

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS

*CAMPUS ARAGUATINS*

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**EVA GONÇALVES DE ARAÚJO**

**DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS SISTEMAS DE  
PLANTIOS DE MUDAS PRÉ-BROTADAS E CONVENCIONAL SUBMETIDOS A  
DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO**

ARAGUATINS

2017

**EVA GONÇALVES DE ARAÚJO**

**DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NOS SISTEMAS DE  
PLANTIOS DE MUDAS PRÉ-BROTADAS E CONVENCIONAL SUBMETIDOS A  
DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Bacharelado em Agronomia do Instituto  
Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus*  
Araguatins, como exigência à obtenção  
do título de Bacharelado em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton  
de Lima Leite

ARAGUATINS

2017

ARAÚJO, Eva Gonçalves de

Desenvolvimento da cultura cana-de-açúcar nos sistemas de plantios de muda pré-brotada e convencional submetidos a diferentes doses de fósforo / Eva Gonçalves de Araújo – Araguatins, 2017. 41 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, *Campus Araguatins*, 2017.

Orientador: Prof. Raimundo Laerton de Lima Leite

1. *Saccharum spp.* 2. Fósforo 3. Mudas pré-brotadas

## DEDICATÓRIA

A toda minha família que sempre esteve  
ao meu lado me incentivando e apoiando,  
tornando este sonho em realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pai todo poderoso por ter me dado força e coragem para enfrentar as adversidades que surgiram na minha vida, principalmente na graduação.

Agradeço a toda minha família, em especial ao meu pai José Ribeiro de Araújo, minha mãe Rosania Gonçalves da Costa Araújo, aos meus irmãos Istácio Gonçalves de Araújo e Sebastião Gonçalves de Araújo, as minhas tias Valdessilha Fernandes Barbosa e Marinalva Gonçalves da Costa Araújo, meu querido primo Ivan Ribeiro Carneiro, que ao longo de toda a minha vida me motivaram para conquistar tudo que hoje tenho, jamais deixaram de acreditar na minha capacidade.

Ao meu namorado Cássio dos Santos Barroso que me proporcionou força e alegria nos momentos em que eu mais precisei.

A minha equipe de pesquisa, Cássio dos Santos Barroso, Rayane Reis Sousa, Adalton Cunha Bandeira, Istácio Gonçalves de Araújo, Zilma dos Santos Dias e João Carlos Santos de Andrade por toda dedicação e compromisso com projeto de pesquisa.

Ao meu orientador Raimundo Laerton de Lima Leite por ter participado durante todo o processo de elaboração e execução desse trabalho sempre com muita dedicação e incentivo, pois todo aprendizado adquirido foi enriquecedor.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Araguatins, por proporcionar toda estrutura necessária ao nosso aprendizado e fazer a instituição uma excelência em ensino.

E a todos aqueles que fizeram parte da minha trajetória de vida durante o curso que não foram citados acima.

Jamais desista daquilo que você realmente quer fazer. A pessoa que tem grandes sonhos é mais forte do que aquela que possui todos os fatos.

H. Jackson Brown

## RESUMO

O fósforo é um dos nutrientes que mais limita a produção de cana-de-açúcar nos solos da região do Cerrado onde a disponibilidade desse elemento, em condições naturais, é muito baixa. Objetivou-se, com este trabalho avaliar o efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento vegetativo da cultura da cana-de-açúcar em função dos plantios de mudas pré-brotadas e convencional. O experimento foi realizado em condições de campo no IFTO-Campus Araguatins, no período compreendido de 28 de setembro de 2016 a 10 de abril de 2017. A cultivar de cana-de-açúcar utilizada foi a RB 86 7515. Os parâmetros avaliados foram os seguintes: altura das plantas, diâmetro do colmo, número de perfilho, número de entrenós e nós, produtividade e °Brix. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2, sendo quatro doses de fósforo (0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) e dois sistemas de plantio de cana-de-açúcar (convencional e mudas pré-brotadas) e com quatro repetições, totalizando 8 tratamentos. O plantio das mudas pré-brotadas proporcionou máximo perfilhamento, mas verifica-se que não houve diferença significativa entre as doses de fósforo em relação à altura das plantas e diâmetro médio da base do colmo.

**Palavras-chave:** *Saccharum spp.*, Fósforo e Mudas pré-brotadas.

## ABSTRACT

Phosphorus is one of the nutrients that most limits the production of sugarcane in the soils of the Cerrado region where the availability of this element under natural conditions is very low. The objective of this work was to evaluate the effect of phosphate fertilization on the vegetative development of sugarcane cultivation as a function of pre-budded and conventional seedlings. The experiment was carried out under field conditions at the IFTO-Campus Araguatins, from September 28, 2016 to April 10, 2017. The sugarcane cultivar used was RB 86 7515. The parameters evaluated were the plant height, shoot diameter, till number, number of internodes and nodes, yield (TCH) and °Brix. The experimental design was a randomized complete block design in a 4x2 factorial scheme, with four phosphorus doses (0, 50, 100 and 200 kg ha<sup>-1</sup>) and two sugarcane planting systems (conventional and pre-sprouted seedlings ) and with four replicates, totaling 8 treatments. The planting of pre-budded seedlings provided maximum tillering, but it was verified that there was no significant difference between the doses of phosphorus in relation to the height of the plants and the average diameter of the stem base.

Keywords: *Saccharum spp.*, Phosphor, Pre-sprouting change

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Localização da área experimento.....                                              | 20 |
| <b>Figura 2.</b> Precipitação e Temperatura do período de setembro 2016 a abril de 2017..<br>..... | 21 |
| <b>Figura 3.</b> Corte dos colmos "podão". .....                                                   | 23 |
| <b>Figura 4</b> Minirrebolos de 3 cm. ....                                                         | 23 |
| <b>Figura 5.</b> Tratamento térmico. ....                                                          | 24 |
| <b>Figura 6.</b> Tratamento com fungicidas. ....                                                   | 24 |
| <b>Figura 7.</b> Distribuição e cobertura dos minirrebolos. ....                                   | 25 |
| <b>Figura 8.</b> Transplante das gemas brotadas. ....                                              | 25 |
| <b>Figura 9.</b> Rustificação em pleno sol.....                                                    | 26 |
| <b>Figura 10.</b> Mudas pré-brotadas aos 60 dias DAP.....                                          | 26 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Características físicas e químicas do solo da área experimental nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade.....                                                                                              | 21 |
| <b>Tabela 2.</b> Médias de altura de plantas e diâmetro de colmo de cana-de-açúcar, submetidas a diferentes doses de fósforo, variedade RB 86 7515, em plantio convencional e mudas pré-brotadas. ....                                | 29 |
| <b>Tabela 3.</b> Médias de número de perfilhos m <sup>2</sup> e produtividade de colmo (TCH ha) de cana-de-açúcar, submetidas a diferentes doses de fósforo, variedade RB 86 7515, em plantio convencional e mudas pré-brotadas. .... | 30 |
| <b>Tabela 4.</b> Número de entrenós e nós e °BRIX, submetidas a diferentes doses de fósforo, variedade RB 86 7515, em plantio convencional e mudas pré-brotadas. ....                                                                 | 32 |

