,52
B	0,01	0,29	0,29
Mn	0,29	1,13	1,13
Cu	0,03	0,17	0,17
Zn	0,05	1,59	4,97
Fe	1,08	1,08	1,08

Na instalação do experimento os minirrebolos foram cortados dos colmos e transferidos para as bandejas (um por tubete). Em seguida, foram cobertos por fina camada de vermiculita e conduzidos por sete dias dentro de uma estufa de brotação, mantendo a temperatura e a umidade controladas em 35°C e 80-90%, respectivamente. Na sequência, foram transferidos para uma estufa de desenvolvimento, com temperatura média de 32°C, na qual permaneceram por vinte dias. Em seguida, foram submetidos a vinte dias de rustificação a céu aberto.

O sistema de irrigação utilizado foi aspersão. O tratamento com adubação + fertirrigação recebeu 4 mm de fertirrigação 6 vezes na semana mais 4 a 8 mm de irrigação com água 7 vezes na semana. As mudas que foram somente irrigadas receberam uma lâmina de irrigação diária de 8 a 12 mm, a depender das condições climáticas locais.

Ao final do período de crescimento (47 dias) foram avaliados altura, número de folhas, diâmetro, perfilhos, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raízes.

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

Foram coletadas amostras da parte aérea de 15 plantas por repetição ao término do experimento. As plantas foram lavadas segundo procedimento descrito em Carmo et al. (2000), que consiste em utilizar um recipiente contendo água e detergente neutro (1mL por litro) na primeira lavagem e três recipientes

contendo água deionizada para as lavagens seguintes. Em seguida, as plantas foram secas em estufa a 65-70°C até peso constante para obtenção da matéria seca.

As raízes foram lavadas sobre peneiras até remoção completa do substrato, foram secas em estufa e pesadas.

Os dados de altura, número de folhas, diâmetro, perfilhos, matéria seca de parte aérea e de raízes foram submetidos a análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo as interações cultivar x manejo desdobradas quando o valor de F foi significativo. Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT (disponível em <http://www.assistat.com>).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de diâmetro, altura, número de folhas e perfilhos, e matéria seca de raízes e de parte aérea das mudas de cana das cultivares CTC02-2994, CTC4 e IACSP95-5094 estão apresentados na Tabela 5.

A emissão de perfilhos e a produção de matéria seca de raízes não responderam à adubação do substrato e não variaram em função das cultivares.

A ausência de resposta na massa seca de raízes indica que os nutrientes contidos no substrato garantiram a formação das raízes das mudas. O fósforo é um nutriente muito importante para a formação do sistema radicular (SANTOS et al., 2010) e o seu fornecimento é fundamental nas fases iniciais do desenvolvimento das plantas (TAIZ e ZAIGER, 2004).

A torta de filtro é rica em fósforo predominantemente orgânico (SANTOS et al., 2010) e, desse modo, a sua disponibilização, e também a do nitrogênio, ocorrem gradativamente, por mineralização e ataque de microrganismos. O teor

de P da torta de filtro usada no substrato, 3,2 g kg⁻¹ (Tabela 1) está abaixo de valores citados na literatura, 6,5 g kg⁻¹ (ROSSETTO et al., 2010) e 11 g kg⁻¹ (PRADO et al., 2013), mas mesmo assim atendeu às exigências das mudas para a formação das raízes.

Para os perfilhos, a ausência de resposta está associada ao espaçamento. Como as plantas se desenvolveram em tubetes, a falta de espaço limitou o perfilhamento.

Tabela 5. Efeitos do manejo de adubação do substrato no crescimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar das cultivares CTC02-2994, CTC4 e IACSP95-5094.

Tratamento ¹	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Nº folhas	Perfilhos	MSPA ² (g/planta)	MSR ³ (g/planta)
Adubação do Substrato						
SA	5,59	10,11	4,60	1,00	1,035	0,290
CA	7,67	17,90	5,98	1,03	1,73	0,301
CA + F	7,85	20,28	6,19	1,03	2,35	0,242
CV%	9,22	12,03	6,91	4,32	16,39	20,44
Cultivares						
CT02-2994	5,98	15,12	5,85	1,00	1,38	0,256
CTC4	7,12	15,79	5,35	1,02	1,26	0,259
IACSP95-5094	8,01	17,38	5,57	1,04	2,47	0,317
CV%	5,49	7,37	3,65	4,71	13,15	23,20
Teste F⁴						
Adubação (A)	44,92**	90,62**	60,27**	1,60 ^{ns}	66,66**	3,66 ^{ns}
Cultivares (C)	83,23**	11,46**	17,70**	1,98 ^{ns}	106,26**	3,46 ^{ns}
Interação (AxC)	9,94**	6,95**	6,11**	1,58 ^{ns}	17,84**	2,79 ^{ns}
Média	7,04	16,10	5,59	1,02	1,71	0,277

¹ SA= substrato sem adubo; CA= substrato com adubo; CA+F= substrato com adubo + fertirrigação.

