

---

**Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani**  
**Trabalho de Graduação**

## **Curso de Tecnologia em Biocombustíveis**

### **INOVAÇÕES NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**IGOR HENRIQUE OLIVEIRA**

**Orientador: Prof. Dr. Fábio Camilotti**

**Trabalho apresentado a Faculdade de Tecnologia  
Nilo De Stéfani - Jaboticabal, como um dos  
requisitos para obtenção do título de Tecnólogo  
em Biocombustíveis.**

**Jaboticabal – SP  
2º Semestre/2020**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Oliveira, Igor Henrique

Inovações no Plantio da Cana-de-açúcar / Igor Henrique Oliveira. — Jaboticabal: Fatec Nilo De Stéfani, 2020.

31p.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Camilotti

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani - Jaboticabal, 2020.

1. Agrícola. 2. Biocombustíveis. 3. Inovação. 4. Sucroenergéticos I. Oliveira, I. H. II. Inovações no Plantio da Cana-de-açúcar.

---

**Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani**  
**Trabalho de Graduação**

**Curso de Tecnologia em Biocombustíveis**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** INOVAÇÕES NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR.

**AUTOR:** IGOR HENRIQUE OLIVEIRA

**ORIENTADOR:** PROF. DR. FABIO CAMILOTTI

Trabalho de Graduação aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis, apresentado à Fatec-JB para a obtenção do título de Tecnólogo.

**PROR. DR. FÁBIO CAMILOTTI**

**PROF. JULIO CÉSAR DE SOUZA**

**PROF<sup>a</sup>. ME. RITA DE CÁSSIA VIEIRA MACRI**

Data da apresentação: 05 de novembro de 2020.

## Dedicatória

Dedico esse Trabalho de Graduação a Deus, por ter me dado força e jamais me deixar perder o foco de meus objetivos e com certeza a minha mãe, uma mulher batalhadora, que sempre lutou para eu poder ter estudos e ser homem melhor.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, sem Ele nada disso seria possível.

Agradeço principalmente a minha mãe Regina, e ao meu pai Nelson Filho.

Agradeço aos meus avós, Nelson e Anna.

Agradeço a minha namorada Stella.

Agradeço o meu Orientador Fábio Camilotti por todo apoio e colaboração.

Agradeço a todos os professores.

Agradeço a banca de examinadores.

Agradeço a instituição da Fatec Nilo De Stéfani.

Agradeço aos meus colegas de turma.

*O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar à um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.*

*José de Alencar*

## **RESUMO**

### **INOVAÇÕES NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Os avanços tecnológicos e a adaptação desta cultura transformaram o Brasil no maior produtor de cana-de-açúcar e seus derivados, principalmente açúcar, etanol e energia. Dentre as inúmeras operações de inovação envolvidas no sistema de produção agrícola da cana-de-açúcar, destaca-se a etapa de plantio, de semi manual passou a totalmente mecanizada nos últimos anos. A utilização da informática e ferramentas estatísticas nas novas tecnologias agrícolas são os novos paradigmas de aplicação tecnológica na agricultura e no gerenciamento dos processos servindo para diminuir perdas e custos, elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas. Sistemas vem sendo implementados no campo, o processo de Meiosi é uma técnica que vem sendo muito utilizada para rotação de cultura e recuperação do solo, além de deixar o plantio da cana-de-açúcar mais rápido e econômico, cultivando a cana no canavial que será utilizada para renovação da cultura. Cultura que está sendo implantadas altas tecnologias nas mudas pré-brotadas que estão mais resistentes a imprevistos e alcanando maiores valores no canavial. As inovações vem sendo implementada no setor sucroalcooleiro para podem cada vez mais buscar altas produtividades altos aproveitamentos cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** Agrícola. Biocombustíveis. Inovação. Sucroenergéticos.

## **ABSTRACT**

### **INNOVATIONS IN SUGARCANE PLANTING**

*Technological advances and the adaptation of this culture have made Brazil the largest producer of sugarcane and its derivatives, mainly sugar, ethanol and energy. Among the numerous innovation operations involved in the sugarcane agricultural production system, the planting stage stands out, from semi manual to fully mechanized in recent years. The use of information technology and statistical tools in new agricultural technologies are the new paradigms of technological application in agriculture and in the management of processes, serving to reduce losses and costs, increase productivity and improve the quality of agricultural products. Systems have been implemented in the field, the Meiosi process is a technique that I see being widely used for crop rotation and soil recovery, in addition to making the planting of sugar cane faster and more economical, growing the cane in the cane field that will be used for culture renewal. Culture that is using high technologies in pre-sprouted seedlings that are more resistant to unforeseen events and reaching higher values in the cane field. Innovations have been implemented in the sugar and alcohol sector so that they can increasingly seek high productivity and high utilization of sugarcane.*

**Keywords:** *Agricultural, Biofuels. Innovation. Sugar-energy.*

## LISTA DE FIGURA

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Cana-de-açúcar.....                                            | 15 |
| Figura 2 – Plantio Manual .....                                           | 18 |
| Figura 3 – Plantio de cana-de-açúcar mecanizado do modo convencional..... | 18 |
| Figura 4 – Plantio Mecanizado das mudas MPB.....                          | 19 |
| Figura 5 – Canavial em sistema de plantação em meiosi com mudas MPB ..... | 25 |
| Figura 6 – Muda MPB sendo produzida em viveiros.....                      | 26 |
| Figura 7 – Mudas MPB plantadas no campo.....                              | 27 |
| Figura 8 – Estágios de produção do sistema MPB .....                      | 28 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Safra 2019/2020, posição acumulada entre 1º de abril 2019 até 31 de março de 2020.....                           | 16 |
| Tabela 2 – Custos do plantio de cana mecanizado com plantadora e distribuidora – R\$ ha <sup>-1</sup> .                     | 20 |
| Tabela 3 – Custos do plantio de mudas pré-brotadas em área comercial – R\$ ha <sup>-1</sup> .....                           | 21 |
| Tabela 4 – Custos do plantio do canavial para diferentes sistemas de plantio de cana-de-açúcar – R\$ ha <sup>-1</sup> ..... | 22 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Evolução da produção de cana, açúcar e etanol no Brasil entre 2000 a 2017..... | 16 |
| Gráfico 2 – Sistema do plantio da cana de ano e meio.....                                  | 23 |
| Gráfico 3 – Sistema do plantio da cana de ano.....                                         | 23 |
| Gráfico 4 – Sistema do plantio da cana de inverno .....                                    | 24 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|                 |                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------|
| <b>ABNT</b>     | Associação Brasileira de Normas Técnicas               |
| <b>EMBRAPA</b>  | Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária           |
| <b>Fatec-JB</b> | Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal |
| <b>IBGE</b>     | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística        |
| <b>MEIOSI</b>   | Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente       |
| <b>MPB</b>      | Mudas Pré-brotadas                                     |