## SUMÁRIO

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                             | <b>11</b> |
| <b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>                                                           | <b>13</b> |
| <b>3 OBJETIVOS.....</b>                                                               | <b>14</b> |
| <b>3.1 Objetivo Geral.....</b>                                                        | <b>14</b> |
| <b>3.2 Objetivo Específicos.....</b>                                                  | <b>14</b> |
| <b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                                   | <b>15</b> |
| <b>4.1 Considerações sobre a cana-de-açúcar (<i>Saccharum spp</i>).....</b>           | <b>15</b> |
| <b>4.2 Importância do uso do fósforo na cultura cana-de-açúcar .....</b>              | <b>16</b> |
| <b>4.3 Disponibilidade de fósforo no solo.....</b>                                    | <b>17</b> |
| <b>4.4 Mudas pré-brotadas – MPB .....</b>                                             | <b>18</b> |
| <b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                     | <b>20</b> |
| <b>5.1 Localização e Caracterização da Área Experimental .....</b>                    | <b>20</b> |
| <b>5.2 Delineamento Experimental e Descrição dos Tratamentos.....</b>                 | <b>21</b> |
| <b>5.3 Produção das Mudas Pré-Brotadas .....</b>                                      | <b>22</b> |
| <b>5.4 Condução do Experimento.....</b>                                               | <b>26</b> |
| <b>5.5 Parâmetros avaliados .....</b>                                                 | <b>27</b> |
| 5.5.1 Componentes morfológicos.....                                                   | 27        |
| 5.5.2 Componentes de produtividade.....                                               | 28        |
| <b>5.6 Análises estatísticas .....</b>                                                | <b>28</b> |
| <b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                 | <b>29</b> |
| <b>6.1 Altura das plantas e diâmetro do colmo .....</b>                               | <b>29</b> |
| <b>6.2 Número de perfilho e produtividade de colmo (TCH).....</b>                     | <b>30</b> |
| <b>6.3 Número de entrenós e nós e teor de sólidos solúveis totais (°Brix em %) ..</b> | <b>32</b> |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                   | <b>34</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                               | <b>35</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para o agronegócio brasileiro. O aumento da demanda mundial por etanol, oriundo de fontes renováveis, aliado às grandes áreas cultivadas e condições edafoclimáticas favoráveis à cana-de-açúcar, tornam o Brasil um país promissor para a exportação dessa *commoditie* (CONAB, 2017). Na produção de açúcar e etanol são gerados inúmeros resíduos, sendo estes chamados de subprodutos por seu alto valor agregado, dentre os principais, a torta de filtro, vinhaça, cinzas de caldeira, bagaço e palhada da cana-de-açúcar. Estes subprodutos possuem grande potencial para uso na agricultura, sendo utilizados como adubos alternativos e produção de ração animal.

Dentre os nutrientes essenciais a cana-de-açúcar, o fósforo (P) exerce função relevante no metabolismo. Apresenta grande importância no armazenamento e na transferência de energia e ainda atua como componente dos ácidos nucleicos, fitina e fosfolípidios (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Constitui-se elemento chave para o desenvolvimento inicial, produtividade e longevidade da cultura e, conforme observado por Santos et al. (2011), pode também, aumentar a produção de sólidos solúveis.

O fósforo constitui o nutriente mais limitante para as culturas agrícolas, especialmente em solos tropicais, que apresentam, em geral, baixo teor de P disponível e predominância de acidez (ARAÚJO, 2011). Segundo Sousa e Lobato (2004), os teores de P na solução dos solos da Região do Cerrado são geralmente muito baixos. Essa característica, associada à alta capacidade que esses solos têm para reter o P na fase sólida, são a principal limitação para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola rentável, sem a aplicação de adubos fosfatados.

De acordo com Costa et al. (2014), o manejo da adubação fosfatada na cana-de-açúcar tem sido um dos principais focos de pesquisas referente à cultura, devido ao custo elevado que esta prática representa e sua resposta na produtividade.

Uma alternativa para reduzir a quantidade de mudas e melhorar a qualidade dos viveiros de produção é o transplante de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. De acordo com Abd El Mawla et al. (2014), este sistema reduz quantidade de mudas de 10 para 2 ton ha<sup>-1</sup>, economiza 2.000 m<sup>3</sup> em quantidade de

água utilizada na irrigação, melhora a sincronização do perfilhamento e consequente uniformização do estande, além de reduzir o tempo de formação do canavial. Este método de propagação consiste da extração das gemas, formação da muda em substrato sob ambiente protegido e posterior plantio em campo, o que pode proporcionar ganhos de 18% na produtividade do canavial (MOHANTY et al., 2015).

No Brasil já é conhecido desde o final da década de 80 (STOLF e TOKESHI, 1990), mas recentemente foi remodelado pelo Instituto Agrônomo de Campinas-IAC através do sistema conhecido como MPB (LANDELL et al., 2013). O sistema contribui para a produção rápida de mudas, associado ao elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio.

Considerando-se a expansão da produção de cana-de-açúcar em diversas regiões do país, torna-se fundamental realizar pesquisas para aprimorar as técnicas relacionadas à produção.

## 2 JUSTIFICATIVA

Os teores de fósforo na solução dos solos da Região do Cerrado são geralmente muito baixos, por isso que adubação fosfatada é prática imprescindível nesses solos. Quando esse adubo é aplicado ao solo, após sua dissolução, praticamente todo o fósforo é retido na fase sólida, formando compostos menos solúveis.

No entanto, a baixa disponibilidade de P no solo é um fator limitante ao desenvolvimento da cultura, pois este nutriente além de ser constituinte dos ácidos nucleicos também tem grande importância no armazenamento e transferência de energia, sendo indispensável para o bom desenvolvimento inicial da cultura. Além disso, que ele também pode aumentar o conteúdo de sólidos solúveis, produção de colmos e vigor do enraizamento na planta.

Devido à importância do fósforo para o desenvolvimento, produtividade e longevidade da cana-de-açúcar e sua alta taxa de fixação nos solos tropicais, torna-se pertinente o estudo de diferentes níveis desse adubo no solo para que ocorra sua adequada absorção, proporcionando maior crescimento e elevada eficiência dos fertilizantes fosfatados.

Em função do plantio convencional de cana-de-açúcar ter exigência de colmo semente superior a 20 ton ha<sup>-1</sup>, sendo que essa prática implica em gasto excessivo de colmos que poderiam ser destinados a indústria, alta falhas nas linhas de plantios e incidência de danos às gemas. Tendo em vista essa problemática e a intensa busca de alternativas para a redução de custos de produção, a pesquisa visou a utilização de mudas pré-brotadas, pois permite reduzir a quantidade de colmos ha<sup>-1</sup>, mudas de alto padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio.

Pesquisas nesse âmbito otimizam a produção, com uma recomendação de doses de aplicação mais eficiente e sistemas de plantio que potencializam a produção agrícola local, regional e nacional.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento vegetativo da cultura cana-de-açúcar em função do plantio de mudas pré-brotadas e convencional.

#### **3.2 Objetivo Específicos**

I. Analisar as alterações no crescimento vegetativo (altura das plantas, diâmetro do colmo, número de perfilhos m<sup>2</sup> e número de entrenós e nós) da cultura cana-de-açúcar em funções de doses crescentes de fósforo e dos sistemas de plantio de mudas pré-brotadas e convencional.

II. Avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo na produtividade da cultura.

III. Comparar os sistemas de plantio de mudas pré-brotadas e convencional segundo as variáveis perfilhamento e produtividade de colmos.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Considerações sobre a cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)

De acordo com Companhia Nacional de Abastecimento – (CONAB, 2017), a cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e aos respectivos subprodutos. A produção, área e a produtividade de cana-de-açúcar estimada para a safra 2017/2018, são 646,4 milhões ton<sup>-1</sup>, 8,77 milhões ha<sup>-1</sup> e 73.728 Kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O estado de São Paulo é o maior produtor nacional e a região sudeste na primeira posição no ranque nacional.

A cana-de-açúcar é uma planta de metabolismo do tipo C4, ou seja, produz compostos contendo quatro carbonos como resultado da fotossíntese. Possui alta taxa fotossintética, é adaptada à alta intensidade luminosa e térmica, além de ser eficiente na utilização de água (SEGATO, 2006; EMBRAPA, 2012).

As folhas da cana são compostas por bainha, colar e lâmina foliar, apresentando inserção alternada no colmo. A lâmina foliar é alongada e relativamente plana, com comprimento que varia entre 0,5 e 1,5 m e largura variando de 2,5 a 10 cm, após está totalmente expandida (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).