² MSPA = matéria seca de parte aérea; ³ MSR = matéria seca de raízes; ⁴ ns, ** = não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Diâmetro, altura, nº de folhas e massa seca de parte aérea apresentaram efeitos da adubação, das cultivares e da interação entre ambas (Tabela 5) e o estudo das interações está na Tabela 6.

Tabela 6. Desdobramentos das interações significativas entre os manejos de adubação e as cultivares.

Tratamento ¹	CTC02-2994	CTC 4	IACSP95-5994
Diâmetro (mm)			
SA	5,07 bB ²	5,75 bAB	5,95 cA
CA	6,64 aC	7,80 aB	8,57 bA
CA + F	6,22 aC	7,82 aB	9,50 aA
Altura (cm)			
SA	10,58 bA	9,91 bA	9,82 cA
CA	16,64 aB	18,08 aAB	18,98 bA
CA + F	18,12 aB	19,39 aB	23,33 aA
N° folhas			
SA	4,83 bA	4,52 bAB	4,45 cB
CA	6,32 aA	5,85 aB	5,78 bB
CA + F	6,40 aA	5,70 aB	6,48 aA
Massa seca da parte aérea (g/planta)			
SA	0,95 bAB	0,84bB	1,31cA
CA	1,45 aB	1,34 aB	2,40 bA
CA + F	1,74 aB	1,61 aB	3,71 aA

¹SA= substrato sem adubo; CA= substrato com adubo; CA+F= substrato com adubo + fertirrigação.

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

As cultivares apresentaram diferença de comportamento dentro de cada tratamento avaliado, e a IACSP95-5094 foi a que mais respondeu. Para o tratamento sem adubação a cultivar IACSP95-5094 apresentou diâmetro 17,35% maior em relação à CTC02-2994, e a CTC4 não diferiu das demais.

A altura foi semelhante para as três cultivares. O número de folhas foi maior nas duas CTCs, mas a CTC4 não diferiu da IACSP95-5094 e a massa seca da parte aérea foi maior nas cultivares IAC e CTC02-2994 (Tabela 6).

No substrato com adubação, a cultivar IACSP95-5094 apresentou o maior diâmetro e a maior massa seca da parte aérea. A altura também foi maior na cultivar IAC, mas nesse caso não houve diferença em relação à CTC4. O maior número de folhas nesse tratamento foi observado na CTC02-2994.

No tratamento em que a fertirrigação foi somada com a adubação, a cultivar IACSP95-5094 foi a que apresentou maior diâmetro, altura e massa seca da parte aérea. O número de folhas também foi maior na cultivar IAC, sem diferir

da CTC02-2994. Entre as CTCs, o diâmetro foi maior na CTC4 nos tratamentos adubado e adubado e fertirrigado, e o número de folhas foi maior na CTC02-2994 (Tabela 6).

Avaliando os efeitos da adubação dentro de cada cultivar, observa-se que as cultivares CTC02-2994 e CTC4 apresentaram a mesma resposta à adubação do substrato, ou seja, a adubação causou aumento na altura, no diâmetro, no número de folhas e na massa seca de parte aérea, mas as plantas não responderam à fertirrigação.

A adubação do substrato resultou em ganhos de 31%, 57%, 31% e 53% no diâmetro, na altura, no número de folhas e na massa seca, respectivamente, considerando a CTC02-2994. Com a CTC4 os ganhos foram maiores e correspondentes a 35%, 82%, 32% e 60%, respectivamente para diâmetro, altura, número de folhas e massa seca.

A altura, que foi a variável que mais respondeu à adubação, aumentou, em valores absolutos, em 6,0 cm para a CTC02-2994 e em 8,2 cm para a CTC4 (Tabela 6). Ainda, o substrato sem adubação não garantiu 5 folhas, que é o mínimo recomendado por ANJOS et al. (2013) para as mudas irem para o campo.

A não resposta à fertirrigação das duas CTCs pode estar relacionada ao perfil fisiológico das plantas, pois elas são mais rústicas e tolerantes (Bula CTC4; Bula CT02-2994), apresentando bom desenvolvimento mesmo em ambientes do tipo C, com solos de textura franco-argilo-arenosa e disponibilidade hídrica e nutricional mais desfavoráveis (CANA OESTE,2021).

A cultivar IACSP95-5094, ao contrário das demais, respondeu à adubação

e à fertirrigação, com ganhos na altura, no diâmetro, no número de folhas e na massa seca da parte aérea.