## SUMÁRIO

|              |                                                         |           |
|--------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                 | <b>14</b> |
| <b>2</b>     | <b>CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>                              | <b>15</b> |
| <b>2.1.</b>  | <b>PLANTIO .....</b>                                    | <b>17</b> |
| <b>2.1.1</b> | <b>PREPARO DO SOLO.....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>2.1.2</b> | <b>CUSTOS DEMONSTRATIVO DOS TIPOS DE PLANTAÇÃO.....</b> | <b>19</b> |
| <b>2.1.3</b> | <b>ÉPOCAS DE PLANTIO.....</b>                           | <b>22</b> |
| <b>2.2.</b>  | <b>MEIOSI .....</b>                                     | <b>25</b> |
| <b>2.3.</b>  | <b>MUDAS PRÉ-BROTADAS .....</b>                         | <b>26</b> |
| <b>3</b>     | <b>METODOLOGIA.....</b>                                 | <b>28</b> |
| <b>4</b>     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                        | <b>29</b> |
| <b>5</b>     | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                | <b>29</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Com um grande mercado no Brasil, principalmente do estado de São Paulo, esse trabalho de graduação tem como o intuito de mostrar as inovações no plantio da cana-de-açúcar, explicar mais profundamente os manejos com as mudas pré-brotadas (MPB), o sistema de plantação em meiose, além de outras.

A cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L., que tem indícios de seu cultivo desde a pré-história. Provavelmente sua origem é a Polinésia, e suas culturas foram se espalhando por todo o Sudeste Asiático (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). Desde então, a cana-de-açúcar se tornou uma das culturas mais importante e cultivadas no mundo, de onde se é produzido alimentos, energia, e destina cerca de 75% da colheita mundial de açúcar para o consumo humano (NASCIMENTO FILHO, 2015). A cerca de 500 anos ela é cultivada no Brasil, se tornando uma das culturas mais cultivadas no país e se destacando como um dos maiores polos sucroalcooleiro. A planta é totalmente adaptada ao clima tropical brasileiro e de acordo com os estudos, essa cultura é de maior importância para o país (ALMEIDA JUNIOR, 2010 apud NASCIMENTO FILHO, 2015).

Com a consolidação da agroindústria e enorme crescimento da agropecuária, houve expectativa e novos desafios, como o aumento de valor e disputa sobre as terras, assim como as mudanças de cultivos para as regiões Centro-Oeste e Norte. E com a expansão das culturas canavieiras houve novas políticas e práticas produtivas, por motivos de problemas sociais e ambientais, um exemplo é a introdução da colheita mecanizada (SANT'ANNA et al., 2016).

A combinação entre clima, solo e as variedades da cana-de-açúcar é determinante para um melhor desempenho do cultivo e na produtividade. No Brasil pode se cultivar essa cultura em praticamente todo território. E para poder atingir a maior produtividade tem que relevar as características do ambiente e adquirir a variedade adequada, como disponibilidade hídrica, propriedades físicas, químicas e biológicas, e como um bom planejamento em sua cultura (FONTANETTI; BUENO, 2017). A maior área cultiva da cana-de-açúcar é concentrada nas regiões de São Paulo (62%), seguido por Goiás e Minas Gerais (UNICA, 2015).

O cultivo da cana-de-açúcar atualmente tem uma enorme valorização, principalmente com seus derivados, que são a produção de açúcar e a de etanol, além disso é produzido, com a queima do bagaço da cana, a energia elétrica, e outros subprodutos que utilizados como fertilizantes, como a vinhaça, a torta de filtro e o próprio bagaço (COSMO; GALERIANI, 2015).

Essa revisão bibliográfica, através de pesquisas, tem como objetivo estudar como o setor sucroalcooleiro que está investindo cada vez mais em tecnologias e melhorias, para um plantio de qualidade e com maior produtividade, com o crescimento do cultivo da cana-de-açúcar, os produtores se dedicam mais em buscar inovações, seja no solo, no modo de plantar e até mesmo nas mudas de cana-de-açúcar.

O presente trabalho foi escolhido por motivos de ter uma grande predominação em nossa região e além do mais poder informar e mostrar as principais inovações que vem ocorrendo no setor sucroalcooleiro.

## 2 CANA-DE-AÇÚCAR

Durante a História, para quebrar a hegemonia da produção de açúcar que pertencia ao Oriente Médio, os portugueses encontraram no Brasil uma alternativa para entrarem definitivamente nesse mercado e alcançar o seu crescimento econômico. As primeiras mudas de cana-de-açúcar (FIGURA 01) plantadas no Brasil foram trazidas da Ilha da Madeira, em Portugal, no século XVI por Martim Afonso de Souza, em 1532 (BARBOSA; VALENTINI; FARIA, 2016).