O colmo da cana-de-açúcar é cilíndrico, sendo composto de nós e entrenós nos diferentes estádios fisiológicos: entrenós maduros (base), em maturação (meio) e imaturos (ponta), que se formam a cada dez dias produzindo uma nova folha a cada entrenó. As folhas são formadas por lâmina e bainha e que se encontram no colmo de modo alternado e oposto, e responsável pela inflorescência, que é do tipo panícula aberta, chamada de bandeira ou flecha (MILLER e GILBERT, 2009). O número de folhas no colmo de cana-de-açúcar são, em média de oito a nove no período do auge do perfilhamento, sendo que a interceptação solar necessária à realização da fotossíntese ocorre nas seis folhas mais apicais (GOLINSKI, 2009).

O colmo é um reservatório onde, em condições favoráveis à maturação, acumula-se grande quantidade de sacarose. Durante seu crescimento o teor de sacarose é maior nos entrenós basais e menos nos apicais, invertendo-se o processo à medida que a cana vai amadurecendo (MACHADO, 1987). De acordo

com Castro et al. (2008) há uma produção média de 2 a 4 entrenós por mês, com 10 a 15 cm de comprimento cada.

As raízes da cana-de-açúcar são do tipo fasciculado ou em “cabeleiras” sendo que 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm, e aproximadamente 60% entre os primeiros 20-30 cm de profundidade. Os rizomas são constituídos por nós internos, e gemas, as quais dão origem aos perfilhos, responsáveis pela formação das touceiras. As novas touceiras da soca ou ressoca se originam dos rizomas que se formam após a colheita (LUCCHESI, 2001).

O desenvolvimento da cana-de-açúcar é dividido em quatro estádios: (1) brotação e estabelecimento – onde o crescimento é lento e depende da umidade do solo, levando de 20 a 30 dias para a ocorrência da brotação; (2) perfilhamento – que tem início em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias; (3) crescimento dos colmos - começa a partir dos 120 após o plantio (ou corte) e dura por até 270 dias, em um cultivo de 12 meses, sendo o estágio mais importante do cultivo, pois é quando se acumulam aproximadamente 75% da matéria seca total e o estágio (4) maturação dos colmos - quando ocorrem reduções nas taxas de crescimento da planta e aumento no acúmulo de sacarose nos colmos, tendo início de 270 a 360 dias após o plantio e podendo se prolongar por até 6 meses (DIOLA e SANTOS, 2010).

#### **4.2 Importância do uso do fósforo na cultura cana-de-açúcar**

A adubação fosfatada é reconhecida como uma prática eficaz para elevar a produtividade dos canaviais, sobretudo nos solos do Cerrado, que são, em geral, pobres em P (ROSSETO; SANTIAGO, 2009), o que o torna um dos elementos mais importantes para a cultura da cana-de-açúcar, pois atua no desenvolvimento das raízes, aumenta a produção de colmos, aumenta o pol (%), pureza do caldo e clarificação, e sua deficiência pode levar à diminuição na formação de sacarose (SIMÕES NETO et al., 2009).

Na cana-de-açúcar, o fósforo desempenha função-chave no metabolismo, particularmente na formação de proteínas, no processo de divisão celular, fotossíntese, armazenamento de energia, desdobramento de açúcares, respiração e fornecimento de energia a partir do ATP e formação de sacarose (KORNDÖRFER, 2004). Em cana-de-açúcar o P assume grande importância no vigor do

enraizamento e no perfilhamento (MALAVOLTA et al., 1967) e, portanto, na produtividade final.

O fósforo é absorvido como íons  $\text{HPO}_4^-$  ou  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , mas não é reduzido na planta; pode se ligar a íons  $\text{OH}^-$  para criar fosfato de açúcar além de auxiliar na maturação por permitir a diluição da biomassa de alta concentração de N nos tecidos vegetais (KINGSTON, 2014).

Entre a aplicação do fertilizante e a absorção pela cana-de-açúcar, perdas são sofridas nos processos, em função disso pode-se estimar que a porcentagem média de aproveitamento do fósforo seja de 30 a 40 % (DEMATTE, 2005). Já para Rossetto et al. (2008) apenas 10 a 15 % do fósforo aplicado como fertilizante é utilizado. Assim as doses de fósforo aplicadas nas adubações são bem maiores que as quantidades exportadas. Um dos fatores responsáveis pela baixa eficiência da adubação com fósforo nos solos tropicais é o alto teor de óxidos de ferro e alumínio, que promovem a fixação do fósforo (ROSSETTO et al., 2008).

A deficiência de fósforo reduz a absorção de nitrogênio e dificulta a clarificação do caldo durante a industrialização dificultando a floculação e a decantação das impurezas (bagacilho, argila, clorofila) (MAHADEVAIAH et al., 2007). Caldo turvo e de coloração intensa implica na produção de açúcar de baixa qualidade, portanto, de menor valor comercial (SANTOS et al., 2010).

#### **4.3 Disponibilidade de fósforo no solo**

As doses de fósforo (P) aplicadas nas adubações são bem maiores que as quantidades exportadas, já que normalmente a utilização de P pela cana é de 10 a 15% da quantidade total do fertilizante aplicado (TOMAZ, 2009).

Nos solos da região do Cerrado, os principais fatores responsáveis pela baixa eficiência da adubação com fósforo é o alto teor de óxidos de ferro, argilas 1:1 e alumínio, minerais que possuem elevada capacidade de adsorção desse elemento (ROSSETTO et al., 2008). Assim, o manejo da adubação deve favorecer a absorção e diminuir os processos de fixação pelo solo e, conseqüentemente, aumentar o aproveitamento do P pelas plantas (NOVAIS e SMYTH, 1999).

#### 4.4 Mudas pré-brotadas – MPB

O sistema de plantio convencional de cana-de-açúcar exige quantidade de colmos-semente superior a 20 ton ha<sup>-1</sup>, configurando uso excessivo de matéria-prima que poderia ser destinada à indústria. Além disso, este sistema tem apresentado alta incidência de falhas de brotação, devido aos danos às gemas, e difusão facilitada de pragas e doenças (LANDELL et al., 2012).

O sistema de plantio de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é um sistema de multiplicação que poderá contribuir para a produção rápida de mudas, associado ao elevado padrão de fitossanidade, vigor e uniformidade de plantio.

É uma nova tecnologia direcionada para a implantação de áreas em viveiros, replantio de áreas comerciais e no futuro, possivelmente a renovação e expansão de áreas de cana-de-açúcar (LANDELL et al, 2012).

A produção das mudas pré-brotadas seguem as seguintes etapas (LANDELL et al., 2012):

Corte de minirrebolos: sugere-se a utilização de um sistema de guilhotina com lâmina dupla devidamente desinfestada (XAVIER; MENDONÇA; SANGUINO, 2008), com espaçamento entre as lâminas de aproximadamente 3 cm.

Tratamento dos minirrebolos: é realizada uma seleção visual nos minirrebolos para verificar se estão visualmente saudáveis, logo após recebem um banho térmico a 52 °C por 30 min, seguido por tratamento com fungicidas.

Brotação: são utilizadas caixas com substrato para o plantio das mudas, estas chamadas de “caixas de brotação”. Essas caixas são levadas para estufa onde são mantidas a 32 °C e com irrigação suficiente para garantir a manutenção do processo de pré-brotação.

Repicagem: após aproximadamente dez dias na estufa, as mudas são individualizadas para os tubetes.

Aclimação fase 1: os tubetes permanecem em aclimação durante 21 dias, sendo que nos primeiros sete dias é recomendado o uso de tela sombrite de 50%, que no decorrer dos dias vai sendo retirada. No fim dessa etapa, há uma poda foliar que tem por objetivo estimular o desenvolvimento radicular e minimizar as perdas de água.