Para a IACSP95-5094 a adubação do substrato foi responsável pela maior resposta em diâmetro, altura, número de folhas e massa seca, com aumentos de 44, 93, 30 e 83%, respectivamente. Os ganhos obtidos com a fertirrigação foram, de modo geral, menores do que os obtidos com a adubação do substrato. No caso do diâmetro, as mudas da cultivar IACSP95-5094 aumentaram 2,62 mm com a adubação e mais 0,93 mm com a fertirrigação. A altura aumentou 9,16 cm com a adubação e 4,35 cm com a fertirrigação, o número de folhas aumentou em 1,33 e 0,70 e a massa seca da parte aérea aumentou em 1,09 e 1,31 g/planta (Tabela 6).

Essa cultivar apresenta porte e folhas eretas e, conseqüentemente, maior capacidade fotossintética (GUERRA, 2019). Por suas características é indicada para ambientes do tipo A, caracterizados por solos argilosos, com alta disponibilidade de água, bom potencial para fornecimento de nutrientes, e profundidade ideal para exploração do sistema radicular (CANA OESTE, 2021).

Para as três cultivares ficou definido que o substrato composto por bagaço de cana, torta de filtro e húmus de torta de filtro, na proporção 8:1:1 em volume, não atende à demanda de nutrientes das mudas, em parte por causa do predomínio do bagaço que, conforme os dados da Tabela 1, é o componente mais pobre em nutrientes.

A torta de filtro e o húmus da torta são os componentes presentes no substrato com maior potencial de fornecimento de nutrientes, mas a proporção usada é insuficiente para atingir o máximo crescimento das mudas.

Mesmo usando substrato com 50% de torta de filtro, Gazola et al. (2017) concluíram que há a necessidade de complementação com fertilizantes químicos.

No entanto, em outras situações, substratos contendo 50% de torta de filtro foram considerados eficientes no fornecimento dos componentes necessários para o desenvolvimento de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (PINTO et al., 2016; BARRETO et al., 2018; SANTOS et al., 2020).

Para a IACSP95-5094, que apresentou as máximas respostas no tratamento com adubação e fertirrigação, o substrato sem adubo respondeu por 62% do diâmetro; 42% da altura; 68% do nº de folhas e 35% da matéria seca máxima.

Para a CTC4 os percentuais obtidos foram 73% do diâmetro; 51% da altura; 79% do nº de folhas e 52% da matéria seca, também comparando os mesmos tratamentos. Valores próximos foram obtidos para a CTC02-2994: 82% do diâmetro; 58% da altura; 75% do nº de folhas e 55% da massa seca. A comparação, mesmo no caso das CTCs foi feita em relação ao substrato adubado e fertirrigado, apesar de ambas não terem respondido à fertirrigação. Desse modo, embora insuficiente, a torta de filtro e o húmus da torta foram responsáveis por parte expressiva da resposta de crescimento das mudas.

Os dois resíduos, torta de filtro e húmus de torta de filtro, têm como característica o fornecimento lento de nutrientes. Na adubação é usada uma fonte de nutrientes de liberação lenta, mas ela não é completa e, por isso, o uso dos adubos orgânicos, que contêm todos os nutrientes, faz a diferença.

5 CONCLUSÃO

O substrato constituído por bagaço de cana, torta de filtro e húmus de torta de filtro, na proporção 8:1:1 (v:v:v), não atendeu a demanda nutricional de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, sendo necessária a fertilização mineral para melhor desempenho das variáveis altura, diâmetro, número de folhas e massa seca de parte aérea.

O substrato adubado foi a forma mais eficiente de fornecimento de nutrientes, uma vez que a complementação com fertirrigação não resultou em aumento das variáveis estudadas, exceto para a cultivar IACSP95-5094, que é mais responsiva do que as CTCs.

6 LITERATURA CITADA

ALMEIDA, R. S. **Identificação e caracterização de genes de transportadores de fosfato em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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 Agrônomo, 16p. 2013.

ARANTES, J. **Ambientes de produção como ferramenta de produtividade para cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://nutricaodesafras.com.br/ambientes-de-producao-como-ferramenta-de-produtividade-para-cana-de-acucar-ambicana>>. Acesso em: 28 dez 2023.

BARRETO, M. C.; DIAS, A.L.F; FIGUEIREDO, M.V.B; BARBOSA, M.B; SANTOS, A.A; ANDRADE, A.G. Aclimatização de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em diferentes substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., Natal, 2015. **Resumos:** SBCS, 2018. 4p. Disponível em: <https://www.eventossilos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1913.pdf>. Acesso em: 28 dez 2023.