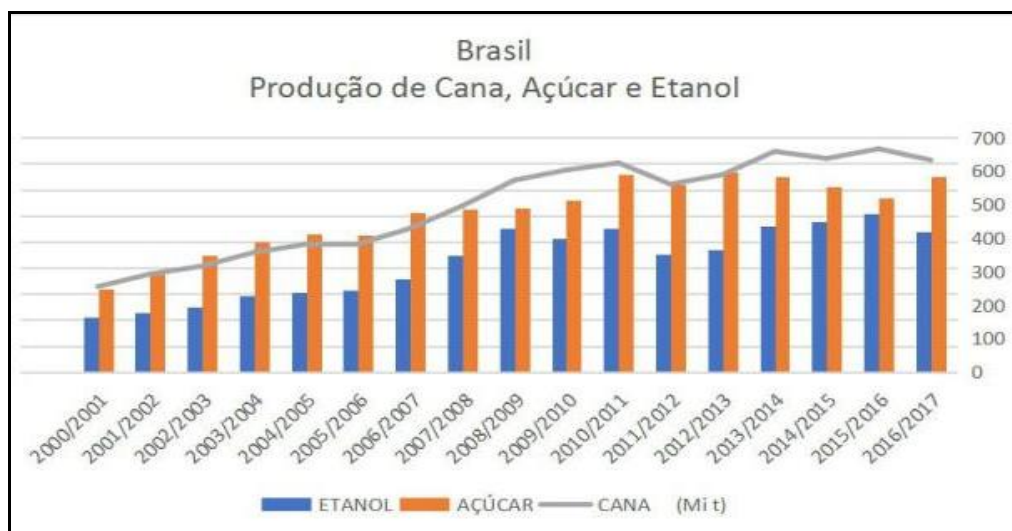
**Figura 01 – Cana-de-açúcar.**



**Fonte: Medina (2020)**

A cana-de-açúcar com os avanços tecnológicos se tornou um dos meios mais viáveis para o setor de biocombustíveis devido ao seu grande potencial na geração do etanol (Gráfico 01). Além da produção de etanol e açúcar, as usinas têm cada vez mais investido na geração de energia elétrica através do bagaço da cana, isso contribui para a redução financeira e auxilia para a sustentabilidade. O Brasil é o maior produtor do mundo do cultivo de cana-de-açúcar, tendo umas das maiores importâncias no agronegócio brasileiro (CONAB, 2017).

Gráfico 01 – Evolução da produção de cana, açúcar e etanol no Brasil entre 2000 a 2017.



Fonte: Lourenço (2017)

Tendo os números mais atual, pode-se observar que o aumento da produção é constante. O Brasil concluiu a safra 2019/2020 (Tabela 1) com 590,36 milhões de toneladas de cana-de-açúcar processadas, tendo um crescimento de quase 3% comparando com a temporada 2018/2019 que alcançou 573,17 milhões de toneladas (UNICA, 2020).

Tabela 1 – Safra 2019/2020, posição acumulada entre 1º de abril 2019 até 31 de março de 2020

| Produtos                           | 2018/2019 | 2019/2020 | Var. (%) |
|------------------------------------|-----------|-----------|----------|
| Cana-de-açúcar <sup>1</sup>        | 573.169   | 590.361   | ↑ 3,00%  |
| Açúcar <sup>1</sup>                | 26.510    | 26.761    | ↑ 0,95%  |
| Etanol anidro <sup>2</sup>         | 9.141     | 9.946     | ↑ 8,80%  |
| Etanol hidratado <sup>2</sup>      | 21.812    | 23.313    | ↑ 6,88%  |
| Etanol total <sup>2</sup>          | 30.953    | 33.258    | ↑ 7,45%  |
| ATR <sup>1</sup>                   | 79.028    | 81.804    | ↑ 3,51%  |
| ATR/ tonelada de cana <sup>3</sup> | 137,88    | 138,57    | ↑ 0,50%  |
| Mix (%) açúcar                     | 35,21%    | 34,33%    | ↓        |
| etanol                             | 64,79%    | 65,67%    | ↑        |
| Litros etanol/ tonelada de cana    | 52,62     | 53,59     | ↑ 1,83%  |
| Kg açúcar/ tonelada de cana        | 46,25     | 45,33     | ↓ -1,99% |

Fonte: Unica (2020)

## 2.1 PLANTIO

### 2.1.1 PREPARO DO SOLO

Todos os manejos realizados durante o ciclo da produção da cana-de-açúcar o preparo do solo é de extrema importância, devido à degradação e compactação causadas durante o ciclo da cultura. Normalmente o preparo do solo é realizado após o quinto corte que se utiliza o preparo convencional e atualmente o preparo reduzido é recomendado pelo EMBRAPA em áreas onde se encontram condições favoráveis, locais que não são necessários o preparo mais intenso (AUGUSTO; LUSVARGHI; SANTOS, 2017).

O procedimento mais comum para um bom preparo deve se seguir os seguintes procedimentos (AUGUSTO; LUSVARGHI; DOS SANTOS, 2017):

- Calagem: Aplica-se o calcário para diminuir os problemas causados pelo alumínio e hidrogênio no solo;
- Gessagem: Facilita as plantas buscar mais nutrientes e água em maior profundidade;
- Gradagem Pesada: Tem o objetivo de eliminar os restos culturais e incorporar calcário e gesso agrícola;
- Subsolagem: Rompe a camada do solo compactada;
- Sistematização do Terreno: Com esse processo, é realizado as dimensões exatas para uma boa colheita, como, talhões retangulares, terreno bem nivelado, paralelismo entre fileiras e um espaçamento adequado de plantio;
- Carreadores: São vias de acesso entre os talhões, para qualquer emergência;
- Terraços: Tem como objetivo controlar o escoamento das águas das chuvas, assim preservando o solo, facilitando a infiltração das águas, evitando erosões, enxurradas, impedindo a perda de matéria orgânica, nutrientes e o próprio solo;
- Grade Niveladora: tem a função de nivelar o solo, corrigir pequenas falhas, eliminar plantas daninhas e finalizar o preparo do solo.