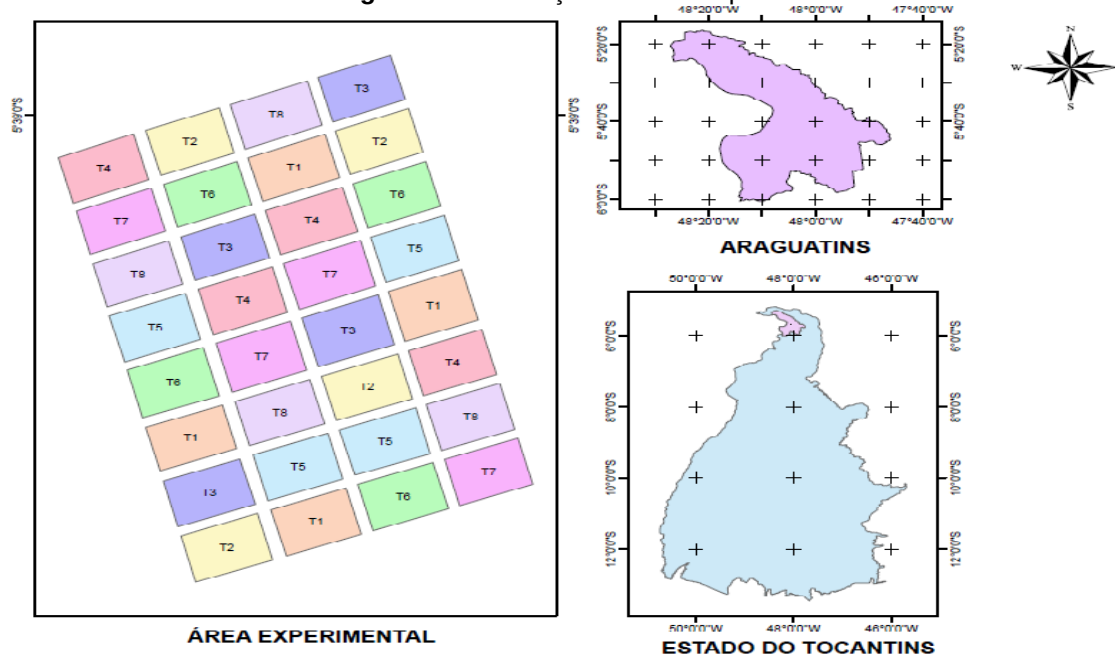
Aclimação fase 2: as MPB são levadas para o sol com o objeto de se tornarem aptas a irem para o campo. O manejo de podas foliares é intensificado, com três podas ao longo de 21 dias. Esta é a última etapa do processo e as mudas já estão em condição de serem retiradas dos tubetes e irem para o plantio no campo.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no setor de fruticultura, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins* – TO, no período compreendido de 28 de setembro de 2016 a 10 de abril de 2017. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 5° 38' 59" latitude Sul e 48° 4' 36" longitude Oeste, com altitude aproximada de 131 m. Área experimental total foi de 1269 m<sup>2</sup> (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da área experimento



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

O solo da área experimental foi classificado como, Argissolo Acinzentado Eutrófico típicos, apresentando saturação por bases acima de 50%, (EMBRAPA, 2006), apresentava textura argilo-arenosa. Foram realizadas análise física e químicas do solo antes da instalação do experimento, os quais revelaram, nas camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade, os resultados contidos na tabela 1.

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo da área experimental nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade.

| Amostra camadas | pH em H <sub>2</sub> O | P                        | K   | Ca   | Mg  | Al                                             | H+Al | SB    | T     | V     | M.O  | Areia         | Argila | Silte |
|-----------------|------------------------|--------------------------|-----|------|-----|------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|------|---------------|--------|-------|
|                 |                        | ---g/dm <sup>3</sup> --- |     |      |     | ----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ----- |      |       |       |       |      | ----- % ----- |        |       |
| 0-20 cm         | 6,5                    | 11,8                     | 249 | 11,2 | 2,9 | 0,0                                            | 1,82 | 14,74 | 16,55 | 89,03 | 3,40 | 37,94         | 39,58  | 22,48 |
| 20-40cm         | 6,4                    | 3,96                     | 76  | 8,3  | 2,9 | 0,0                                            | 0,50 | 11,89 | 11,89 | 95,84 | 3,27 | 37,94         | 46,26  | 15,80 |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor

pH – Potencial Hidrogeniônico

P – Fósforo

K – Potássio

Ca – Cálcio trocável

Mg – Magnésio trocável

H+Al – Hidrogênio + Alumínio

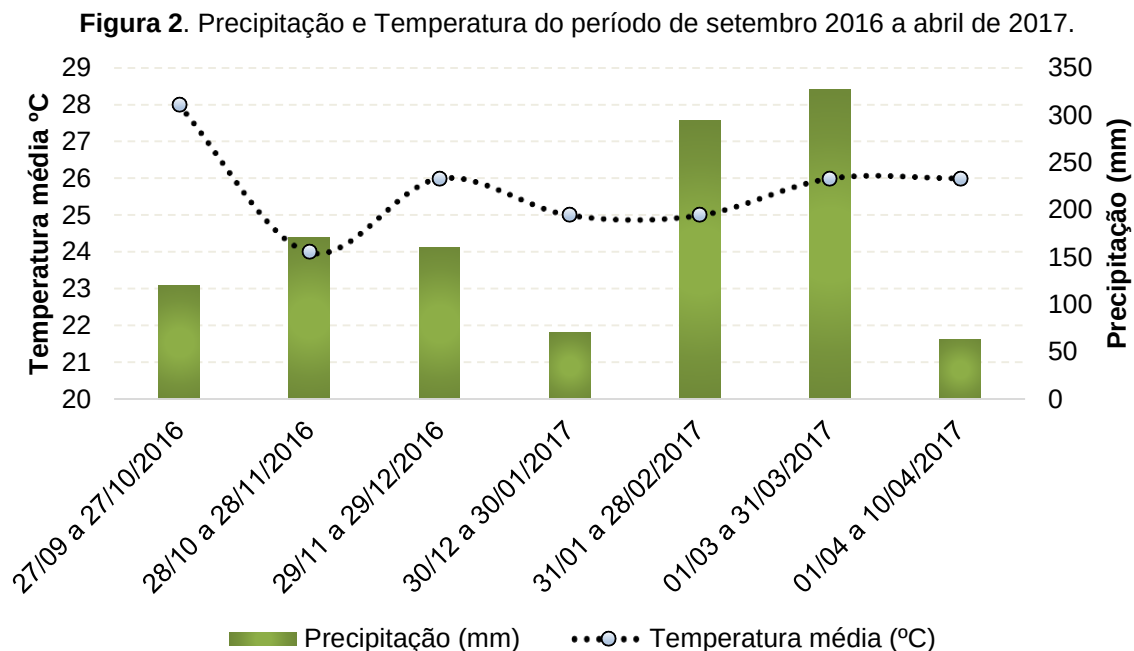
SB - Soma de bases ou Ca+Mg+Al

T – Capacidade de troca cátions ou S+H+Al

V – Percentagem de saturação de bases ou  $V=100 S/T$

MO - Matéria orgânica

Durante o período de condução deste trabalho, não houve limitações ao desenvolvimento da planta, sendo que a temperatura média foi de 25,7 °C, a precipitação próxima de 1205 mm. Na figura 2 são apresentados os dados de precipitação pluvial e temperatura média obtida durante o período de experimentação.



**Fonte:** INMET, 2016-2017.

## 5.2 Delineamento Experimental e Descrição dos Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2, sendo quatro doses de fósforo (0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) e dois sistemas de

plantio de cana-de-açúcar (convencional e mudas pré-brotadas) e com quatro repetições, totalizando 8 tratamentos.

Os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento 1: Plantio de mudas pré-brotadas com dose 0 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 2: Plantio convencional com dose 0 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 3: Plantio de mudas pré-brotadas com dose 50 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 4: Plantio convencional com dose 50 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 5: Plantio de mudas pré-brotadas com dose 100 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 6: Plantio convencional com dose 100 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 7: Plantio de mudas pré-brotadas com dose 200 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

Tratamento 8: Plantio convencional com dose 200 kg  $P_{205}$  ha<sup>-1</sup>;

### **5.3 Produção das Mudas Pré-Brotadas**

A produção de mudas pré-brotadas de cana ocorreu em casa de vegetação no IFTO-Campus Araguatins. A casa de vegetação apresentava um telado de nylon tipo sombrite e com laterais fechadas, permitindo 50% de interceptação de luminosidade no seu interior.