BRAGA JR, R.L.C.; LANDELL, M.G.A. Censo Varietal IAC na Região Centro-Sul do Brasil: Safra 2022/23 - Revista Canavieiros. Disponível em: <https://www.revistacanavieiros.com.br/censo-varietal-iac-na-regiao-centro-sul-do-brasil-safra-202223>. Acesso em: 28 dez 2023.

CARMO, C.A.F.S.; ARAÚJO, W.S.; BERNARDI, A.C.C.; SALDANHA, M.F.C. **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 2022/23. Brasília**. Brasília: Superintendência de Marketing e Comunicação (Sumac), 59 p. 2022.

CTC (org.). **Bula técnica variedades**. Ribeirão Preto: CTC, 5p. 2021.

CTC (org.). **Bula técnica CTC02-2994**: produtividade elevada no final da safra. Ribeirão Preto: CTC, 5p. 2022.

FRAGA JUNIOR E.F. **Considerações sobre o manejo de irrigação na produtividade e qualidade de gemas de cana-de-açúcar para viveiros de mudas-pré-brotadas (MPB)**. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2015.

FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; SCARPARI, M.S.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A. **O Instituto Agropnômico (IAC) e fatos históricos relacionados ao desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar até o fim do século XX**. Campinas: Instituto Agrônomo, 47p. 2011. (Documentos IAC, 103)

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 (Jaboticabal), Jaboticabal, v. 45, n. 3, p. 300-306, 2017.

GUERRA, M. **A rebrota fantástica da IACSP95-5094**, 2019 - Revista Canavieiros. Disponível em: <<https://www.revistacanavieiros.com.br/a-rebrota-fantastica-da-iacsp95-5094#:~:text=Filha%20da%20SP80%2D3280%2C%20numa>>. Acesso em: 28 dez 2023.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; ROSSAL, P. A. L.; CASTRO, A. M.; FACHINELLO, J. C.; PAULETTO, E. A. Influência do substrato sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1p. 302-307, 1994.

HOPPO, S.D.; ELLIOT, D.E.; REUTER, D.J. Plant tests for diagnosing phosphorus deficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, p.857-872, 1999.

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.; BRANCALIÃO, 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 Agrônomo, 2012. (Documento 109)

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agrônoma Ceres, 1980. 251p.

MARCO, E. **Uso de substratos alternativos na produção de morangos e mudas de cana-de-açúcar**.4p. 2017. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

OESTE, C, 2021. **Recomendação de manejo das principais variedades de cana-de-açúcar**. Disponível em: <https://www.canaoeste.com.br/wp-content/uploads/2021/12/Tabela-de-Variedades-2021.pdf>. Acesso em: 28 dez 2023.

OTTO, R.; MACHADO, B.A.; SILVA, A.C.M; CASTRO, S.G.Q.; LISBOS, I.P. Sugarcane pre-sprouted seedlings: A novel method for sugarcane establishment. **Field Crops Research**, v. 275, p. 108336, 2022.

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**, Presidente Prudente, v. 12p. 93-99, 2016. Número especial.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.;QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds) **Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: INSTITUTO AGRONÔMICO – FUNDAÇÃO IAC, 1996.

PRADO, R.M.; CAIONE, G.; CAMPOS, C.N.S. Filter Cake and Vinasse as Fertilizers Contributing to Conservation Agriculture. **Applied and Environmental Soil Science**, v.2013., p.1-8, 2013.

ROSSETO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões.**Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 110p. 6-11, 2005.

ROSSETO, R.; CANTARELLA, H.; DIAS, F.L.F.; VITTI, A.C.; TAVARES, S. Cana-de-açúcar. In: PROCHOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (ed.) Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Piracicaba, IPNI, v.3, 2010. p.161-230.

SANTOS, D.H.; TIRITAN C.S.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesquisa Agropecuária Tropical** , v.40, n.4, p.454-461, 2010.

SANTOS, D.H.; SILVA, M.A.; TIRITAN C.S.; CRUSCIOL C.A.C. The effect of filter cakes enriched with soluble phosphorus used as a fertilizer on the sugarcane ratoons. **Acta Scientiarum**, v. 36, n.3, p. 365-372, 2020.

SIMÕES NETO, D.E. **Efeito da quantidade de reserva energética do tolete e da compactação do solo no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1986. 94p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

TAIZ, L.; ZEIGER. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing, 2004.

XAVIER, M.A.; LANDELL, M.G.A.; TEIXEIRA, L.G.; RODRIGUES P.A.; NASSIF G.L.; OLIVEIRA, J.A.C. (2014). **Sistema de multiplicação MPB e integração com o setor sucroenergético**. O Agrônomo. Campinas: IAC, 2014. V.64-66.

XAVIER, M.A. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 16p. 2013.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.).**110p. 2011. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical I, Área de Concentração em Gestão de Recursos Agroambientais.). Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2011.