Hoje em dia existe três tipos de sistema para o plantio de cana-de-açúcar no Brasil: o manual, o semimecanizado e o mecanizado. O manual (Figura 02) é mais comum em regiões com relevos, esse sistema é utilizado muito na região nordeste. No sistema semimecanizado, os sulcos são feitos mecanicamente e as disposições das mudas são manuais, lançadas de caminhões de carga e a adubação é feita mecanicamente. Já no mecanizado (Figura 03 e 04)

todo processo (sulcação, deposição de mudas, adubação e cobrimento do sulco) são realizados por máquinas, e ainda é realizado a aplicação de agroquímicos diretos no solo (NASCIMENTO FILHO, 2015).

**Figura 02 – Plantio Manual.**



Fonte: Fábio Camilotti (2020) <sup>1</sup>

**Figura 03 – Plantio de cana-de-acúcar mecanizado do modo convencional.**



Fonte: Teixeira (2016, p.11)

---

<sup>1</sup> Foto fornecida pelo Professor e Orientador Fábio Camilotti durante a elaboração desse Trabalho de Graduação de seus arquivos pessoais, tirada pelo mesmo. Jaboticabal – SP. 2020

**Figura 04 – Plantio Mecanizado das mudas MPB.**



**Fonte: Agrop (2020).**

Quanto ao plantio da cultura, outra solução inovadora para aumentar a produtividade, facilitar o manejo, agregar valor e baixar os custos de produção, diz respeito a um sistema mecanizado e totalmente automatizado. Esse sistema que utiliza tecnologia de ponta, consiste na preparação e fertilização do solo, empregando o georreferenciamento por satélites, e no plantio dos toletes (CTC, 2015).

### **2.1.2 CUSTOS DEMONSTRATIVO DOS TIPOS DE PLANTAÇÃO**

De acordo com Afonso (2017) para se ter um exemplo de valores e ter uma melhor escolha para o qual tipo de plantio escolher, ele fez uma pesquisa na região de Jaú-SP, nessa pesquisa ele demonstra a diferença entre plantio mecanizado e o plantio no sistema de MPB.

Na Tabela 02 demonstra os valores do plantio mecanizado, que podem ser ele com plantadora ou com distribuidora de mudas. No plantio mecanizado as mudas devem estar picadas, sendo assim, elas são colhidas mecanicamente (AFONSO, 2017).

No plantio da cana-de-açúcar realizada pela plantadora, ela executa toas operações, sulcação, aplicação de fertilizantes, distribuição de mudas, aplicação de defensivos e cobertura dos sulcos (RIPOLI et al, 2007, *apud* OLIVEIRA, 2012). No plantio com distribuidora consegue se notar a uniformidade na distribuição dos colmos antes da cobertura e corrigir possíveis falhas (AFONSO, 2017).

**Tabela 2 - Custos do plantio de cana mecanizado com plantadora e distribuidora – R\$ ha<sup>-1</sup>**

| Descrição                       | Especificação               | Unid.                    | Qtde. | Custo Unit. | Mecanizado Plantadora | Mecanizado Distribuidora |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|-------------|-----------------------|--------------------------|
| <b>Operações Manuais</b>        |                             |                          |       |             | <b>28,56</b>          | <b>44,16</b>             |
| Sulcação/adubação               | Mão de obra                 | diárias ha <sup>-1</sup> | 0,13  | 120,00      | -                     | 15,60                    |
| Corte mecânico das mudas        | Mão de obra                 | diárias ha <sup>-1</sup> | 0,14  | 120,00      | 17,28                 | 17,28                    |
| Transbordo de mudas             | Mão de obra                 | diárias ha <sup>-1</sup> | 0,02  | 120,00      | 2,88                  | 2,88                     |
| Alinhamento de carregadores     | Mão de obra                 | diárias ha <sup>-1</sup> | 0,07  | 120,00      | 8,40                  | 8,40                     |
| <b>Operações Mecanizadas</b>    |                             |                          |       |             | <b>977,12</b>         | <b>1.212,92</b>          |
| Sulcação/adubação               | Tp 120 cv 4x4 + sulc/adub.  | horas ha <sup>-1</sup>   | 1,40  | 143,95      | -                     | 201,53                   |
| Corte mecânico das mudas        | Tp 120 cv 4x4               | horas ha <sup>-1</sup>   | 0,67  | 143,95      | 96,45                 | 96,45                    |
| Corte mecânico das mudas        | Colhedora de cana           | horas ha <sup>-1</sup>   | 0,67  | 382,39      | 256,20                | 256,20                   |
| Transporte de mudas             | HM Caminhão Truck           | km                       | 3,00  | 139,20      | 417,60                | 417,60                   |
| Plantio mecanizado              | Plantadora de cana          | horas ha <sup>-1</sup>   | 1,33  | 155,54      | 206,87                | -                        |
| Plantio mecanizado              | Distribuidora de cana       | horas ha <sup>-1</sup>   | 1,33  | 126,99      | -                     | 168,90                   |
| Cobrição dos sulcos             | HM Tp 125 cv 4x4 + cobridor | horas ha <sup>-1</sup>   | 0,60  | 120,41      | -                     | 72,25                    |
| <b>Insumos</b>                  |                             |                          |       |             | <b>2.202,00</b>       | <b>2.202,00</b>          |
| Fertilizante                    | Fórmula 05-25-25            | t ha <sup>-1</sup>       | 0,46  | 1.450,00    | 667,00                | 667,00                   |
| Mudas de cana                   | Mudas de cana               | t ha <sup>-1</sup>       | 20,00 | 60,00       | 1.200,00              | 1.200,00                 |
| Inseticida                      | Carbofurano                 | kg ha <sup>-1</sup>      | 5,00  | 37,00       | 185,00                | 185,00                   |
| Inseticida                      | Fipronil                    | kg ha <sup>-1</sup>      | 0,25  | 600,00      | 150,00                | 150,00                   |
| <b>Custo Total dos Plantios</b> |                             |                          |       |             | <b>3.207,68</b>       | <b>3.459,08</b>          |

**Fonte: Afonso (2017)**

Com um custo de aquisição menor a distribuidora comparada a plantadora, o custo do plantio é maior porque ocorrem mais duas operações mecanizadas, a sulcação e a cobertura das mudas (AFONSO, 2017).