De acordo com Landell et al., (2012), as fases para produção do sistema de mudas pré-brotadas são:

#### **1ª Etapa – Retirada dos colmos, corte e preparo dos minirrebolos**

Essas etapas foram realizadas a partir de cana com idade fisiológica a partir dos 10 meses, o que permitiu maior aproveitamento das gemas ao longo do colmo. Antes do corte da cana efetuou-se a despalha manualmente. Para o corte e preparação dos minirrebolos, utilizou-se “podão” (Figura 3 e 4) previamente desinfetado com água sanitária. O tamanho de cada minirrebolo foi de 3 cm, viabilizando-se a utilização da gema individualizada no tubete.

**Figura 3.** Corte dos colmos "podão".



**Fonte:** Arquivo pessoal

**Figura 4.** Minirrebolos de 3 cm.



**Fonte:** Arquivo pessoal

## 2ª Etapa – Tratamento das gemas

Nesta etapa, foi realizada uma seleção das melhores gemas. Essa seleção elimina do processo os minirrebolos com sintomas de doenças e eventuais danos mecânicos das gemas. Em seguida os minirrebolos foram submetidos a um banho térmico a temperatura de 52 °C em período de meia hora para eliminar patógenos oportunistas que poderiam causar doenças, seguida de rápido enxague com fungicida sistêmico sialex, a base de dicarboximida por 3 minutos, com objetivo de melhorar a sanidade e vigor inicial das mudas (Figura 5 e 6)

**Figura 5.** Tratamento térmico.

Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 6.** Tratamento com fungicidas.

Fonte: Arquivo pessoal

### 3ª Etapa – Brotação dos minirrebolos

Esta etapa do processo ocorreu em substrato e utilizando bandejas plásticas com dimensões de 55x36x15 cm. Cada bandeja comportou 60 minirrebolos, plantados com 2 cm de profundidade, com as gemas voltadas para cima (Figura 7) para facilitar a emergência da brotação e cobertos com substrato composto por: 50% de terra peneirada, 25% de areia lavada e 25% de esterco de frango e mantidos em casa de vegetação. Durante a fase inicial foi realizado a irrigação por aspersão dentro da casa de vegetação para garantir uma boa brotação. A duração da brotação variou de 7 a 15 dias, em função da variedade, idade fisiológica da gema utilizada e da falta de uma estufa climatizada, para maior uniformidade na brotação.

### 4ª Etapa – Individualização ou “Repicagem”

Ocorreu imediatamente após o período de pré-brotação, aos 15 dias após plantio dos minirrebolos. Nesta fase utilizou-se tubetes, suporte para suspender os tubetes e substrato seguiu a mesma composição para bandejas de brotação, sendo utilizado tubetes de 8 frizos “estrias” internas com dimensões de 6,3 cm de diâmetro e 19 cm de altura (Figura 8). No final desta etapa ocorreu um segundo processo de seleção, onde as gemas que não brotaram foram descartadas.

**Figura 7.** Distribuição e cobertura dos minirrebolos.



Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 8.** Transplante das gemas brotadas.



Fonte: Arquivo pessoal

#### 5ª Etapa – Aclimação

Após a individualização, os tubetes com gemas brotadas permaneceram na casa de vegetação em aclimação por um período de vinte e um dias. A casa de vegetação era coberta por plásticos e nas laterais por sombrite. No fim dessa etapa, houve a primeira poda foliar utilizando uma tesoura devidamente desinfetada. Esse manejo estimula o desenvolvimento radicular e minimiza as perdas de água.

#### 6ª Etapa – Rustificação

Ocorreu em pleno sol com objetivo principal de adaptar as mudas as condições de plantio no campo. Basicamente a irrigação foi reduzida e o manejo de podas foliares foi intensificado, com três podas ao longo de 21 dias (Figura 09). Aos 60 dias após o plantio, as mudas estavam com condições de serem retiradas dos tubetes, apresentando bom vigor e estavam bem enraizadas, ocasião em que foram transportadas para o campo. (Figura 10).

**Figura 9.** Rustificação em pleno sol.

Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 10.** Mudas pré-brotadas aos 60 dias DAP.

Fonte: Arquivo pessoal

#### 5.4 Condução do Experimento

O preparo do solo constituiu-se de gradagem e posterior sulcamento. A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) utilizada no experimento foi a RB86-7515, material vegetal doado pela Usina Maity Campestre-MA. A fonte de P utilizada foi o fosfato monoamônico com 52% de  $P_2O_5$ .

Para o plantio convencional utilizou-se o sistema “pé-com-ponta”, com densidade média de 15 gemas  $m^2$ . Efetuou-se o corte e despalha manual dos colmos, cada tolete com 3 gemas.

Cada parcela correspondia a uma área de 18  $m^2$  (4x4,5) espaçadas por um “mini corredor” de 2,0 m para facilitar a circulação no experimento, sendo cada uma constituída por 4 sulcos, profundidade do sulco de 30 cm, com espaçamento de 1,5 metros entre linhas e 0,50 cm entre plantas.

A adubação de plantio foi aplicada em sulco, na dose de 60  $kg\ ha^{-1}$  de cloreto de potássio (60%) - 45 g  $K_2O$  / sulco, 30  $kg\ ha^{-1}$  de sulfato de amônia (21%) - 64,28 g  $(NH_4)_2SO_4$  / sulco, aplicado igualmente em todos os tratamentos, 0, 50, 100 e 200  $kg\ ha^{-1}$  de Fosfato monoamônico (52%) - 43,26 g, 86,53 g e 173,07 g respectivamente, variando apenas as doses de P, segundo o delineamento experimental.

No dia 28 de setembro 2016 promoveu-se os plantios das mudas pré-brotadas e convencional ocorrendo concomitantemente. Enquanto as mudas eram

produzidas em casa de vegetação, o convencional estava sendo conduzido no campo. O transplante das mudas ocorreu 60 dias após o plantio convencional.

O plantio das mudas pré-brotadas seguiu o mesmo espaçamento, profundidade do sulco e adubação do plantio convencional, porém a operação de sulcação foi com cavadeira.

O manejo das plantas daninhas nos estágios iniciais da cana-de-açúcar foi realizado com capinas e posteriormente com a aplicação do herbicida diuron nortox 500 SC.

Durante o ciclo de cultivo da cana constatou-se a presença de lagarta militar (*Spodoptera frugiperda*). O controle foi realizado com a aplicação de inseticida Keshet 25 EC, a base de Deltametrina via pulverizador costal em área total.

## **5.5 Parâmetros avaliados**

### **5.5.1 Componentes morfológicos**

Considerou-se área útil de cada parcela as duas linhas centrais, deixando-se um metro de bordadura em cada extremidade, analisando as seis plantas demarcadas.

A coleta dos dados biométricos de produção de plantas obedeceu a seguinte metodologia:

- Altura das plantas (AP): Mensurada em centímetros, com o auxílio de uma régua graduada, sendo o comprimento definido como a distância entre a base da planta (colo) até a curvatura da última folha estendida, amostrando-se seis colmos por parcela, aos 100, 115, 130, 145 e 160 dias após plantio.
- Diâmetro médio da base do colmo (DC): Mensurado com o auxílio de um paquímetro com graduação em mm. As leituras foram realizadas no centro do segundo entrenó, localizado na base do colmo, sem a presença da bainha da folha, amostrou-se seis colmos por parcela, aos 100 dias após o plantio.
- Número de perfilhos (NP): Pela contagem dos perfilhos das plantas demarcadas na área útil, aos 90, 120 e 150 dias após plantio.
- As avaliações do número de perfilho ocorreram até os 150 dias, pois a partir desta época, a competição entre os perfilhos pelos fatores de

crescimento (luz, água, nutrientes e espaço) acentua-se, de modo que se constata a diminuição e paralisação deste processo (SEGATO et al., 2006).

- Número de entrenós e nós: Foi realizada a contagem do número de entrenós nos colmos, considerando como entrenós aquele delimitado nas duas extremidades por nós e sem a presença da folha bandeira, de acordo com metodologia proposta por Teixeira (2004). Amostrou-se cinco colmos por parcela e os valores foram apresentados como média aritmética dos 5 colmos avaliados.

#### 5.5.2 Componentes de produtividade

Aos 194 dias após o plantio realizou-se o corte manual, considerando-se como área útil 0,75 m<sup>2</sup> das duas fileiras centrais.

- Considerando a densidade do colmo igual a um (1), aplica-se a fórmula descrita por Martins e Landell (1995) e citada por Oliveira et al. (2007; 2011) para se determinar a produtividade estimada do canavial (TCHe), de acordo com a expressão:  $TCHe = D^2 \times NPI \times EMC \times (0,007854/ESP)$ , em que a TCHe corresponde à produtividade estimada em toneladas de cana por hectare, D ao diâmetro dos colmos (cm), NPI ao número de perfilhos industrializáveis por metro linear, EMC à estatura média dos colmos (cm), ESP ao espaçamento entre sulcos (m) e 0,007854 ao fator de correção apropriado para a cana-de-açúcar.
- Percentual de sólidos solúveis totais (°Brix em %): Foi utilizado refratômetro de campo, que fornece diretamente a percentagem de sólidos solúveis do caldo da cana-de-açúcar.

#### 5.6 Análises estatísticas

Os resultados da altura das plantas, diâmetro do colmo, número de entrenós, número de perfilhos e °Brix foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação de médias, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade através do programa ASSISTAT.

O resultado da produtividade (TCH) foi submetido à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey em nível de produtividade utilizando-se o programa estatístico Sisvar.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Altura das plantas e diâmetro do colmo

Os resultados de altura de plantas, para as doses de fósforo e sistemas de plantio estudadas, em cada época de amostragem, estão apresentados na Tabela 2. Em função dos resultados obtidos, nota-se que ocorreu diferenças significativas na altura das plantas entre os tratamentos do plantio convencional e mudas pré-brotadas, nas respectivas épocas de amostragens: 100, 115, 130, 145 e 160 DAP, não ocorrendo efeito entre as doses de fósforo.

**Tabela 2.** Médias de altura de plantas e diâmetro de colmo de cana-de-açúcar, submetidas a diferentes doses de fósforo, variedade RB 86 7515, em plantio convencional e mudas pré-brotadas.

| Tratamentos                                  | AP (cm)   |           |           |           |           | DC (mm)   |
|----------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                              | 100 (DAP) | 115 (DAP) | 130 (DAP) | 145 (DAP) | 160 (DAP) | 100 (DAP) |
| T1- 0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB   | 87,425 b  | 119,150 b | 147,050 b | 170,125 b | 208,425 b | 15,950 b  |
| T2- 0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC    | 145,425 a | 185,825 a | 220,950 a | 265,600 a | 293,750 a | 29,225 a  |
| T3- 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB  | 83,125 b  | 115,850 b | 151,000 b | 168,400 b | 210,300 b | 15,225 b  |
| T4- 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC   | 142,050 a | 178,300 a | 219,525 a | 257,700a  | 296,300 a | 26,900 a  |
| T5- 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB | 85,600 b  | 121,975 b | 145,650 b | 165,500 b | 211,450 b | 16,275 b  |
| T6- 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC  | 150,875 a | 182,900 a | 222,650 a | 261,050 a | 294,000 a | 28,15 a   |
| T7- 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB | 99,850 b  | 135,600 b | 157,525 b | 181,550 b | 220,050 b | 17,925 b  |
| T8- 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC  | 162,100 a | 192,425 a | 230,525 a | 264,300 a | 292,250 a | 29,825 a  |
| CV%                                          | 8,66      | 5,82      | 4,92      | 4,54      | 4,72      | 6,83      |

MPB: Mudas pré-brotadas; PC: Plantio convencional; AP: Altura da planta; DC: Diâmetro do colmo; CV: Coeficiente de variação; DAP: Dias após plantio; Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Com relação ao diâmetro médio da base do colmo, observa-se que não houve diferenças em nenhuma das doses de fósforo avaliadas. Verifica-se na tabela 2 que os tratamentos do plantio convencional apresentou médias de diâmetro de colmo superiores a 26 cm. Os resultados obtidos corroboram com Moura et al. (2005), que consideraram adequados valores de DC acima de 22 mm para a cana-de-açúcar irrigada.

A altura das plantas e o diâmetro dos colmos são duas variáveis biométricas que juntamente com o número colmos por metro linear, indicam o desenvolvimento da planta (LANDELL; SILVA, 1995).

Quanto ao diâmetro do colmo, o aumento deste componente representa um fator importante do ponto de vista fisiológico, pois de acordo com Fancelli e

Dourado Netto (2000), o colmo não possui apenas função de suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente, atua como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis.

## 6.2 Número de perfilho e produtividade de colmo (TCH)

Os resultados de número de perfilhos por metro linear, para as doses de fósforo e sistema de plantios mudas pré-brotadas estudadas, em cada época de amostragem, estão apresentados na Tabela 3. De acordo com os resultados, pode ser observado que os tratamentos T1, T3, T5 e T7 apresentou máximo de perfilhamento, com médias de 8-21 perfilhos m<sup>2</sup> (Tabela 3), superando a capacidade média de perfilhamento descrita por Landell et al. (2002), que foi de 12-13 perfilhos m<sup>2</sup>. Percebe-se que não houve diferenças significativas entre as doses de fósforo, o que demonstra que houve efeito somente do sistema de plantios.

**Tabela 3.** Médias de número de perfilhos m<sup>2</sup> e produtividade de colmo (TCH ha) de cana-de-açúcar, submetidas a diferentes doses de fósforo, variedade RB 86 7515, em plantio convencional e mudas pré-brotadas.

| Tratamentos                                  | Número de Perfilhos m <sup>2</sup> |           |           | TCH ha <sup>-1</sup> |
|----------------------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|----------------------|
|                                              | 90 (DAP)                           | 120 (DAP) | 150 (DAP) | 194 (DAP)            |
| T1- 0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB   | 20,25 a                            | 21,25 a   | 21,50 ab  | 66,62 ab             |
| T2- 0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC    | 2,00 c                             | 1,50 c    | 1,50 d    | 19,67 c              |
| T3- 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB  | 12,00 b                            | 8,25 bc   | 13,25 c   | 34,18 abc            |
| T4- 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC   | 2,00 c                             | 2,00 c    | 2,00 d    | 22,75 c              |
| T5- 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB | 13,5 ab                            | 17,25 ab  | 23,5 a    | 70,83 a              |
| T6- 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC  | 3,25 c                             | 1,5 c     | 2,25 d    | 27,36 bc             |
| T7- 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB | 12,25 b                            | 13,50 ab  | 16,50 bc  | 60,85 abc            |
| T8- 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC  | 1,00 c                             | 1,25 c    | 2,00 d    | 27,32 bc             |
| CV%                                          | 38.94                              | 48.66     | 25.67     | 42.94                |

MPB: Mudas pré-brotadas; PC: Plantio convencional; TCH: Tonelada de cana ha; DAP: Dias após plantio; CV: Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No sistema de plantio convencional, estima-se que, dos 6 a 8 perfilhos que são produzidos por gema, apenas 1,5 a 2 perfilhos sobrevivem para a formação dos colmos da colheita (MANHÃES et al., 2015). Isso pode ser observado nos tratamentos com plantio convencional que independente das doses de fósforo não apresentou efeito estatístico significativo sobre o número de perfilhos da cana durante os períodos avaliados. Notou-se máximo perfilhamento com variação de 1,0 a 3,25 perfilhos por metro linear. O número de perfilho é o componente de produção que mais se relaciona com a produtividade e é influenciado entre outros fatores pela

adubação e principalmente por doses de fósforo (MOURA et al., 2005; CAIONE et al., 2011).