Juntamente com os outros tipos de plantio o consumo de mudas ainda é o fator de maior peso no sistema mudas pré-brotadas. Um dos problemas apresentados no sistema é a necessidade de irrigação com maior ou menor frequência, mais precisamente da fase de “pegamento” e desenvolvimento das mudas. Então esse sistema deve-se adequar de acordo com cada região, se adaptando as necessidades de crescimento e desenvolvimento das mudas, que diferentes dos colmos, são meio reféns de recursos hídricos, ou seja, com a variação de irrigação o custo do plantio também varia (AFONSO, 2017).

Tabela 3 - Custos do plantio de mudas pré-brotadas em área comercial – R\$ ha<sup>-1</sup>

| Descrição                    | Especificação      | Unid.                    | Qtde.  | Custo Unit. | R\$/ha          | % Partic.     |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|--------|-------------|-----------------|---------------|
| <b>Operações Manuais</b>     |                    |                          |        |             | <b>438,46</b>   | <b>5,3%</b>   |
| Plantio MPB                  | mão de obra        | diárias ha <sup>-1</sup> | 1,50   | 120,00      | 180,00          | 2,2%          |
| Irrigação de salvamento      | mão de obra        | diárias ha <sup>-1</sup> | 2,15   | 120,00      | 258,46          | 3,1%          |
| <b>Operações Mecanizadas</b> |                    |                          |        |             | <b>864,42</b>   | <b>10,4%</b>  |
| Transporte plantas           |                    |                          |        |             |                 |               |
| Plantio MPB                  | Plantadora de cana | horas ha <sup>-1</sup>   | 2,66   | 200,00      | 532,00          | 6,4%          |
| Irrigação de salvamento      | Motobomba          | horas ha <sup>-1</sup>   | 3,00   | 89,92       | 269,76          | 3,3%          |
| Irrigação de salvamento      | Trator médio       | horas ha <sup>-1</sup>   | 0,80   | 78,32       | 62,66           | 0,8%          |
| <b>Insumos</b>               |                    |                          |        |             | <b>6.987,14</b> | <b>84,3%</b>  |
| Fertilizante                 | Fórmula 05-25-25   | t ha <sup>-1</sup>       | 0,46   | 1.450,00    | 667,00          | 8,0%          |
| Mudas de cana                | Mudas de cana      | Unid.                    | 13.334 | 0,45        | 5.985,14        | 72,2%         |
| Defensivo                    | Carbofurano        | kg ha <sup>-1</sup>      | 5,00   | 37,00       | 185,00          | 2,2%          |
| Defensivo                    | Fipronil           | kg ha <sup>-1</sup>      | 0,25   | 600,00      | 150,00          | 1,8%          |
| <b>Custo Plantio MPB</b>     |                    |                          |        |             | <b>8.290,01</b> | <b>100,0%</b> |

Fonte: Afonso (2017)

Analisando essa a tabela 3 pode-se notar que os custos das mudas chegam a 72% do custo total do plantio, mostrando a necessidade de pesquisas que possam reduzir os custos destas mudas (AFONSO, 2017). Mas mesmo comparando com o plantio convencional, o consumo médio é de 12 a 15 toneladas de mudas, enquanto que no plantio de mudas de MPB é próximo a 2 toneladas por hectare (DURIGAN, 2019).

Na Tabela 4 são apresentados os custos para os diferentes sistemas de plantio estudados.

Tabela 4 – Custos do plantio do canavial para diferentes sistemas de plantio de cana-de-açúcar – R\$ ha<sup>-1</sup>

|                                    | <b>Mecanizada</b>          |                            |                            |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Fases</b>                       | <b>Plantadora</b>          | <b>Distribuidora</b>       | <b>Mudas pré-brotadas</b>  |
|                                    | <b>R\$ ha<sup>-1</sup></b> | <b>R\$ ha<sup>-1</sup></b> | <b>R\$ ha<sup>-1</sup></b> |
| <b>Viveiro Matriz</b>              |                            |                            | 2.381,52                   |
| <b>Casa de vegetação</b>           |                            |                            | 5.985,14                   |
| <b>Viveiro pré-primário</b>        | 7.871,81                   | 7.871,81                   |                            |
| <b>Viveiro primário</b>            | 7.247,72                   | 7.247,72                   |                            |
| <b>Viveiro secundário</b>          | 7.247,72                   | 7.247,72                   |                            |
| <b>Plantio comercial</b>           | 3.207,68                   | 3.459,08                   | 8.290,01                   |
| <b>Total – R\$/ha<sup>-1</sup></b> | <b>25.574,92</b>           | <b>25.828,33</b>           | <b>16.656,67</b>           |

Fonte: Afonso (2017)

De acordo com a tabela 4, os sistemas de mudas pré-brotas foi a que menor apresentou custos comparada com os outros tipos de plantio, porém, relacionado a região na qual foi pesquisada, esse tipo não foi tão bem aconselhado, já que ia exigir um gasto maior em recursos hídricos, devido à escassez da região de Jaú-SP (AFONSO, 2017).

Então de acordo com estudos realizados, o consumo de água na cultura e a necessidade de recursos hídricos para a irrigação vêm-se cada vez mais se tornando frequentes que tal processo é um dos fatores que mais influência na produtividade e no custo de produção de cana-de-açúcar (TEODORO et al., 2013).

### 2.1.3 ÉPOCAS DE PLANTIO

A escolha da época do plantio de cana é essencial para uma boa produtividade. A cultura pode plantada em três épocas diferente e são utilizados os sistemas de ano-e-meio, sistema de ano e plantio de inverno.

No sistema de ano-e-meio (Gráfico 02) (cana de 18 meses): o plantio é realizado nos três primeiros meses do ano, e com a chegada da seca e do inverno, o desenvolvimento é desacelerado, e com a chegada da primavera e do verão a planta fica em estado vegetativo para então assim entrar em estado de amadurecimento. Nessas condições agiliza a brotação e reduz a doenças nos toletes (COSMO; GALERIANI, 2015).