O maior perfilhamento indica grande potencial de fechamento na entre linha (SILVA, et al., 1999), favorecendo menor número de capinas, característica desejável, sobretudo para o sistema de cana forrageira.

A colheita foi realizada sem atingir o grau de maturação fisiológica, entre os estádios reprodutivos E-4 (Elongação do caule e folhas jovens) e E-5 (pré-maturação, próximo à máxima altura, concentração de açúcar mais baixo na parte superior e folhas inferiores, bainhas em senescência) para o plantio das mudas pré-brotadas e convencionais respectivamente, aos 194 dias após o plantio.

Observa-se que a média da produtividade de colmo do tratamento T5 - 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> MPB foi estatisticamente superior em relação aos outros tratamentos, apresentando produtividade média de 70,83 toneladas de cana por hectare (TCH), produtividade baixa em comparação (tabela 3) descrita por Tomaz (2009), a produtividade média geral para cana-de-açúcar de 144,4 ton ha<sup>-1</sup>, sendo considerada uma boa produção no primeiro ano de colheita. De acordo com Santos et al., (2009), a adubação com torta de filtro enriquecida com fósforo apresentou a produtividade média 108,5 toneladas de cana por hectare (TCH).

Segundo Sousa et al., (2004) espécies menos exigentes como algumas forrageiras (ex.: *Brachiaria decumbens*, *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis*) e mandioca, os maiores incrementos na produção são observados quando se aplica até 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que evidencia o comportamento diferente entre as espécies.

De acordo com Landell et al. (2005) e Landell e Bressiani (2008), um dos principais componentes para se estimar a produtividade de colmos por hectare em toneladas (TCH) é justamente o perfilhamento, ou seja, o número de colmos por metro. Para Barbosa e Silveira (2010) a cultivar RB 867515 destaca-se dentre as cultivares RIDESA mais plantadas no Brasil, por ser relevante para a produção tanto de açúcar e etanol quanto de forragem.

### 6.3 Número de entrenós e nós e teor de sólidos solúveis totais (°Brix em %)

Com relação ao número de entrenós e nós, observou-se que as plantas do plantio convencional apresentaram maior número de entrenós, resultando em plantas mais altas (Tabela 4). Esse fato explica-se pelo número de entrenós e nós acompanharem o crescimento em altura das plantas, pois participa diretamente no processo de divisão e alongamento das células meristemáticas, atrelado a funções do fósforo na planta (ARANTES, 2012), apesar desta ligação, no presente estudo não apresentar diferenças quanto aos níveis de fósforo para tal parâmetro.

**Tabela 4.** Número de entrenós e nós e °BRIX, submetidas a diferentes doses de fósforo, variedade RB 86 7515, em plantio convencional e mudas pré-brotadas.

| Tratamentos                                  | ----- 194 (DAP) ----- |               |       |
|----------------------------------------------|-----------------------|---------------|-------|
|                                              | Número de entrenós    | Número de nós | °Brix |
| T1- 0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB   | 8,25 b                | 8,25 c        | 13 a  |
| T2- 0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC    | 11,25 a               | 11 a          | 14 a  |
| T3- 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB  | 8,25 b                | 8,25 c        | 12 a  |
| T4- 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC   | 12,25 a               | 11,25 a       | 13 a  |
| T5- 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB | 8,25 b                | 8,50 bc       | 14 a  |
| T6- 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC  | 10,50 ab              | 10,25 ab      | 11 a  |
| T7- 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> MPB | 8 b                   | 7,25 c        | 13 a  |
| T8- 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PC  | 11,50 a               | 11,50 a       | 13 a  |
| <b>CV%</b>                                   | 11.08                 | 8.77          | 15.86 |

MPB: Mudas pré-brotadas; PC: Plantio convencional; DAP: Dias após plantio; CV: Coeficiente de variação; Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O °Brix mantém uma relação direta na pratica com o teor de açúcares do caldo (principalmente sacarose), e corresponde a 18-25% do total do caldo, conforme explicaram Segato e Pereira (2006), Lavanholi (2008) e Santos et al. (2013). Esses mesmos autores relacionaram diretamente o teor de sacarose contido na solução de sólidos solúveis (°Brix) com o ponto de maturação da cana.

Em relação aos valores de °Brix, a tabela 4 revela que as doses de fósforo não apresentaram efeito significativo sobre o °Brix, independentemente dos níveis de fósforo associados com os sistemas de plantios.

Segundo Lavanholi (2010), a maturação é de fundamental importância para a cana-de-açúcar, uma vez que os teores de sacarose são mais elevados quando a planta está em plena maturação.

Os resultados deste trabalho mostram que as doses de fósforo aplicada associada aos sistemas de plantios não ocorreu diferenças significativas. Estes

resultados corroboram com Figueiredo Filho (2002) que, trabalhando com adubação fosfatada na dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em solo com teores médios de P, também não observou efeito na produção de açúcar na cana-planta. Onde quanto menor o teor de P no solo maior será a possibilidade de resposta em relação à adubação fosfatada pela cana-de-açúcar no incremento da produção de açúcar.

Também Rossetto et al. (2002) não observaram influência da adubação fosfatada nas características tecnológicas da cana-de-açúcar. Trabalhando em um Latossolo Vermelho ácrico de textura argilosa, com as variedades SP71-1406 e RB867515, Souza e Korndorfer (2011) não observaram efeito de fontes e de doses de fósforo no rendimento agrícola e industrial.

Por outro lado, o solo por ser mais argiloso, pode ter promovido maior adsorção de fósforo, e consequentemente a planta aproveitou menos o fósforo presente inicialmente no solo, bem como o fósforo oriundo da adubação fosfatada. Segundo Raij (1991) e Novais e Smyth (1999), quanto maior o teor de argila, mais intenso é o processo de fixação do P nos solos tropicais.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Não houve diferença significativa entre as doses de fósforo em relação à altura das plantas, diâmetro do colmo, número de entrenós e nós, número de perfilhos, °Brix e produtividade.

Constatou-se que pelo fato do solo ser mais argiloso, pode ter ocorrido processo de fixação do fósforo no solo, conseqüentemente a cana aproveitou menos o fósforo presente inicialmente no solo e o fósforo da adubação fosfatada.

O plantio convencional influenciou positivamente nas variáveis altura das plantas, diâmetro do colmo, número de entrenós e nós apresentando médias superiores em relação às mudas pré-brotadas.

O estudo mostrou que o plantio de mudas pré-brotadas apresentou elevado perfilhamento, apresentando uma correlação positiva com a produtividade de colmos (TCH) da cultura.

As mudas pré-brotadas se apresentam como uma alternativa viável, sobretudo para replantios, por apresentarem um maior número de perfilhos, o que contribui para o fechamento mais rápido da área.

## REFERÊNCIAS

ABD EL MAWLA, H.A.; HEMIDA, B.; MAHMOUD, W.A. Study on the mechanization of sugarcane transplanting. **International Journal of Engineering and Technical Research**, v.2, n.8, 2014, p. 237-241.

ARAÚJO FF (2011) **Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimentos de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado**. Acta Scientiarum, 33:355-360.

ARANTES, M. T. **Potencial de cultivares de cana-de-açúcar sob os manejos irrigado e sequeiro**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 2012.

BARBOSA, M.P.; PRADO, R.M.; VALE, D.W.; AVALHÃES, C.C.; FONSECA, I.M. **Avaliação no crescimento da soqueira de cana-de-açúcar em função da adubação nitrogenada**. – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal – Agronomia, 2012.

BARBOSA, V.F.A.M.; SILVEIRA, L.C.I. **Melhoramento genético e recomendação de cultivares**. In: SANTOS, F.; BOREM, A.; CALDAS, C. (Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.313-331.

COSTA, D. B. D.; ANDRADE, P. K. B. D.; SILVA, S. A. M. D.; SIMÕES NETO, D. E.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, E. C. A. D. Adubação fosfatada em cana planta e soca em argissolos do nordeste de diferentes texturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.4, p.47-56, 2014.