Gráfico 02 – Sistema do plantio da cana de ano e meio.



Fonte: Câmara (2014)

Sistema de ano (Gráfico 03) (12 meses): é uma forma restrita de algumas regiões que pode ser plantada nos períodos de outubro a novembro. A vantagem desse sistema é que pode administrar as grandes áreas de plantio e subdividir a colheita entre a cana de ano e ano-e-meio. Mais a desvantagem é que diminui a produtividade em relação a cana de ano-e-meio, o preparo do solo é dificultado devido ao pouco tempo para o preparo, também é necessário arrancar as soqueiras para um novo plantio e é necessária uma grande quantidade de mão de obra nesse sistema (COSMO; GALERIANI, 2015).

Gráfico 03 – Sistema do plantio da cana de ano.



Fonte: Câmara (2014)

O plantio de inverno (Gráfico 04) só é possível graças ao uso da torta de filtro que contém cerca de 70 a 80% de umidade que é aplicada no sulco de plantio. A torta fornece a umidade necessária para a brotação e se ainda for feito a fertirrigação com vinhaça, o até mesmo com irrigação, o cultivo pode haver o ano todo (COSMO; GALERIANI, 2015).

**Gráfico 04 – Sistema do plantio da cana de inverno.**



**Fonte: Câmara (2014)**

A época de plantio da cana-de-açúcar tem relação direta com as condições climáticas de cada região; pois, para que ocorra um bom desenvolvimento inicial, deve-se considerar, entre outros fatores, a temperatura média do ar e a precipitação pluviométrica (EMBRAPA, 2016).

Para um bom desenvolvimento da cultura, tende-se a observar o clima e recursos das diversas regiões do Brasil, por exemplo, temperatura, recursos hídricos, entre outros. Para uma boa produção de sacarose é necessário um clima quente para o crescimento da planta e um clima mais frio para que seja feita a maturação. A cana-de-açúcar pode se adaptar a temperaturas de 47°C, desde que tenha uma irrigação adequada, pois a planta é formada por 70% de água. Com as variações climáticas no Brasil, é possível fazer a colheita em duas épocas do ano: uma no norte-nordeste, de setembro a abril; e a outra no centro-sul, de junho a dezembro. No nordeste, a cana-planta apresenta ciclo de 15 meses, enquanto a cana-soca, cerca de 12 meses (CARVALHO, 2016).

## 2.2 MEIOSI

O método de que está sendo utilizado pelos produtores de cana-de-açúcar é o sistema de MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente) (Figura 05) um sistema inovador, porém foi desenvolvido pelo Eng. Agr. José Telles de Barcelos, no início da década de oitenta, na estação experimental do Planalsucar, em Uberlândia, Minas Gerais, tendo como objetivo viabilizar a consorciação racional da cana-de-açúcar com culturas anuais e/ou adubos verdes em área de reforma, visando uma melhor rentabilidade em sua produção (FERNANDES, 2009).

**Figura 05 – Canavial em sistema de plantação em meiosi com mudas MPB.**



**Fonte: Ismael Perina Junior (2014)**

A meiosi muito utilizado no passado, está retornando como um meio de recuperação do solo, esse processo vem junto com uma outra inovação que é as mudas pré-brotadas (MPB). Ele funciona com o plantio da muda a ser utilizada e juntamente com uma cultura de rotação. Como por exemplo, planto uma linha com mudas de cana e deixo um espaço de 8 a 20 linhas que serão ocupadas por amendoim, soja ou adubo verde, no ano seguintes esses espaços serão ocupados pelas mudas de cana (AOKI, 2017).

Ao adotar essa técnica existe uma grande vantagem quantitativa e econômica, ela diminui o tempo de produção das mudas (seis meses), gerando maior vigor, melhor sanidade, maior rendimento de corte, menos uso das gemas. Outro benefício desse sistema é a eliminação do carregamento de transporte de mudas, com isso minimiza os custos e aumenta a melhora da logística das operações. Assim, o trabalho fica todo no campo, as mudas são cortadas e plantadas ao lado, dessa forma, os imprevistos não comprometerão as mudas durante a renovação e, conseqüentemente, ganhará tempo e qualidade na sua produção (FERNANDES, 2009).

## 2.3 MUDAS PRÉ-BROTADAS

Para o planejamento de um canavial tem que levar em conta várias regras de boas práticas agronômicas, como preparo do solo, tratamento fitossanitário, adubação, mudas de boa qualidade, sadia e de boa procedência. Ao se pensar em cultivo de cana-de-açúcar, não devemos focar somente em reduzir custo, mais também investir em tecnologias em buscar de aumentar a produtividade de seu canavial (RIPOLI; RIPOLI, 2009).

Processos simplificados que prestigiam as necessidades básicas do pequeno, médio e grande produtor, auxiliam o agricultor na qualificação de seu processo de produção de mudas, sendo essencial na melhoria do cultivo da cana-de-açúcar. As inovações tecnológicas vêm sempre para facilitar o agricultor, direcionando em parâmetros básicos na produção de MPB (XAVIER et al., 2014).

O Instituto Agronômico de Campinas desenvolveu a muda pré-brotada (MPB) (Figura 06) com o intuito de multiplicação das cana-de-açúcar. Essa inovação proporciona uma rápida produção de mudas com qualidade e vigor, diminuindo falhas nas linhas, pragas e doenças e permitindo uma maior facilidade para a introdução de tecnologias varietal no canavial (Figura 07). Para a produção de MPB a cana-de-açúcar devem ser cultivadas em viveiros isento de doenças, sem mistura de variedade, com idades de seis a 10 meses e passadas por “roguing” e diagnósticos de doenças (LANDELL et al., 2012).

**Figura 06 – Muda MPB sendo produzida em viveiros.**



**Fonte: Testa (2015)**

**Figura 07 – Mudas MPB plantadas no campo.**

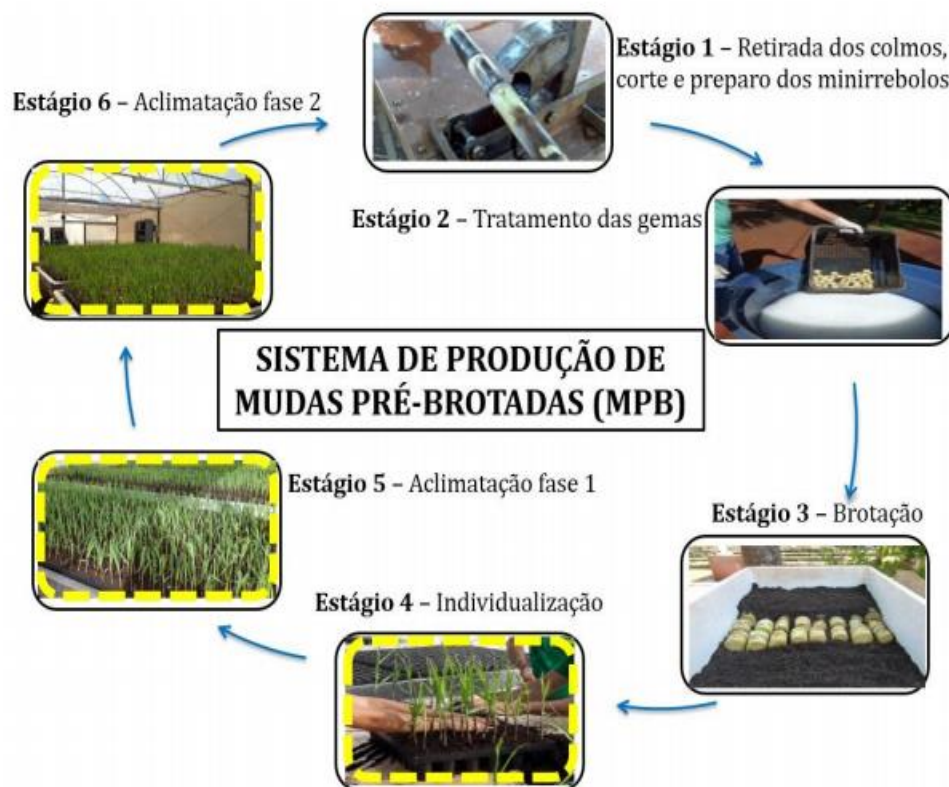


**Fonte: Agrop (2020)**

Para uma produção de MPB, é necessário a divisão em etapas que no final darão resultados significativos, obtendo as mudas de alta qualidade. Estas etapas estão divididas em 6 estágios (conforme demonstra a Figura 06) (LANDELL et al. 2013):

- Passo 1 – Corte e preparo dos minirrebolos com uma gema viável.
- Passo 2 – Tratamento das gemas com fungicidas e inseticidas.
- Passo 3 – Brotação dos minirrebolos.
- Passo 4 – Individualização ou repicagem das plântulas.
- Passo 5 – Aclimação das mudas em tubetes (dentro da estufa).
- Passo 6 – Aclimação das mudas em tubetes (fora da estufa)

**Figura 08 – Estágios de produção do sistema MPB.**



**Fonte:** Silva (2017, p.50)

Depois de aproximadamente 60 dias de produção das mudas, elas devem estar em perfeitas condições para serem levadas ao campo, uma característica normal entre as MPB. Nesse momento as mudas devem estar perfeito vigor e bem enraizadas, além de preservar a integridade do sistema radicular, também diminui os estresses hídricos e facilita sobremaneira a concretização do plantio e do “pegamento” da muda pós plantio (LANDELL et al., 2012).

### 3 METODOLOGIA

Esse trabalho de graduação utilizou a metodologia de revisão bibliográfica sobre as inovações do plantio da cana de açúcar, tendo o aprofundamento em teses, dissertações, livros, etc.

Com o aprofundamento no setor sucroalcooleiro que está investindo cada vez mais em tecnologias e melhorias, para um plantio de qualidade e com maior produtividade, com o crescimento do cultivo da cana-de-açúcar, os produtores se dedicam mais em buscar inovações, seja no solo, no modo de plantar e até mesmo nas mudas de cana-de açúcar.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as pesquisas feitas nesse trabalho de graduação, pode-se mostrar sobre as inovações que vem sendo investida no cultivo e desenvolvimento do plantio e na própria cana-de-açúcar.

Um dos maiores saltos em tecnologia foi investir no plantio de cana mecanizado, tendo assim um salto muito grande em rapidez no plantio. Outra forma de melhorar o cultivo da cultura foi implementar o sistema de meiosi, onde se pode alternar culturas para melhoria do solo além de deixar o plantio totalmente voltado ao campo, sem necessidades de transportes de mudas de cana. Mudas essas que estão cada vez mais sendo implementadas tecnologias, que servem para aumentar a produtividade e a qualidades do canavial, as mudas MPB foi inovação muito significativa para esses atributos.

#### 5 REFERÊNCIAS

AFONSO, P. F. N. Avaliação econômica de sistemas de plantio de cana-de-açúcar na região de Jaú-SP. 2017. Tese. (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu. Botucatu-SP, 2017.

AGROP. Produzindo Resultados. Plantio MPB. 2020. Disponível em: <http://www.agrop.com.br/plantio-mpb/>. Acesso em 09 set. 2020.

AOKI, J. S. Meiosi. Departamento Agrícola. Monte Aprazível, São Paulo. 2017.

AUGUSTO, A. L. P.; LUSVARGHI, P. D. M.; DOS SANTOS, R. T. Análise comparativa de processos utilizados no cultivo da cana-de-açúcar: estudo de caso. Centro Universitário Salesiano. Lins-SP. 2017.