CAIONE, G.; LANGE, A.; BENETT, C.G.S.; FERNANDES, F.M. Fontes de fósforo em variedades de cana-de-açúcar forrageira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p. 66-73, 2011.

CASTRO, P.R.C. KLUGE, R.A. SESTARI, I. **Manual de Fisiologia Vegetal: Fisiologia de Cultivos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. 864 p.

CONAB, **Acompanhamento da Safra Brasileira cana-de-Açúcar, v.-Safra 2017/2018**, n.2 - Primeiro Levantamento, Brasília, p.1-73, agosto 2017.

DIOLA, V.; SANTOS, F. **Fisiologia**. In: SANTOS, F.; BOREM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool - tecnologia e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p. 25-49.

DEMATTE, J. L. I. **Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. 24 p. (Informações Agronômicas - Boletim Informativo, 111).

EMBRAPA. **Análise quantitativa em crescimento de cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 29 p. (Documentos, 168).

EMBRAPA, Centro Nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. Ed. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, C. P. **Avaliação da adubação fosfatada da cana-de-açúcar com o hiperfosfato natural reativo**. In: CONGRESSO NAC. DA STAB, 8 Recife, 2002. P.259-263.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETTO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

GOLINSKI, N.G. **Introdução da maturação de dois genótipos de cana-de-açúcar em função da interação entre dose de etefon e Ph da calda de aplicação**. 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2009.

KINGSTON, G. Mineral Nutrition of Sugarcane. In: MOORE, Paul H.; BOTHA, Frederik C. (Ed.). **Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology**. Oxford: John Wiley e Sons, 2014. Cap. 5. p. 85-120.

KORNDÖRFER, G.H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Piracicaba, 2004. **Anais...** São Pedro: POTAFOS, p.291-305, 2003.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. dos; DINARDO-MIRANDO, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N. da; MENDONÇA, J. R. de; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M.

F. de; BRANCALIAÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas.** Campinas: IAC, 2012. (Documentos, 109).

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

LANDELL, M.G.A.; BRESSIANI, J.A. **Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal.** In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Eds.). Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p.101-155.

LANDELL, M.G.A.; PINTO, L.R.; CRESTE, S.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.; VASCONCELOS, A.C.M.; BIDÓIA, M.A.P.; SILVA, D.N.; SILVA, M.A. **Seleção de novas variedades de cana-de-açúcar e seu manejo de produção.** Informações Agrônômicas (Encarte Técnico), Piracicaba, v.110, p.18-24, 2005.

LANDELL, M. G. A. et al. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção de uso na alimentação animal.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. (Boletim técnico, 193).

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

LAVANHOLI, M. G. D. P. **Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar e álcool.** In: DINARDO-MIRANDA, L. L. D.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 697-722, 2010.

LAVANHOLI, M.G.D.P. **Qualidade da cana-de-acucar como materia-prima para producao de acucar e alcool.** In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Eds.). Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agronomico, 2008. p.697-722.

LUCCHESI, A. A. Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). In: CASTRO, P.C.; KLUGE, R.A. (Coord.). **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira.** Cosmópolis: Stoller do Brasil,. 2001. p.13-45.

MACHADO, E. C. Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, v.1, 1987. p.56-87.

MAHADEVAIAH, M.S.; KUMAR, Y.; GALIL, M.S.A.; SURESHA, M.S.; SATHISH, M.A.; NAGENDRAPPA, G.A. A simple spectrophotometric determination of phosphate in sugarcane juices, water and detergent samples. **Journal of Chemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 467-473, 2007.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral de algumas culturas tropicais**. São Paulo: Livraria Pioneira, 1967. 251p.

MANHÃES, C.M.C.; GARCIA, R.F.; FRANCELINO, F.M.A.; FRANCELINO, H.O.; COELHO, F.C. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Vértices**, v.17, p. 163-181, 2015.

MARTINS, L. M.; LANDELL, M. G. A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no Programa Cana IAC**. Pindorama: Instituto Agrônômico – IAC, 1995. 45 p.

MILLER, J.D.; GILBERT, R.A. **Sugarcane botany: A Brief View**. University of Florida IFAS extension. 2009.

MOHANTY, M.; DAS, P.P.; NANDA, S.S. Introducing SSI (Sustainable Sugarcane Initiative) technology for enhanced cane production and economic returns in real farming situations under east cost climatic of India. **Sugar Tech**, v. 17, n.2, 2015, p. 116-120.

MOURA, M. V. P. S.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, H. M.; PORDEUS, R. M. Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 753-760, 2005.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. **Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Brasília, DF, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Cana-de-açúcar – correção e adubação**. 2009. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/pdf/2371/237132753007.pdf>> acesso em: 29 out 2017.

ROSSETTO, R.; KORNDÖRFER, G.H.; DIAS, F.L. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar**. In: Marque, M.O.; Mutton, M.A.; Nogueira, T.A.R.; Tasso Jr., L.C.; Nogueira, G.A.; Bernardi, J. H. Tecnologia na Agroindústria Canavieira. FCAV. Jaboticabal, SP. P. 125-139. 2008.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; PRADO JÚNIOR, J. P. Q. Fósforo. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 271-287.

ROSSETTO, R.; FARHAT, M.; FURLAN, R.; GIL, M. A.; SILVA, S. F. Eficiência agrônômica do fosfato natural na cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NAC. DA STAB, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: [s. n.], 2002. p. 276-282.

RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas e Fundação IAC, 285p. 1996. (Boletim Técnico 100).

SANTOS, F.; QUEIROZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; RABELO, S.C. **Qualidade da cana-de-açúcar para processamento industrial**. In: SANTOS, F.; BOREM, A. (Eds.). Cana-de-açúcar: do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2013. p.245-257.

SANTOS, F.; QUEIROZ, J.H.; COLODETTE, J.L.; RABELO, S.C. **Qualidade da cana-de-açúcar para processamento industrial**. In: SANTOS, F.; BOREM, A. (Eds.). Cana-de-açúcar: do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2013. p.245-257.  
SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; Tiritan, C. S.; Foloni, J. S. S.; Echer, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.443–449, 2011.

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**, Goiânia, p. 454-461, 2010.

SANTOS, D. H. **Adubação fosfatada no plantio da cana-de-açúcar a partir de torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel**. 2009. 36 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)–Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2009.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: DINARDOMIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008, p. 47-56.

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

SEGATO, S.V.; PEREIRA, L.L. Colheita da cana-de-açúcar: corte manual. In: SEGATO, S.V.; SENE PINTO, A.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Orgs.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006.p.319-332.

SILVA, M.A.; LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; ZIMBACK, L. **Competição de genótipos de cana-de-açúcar sob condições de plantio de cana de ano, em um Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico da região de Jaú (SP)**. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL., 7, Londrina,1999. Anais... Londrina: STAB, 1999. p.15-18

SIMÕES NETO, D. E. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 840–848, 2009.

STOLF, R.; TOKESHI, H. **A ratoon transplanting technique for renewing sugarcane fields**. *Sugarcane*, v.2, n.2, p. 6-9.

SOUZA, R. T. X.; KORNDORFER, G. H. Efeito da aplicação de fertilizantes fosfatados na produtividade da cana-de-açúcar. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1, 2011.

SOUZA D.M.G e LOBATO, E. (2004) **Adubação em solos da região do cerrado**. In: Yamada, T. e Abdalla SRS (Eds.) **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos. p.157-200.

SOUZA D.M.G e LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

TEIXEIRA, C.B. **Determinantes da degradabilidade entre clones de cana-de-açúcar no rúmen de bovinos**. 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em produção de Ruminantes). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

TOMAZ, H.V.Q. **Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo na cana-de-açúcar.** 2009. 93 f. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

XAVIER, M.A.; de MENDONÇA, J.R.; SANGUINO, A. **Viveiros de mudas.** In: DINARDO-MIRANDA, L.L; VASCONCELOS, A.C.M; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2008 p.535-546.