BARBOSA, B. DA S.; VALENTINI, C. M. A.; DE FARIA, R. A. P. G. Manejo socioambiental da cana-de-açúcar e produção de rapadura na comunidade de Varginha, em Santo Antônio de Leverger, MT, Brasil. Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, set. 2016.

CÂMARA, G. M. DE S. Cana-de-açúcar: Estratégias de plantio. 2014. Disponível em: [http://socicana.com.br/2.0/wp-content/uploads/2%C2%AA-Rodada-Giro-Socicana-APOSTILA-Cana-Plantio-Prof.-Gil-Camara-V4\\_COMPLETA.pdf](http://socicana.com.br/2.0/wp-content/uploads/2%C2%AA-Rodada-Giro-Socicana-APOSTILA-Cana-Plantio-Prof.-Gil-Camara-V4_COMPLETA.pdf). Acesso em: 08 set. 2020.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA (CTC). 2015. Disponível em <http://www.ctcanavieira.com.br/etanol2g.html>. Acesso em: 23 mar. 2019.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H.M.C.; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J.C.; BURNQUIST, W.L.; CRESTE, S.; DI CIERO, L.; FERRO, J.A.; FIGUEIRA, A.V.O.; FILGUEIRAS, T.S.; GROSSI-DE-SÁ, M.F.; GUZZO, E.C.; HOFFMANN, H.P.; LANDELL, M.G.A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F.C.; ROMANO, E.; SILVA, W.J.; SILVA FILHO, M.C.; ULINA, E.C. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. *Tropical Plant Biology*, California, v. 4, n. 1, p. 62-89, mar. 2011.

CARVALHO, Tatiane Barreto de. Eficiência de uso da água no cultivo de cana-de-açúcar, 1ª folha, em diferentes épocas de plantio. 2016. Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar. Brasília-DF, dez. 2017.

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. N. Cadeia produtiva da cana de açúcar: do campo a indústria, analisando aspectos ambientais. 2015.

DURIGAN, Alessandra. Sistema integrado meiosi e MPB: A hora é agora!. 2019. Disponível em: <https://www.canaoeste.com.br/artigos/sistema-integrado-meiosi-e-mpb-a-hora-e-agora/>. Acesso em: 07 nov. 2020.

EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Épocas de Plantio e Demanda de Irrigação da Cana-de-Açúcar na Região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste. 2016. 1. ed. Aracajú - SE. 2016.

FERNADES, Pedro Gonçalves. Formas de plantio de mudas de cana-de-açúcar no sistema meiosi. 2009. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Rio de Janeiro, 2009.

FONTANETTI, C. S.; BUENO, O, C. Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica. UNESP, Instituto de Biociências, campus de Rio Claro. Canal 6 Editora, v. 1, p. 13-10, 2017.

JUNIOR, Ismael Perina. Mpb e meiosi. 2014. Disponível em: <http://cardiologia.juntamedica.med.br/revista/detalhes/7-mpb-e-meiosi/>. Acesso em 05 nov. 2020.

LANDELL, M. G. A. Et al. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Campinas: IAC, 2012. (Documentos, 109).

LANDELL, Marcos Guimarães de Andrade et al. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas: Documento 109. 2. ed. Campinas: IAC, 2013. 16 p.

LOURENÇO, L. C. A última oportunidade para os biocombustíveis no Brasil. 2017. Disponível em: <https://ambienteterritoriosociedade-ics.org/2017/03/15/a-ultima-oportunidade-para-os-biocombustiveis-no-brasil/>. Acesso em 08 set. 2020.

MEDINA, J. M. Cana-de-açúcar: a cultura que potencializou o Brasil!. 2020. Disponível em: <https://agropos.com.br/cana-de-acucar/>. Acesso em 22 set. 2020.

NASCIMENTO FILHO, A. H. Manejo da adubação orgânica da cana de açúcar. TCC. Agronomia. Universidade Federal da Paraíba-UFPB. Areia-PB, Fev. 2015.

OLIVEIRA, Cliene de. Plantio mecanizado de cana-de-açúcar: aspectos operacionais e econômicos. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba – SP. 2012.

RIPOLI, Tomaz Caetano Cannavam; RIPOLI, Marco Lorenzo Cunali. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. 2. ed. Piracicaba: Barros e Marques, 2009. 333 p.

SANT’ANNA, A. C.; GRANCO, G.; BERGTOLD, J. S.; XIA, M. M. C. T.; MAIS, P.; LINK, T.; LORENZANI, W. Proálcool 40 anos: os desafios da expansão da cana-de-açúcar: a percepção de produtores e arrendatários de terras em goiás e mato grosso do sul. Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016, v.4, p.114.

SILVA, THOMAZ PENTEADO CYRINO TEIXEIRA DA. Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar por subirrigação. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2017.

TEIXEIRA, E. B. **Plantio de cana-de-açúcar**. Grupo UNIALCO. 2016, p. 11.

TEODORO, I.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; BRITO, K. S.; SÁ, L. A.; SANTOS, M. A. L.; SARMENTO, P. L. V. S. Isoquantas de produtividade da cana-de-açúcar em função de níveis de irrigação e adubação nitrogenada. Irriga, v.18, p.387-401, 2013.

TESTA, Fernanda. Plantio de muda de cana pré-brotada eleva produtividade em 20%, diz IAC. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2015/03/plantio-de-muda-de-cana-pre-brotada-eleva-produtividade-em-20-diz-iac.html>. Acesso em 09 set. 2020.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ÚNICA). Setor Sucroenergético. 2015. Disponível em: [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br). Acesso em: 04 abr. 2019.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ÚNICA). [Unica] Números finais da safra de cana-de-açúcar 2019/20 [atualizado]. 2020. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/cana/safra/unica-numeros-finais-safra-cana-de-acucar-2019-20-140420>. Acesso em: 05 nov. 2020.

XAVIER, Mauro Alexandre et al. Fatores de Desuniformidade e Kit de Pré-Brotação IAC para Sistema de Multiplicação de Cana-de-açúcar – Mudanças Pré-Brotadas (MPB): Documentos IAC nº113. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 22 p.