



CAIO PEREIRA MOTA

**USO DE PARAFINA NO ENCAPSULAMENTO DE
MINI TOLETES DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**LAVRAS – MG
2020**

CAIO PEREIRA MOTA

**USO DE PARAFINA NO ENCAPSULAMENTO DE MINITOLETES DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel
Orientador

Msc. Jefferson Henrique Santos Silva
Coorientador

**LAVRAS – MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar minhas escolhas e colocar pessoas em meu caminho que me ajudaram a chegar até aqui.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Sirley e Celso, por sempre me apoiarem e me incentivar, sendo meus exemplos de vida.

Ao Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel por todos os ensinamentos ao longo do curso, pela oportunidade, incentivo e confiança.

Ao Msc. Jefferson Henrique Santos Silva, por toda a orientação e dedicação ao me auxiliar durante todo o período de pesquisa.

A todos da República Chumbo Quente, minha família em Lavras, por todo o companheirismo e pelos bons momentos vividos ao longo desses 5 anos.

A todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para o meu crescimento tanto pessoal quanto acadêmico.

RESUMO

A cana-de-açúcar é tradicionalmente propagada através dos colmos, e requer grande quantidade para o plantio. Diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas visando aprimorar esse sistema tradicional, como o uso de mudas pré-brotadas e sementes sintéticas, de forma a diminuir a quantidade de material vegetal e gerar melhores rendimentos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de brotação dos minitoletes encapsulados na parafina submetidos ao armazenamento. A condução do experimento foi realizada no laboratório de Grandes Culturas do departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. Os colmos de cana-de-açúcar foram selecionados e, os minitoletes seccionados com aproximadamente 2,9 cm de altura. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, sendo três imersões (0, 1 e 2 vezes); e 4 tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 dias após o encapsulamento). Totalizando 12 tratamentos, contendo 17 repetições/tratamento, sendo 1 minitolete/repetição. Após o período de armazenamento de cada tratamento, os minitoletes foram novamente pesados e, posteriormente semeados em bandejas contendo substrato e vermiculita, revestida por uma lona preta, e levadas para casa de vegetação. Avaliou-se a perda de umidade em gramas pelos minitoletes durante o período de armazenamento, a porcentagem de brotação e o índice de velocidade de emergência. Foi observado que o encapsulamento inibe a emergência das mudas, entretanto, controla a perda de umidade tornando-as viáveis por um período maior. Os minitoletes imersos 1x em parafina apresentaram uma menor porcentagem de emergência que as imersas 2x, porém conservaram-se por mais tempo. O material com 2 imersões foi o que apresentou melhor taxa de brotação ao armazenamento por um período mais curto.

Palavras-chave: *Saccharum* spp, Armazenamento, Brotação.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1	Importância da cana-de-açúcar.....	2
2.2	Métodos de propagação e estabelecimento dos canaviais	3
2.3	Tecnologias da produção de mudas	5
2.3.1	MPB – Sistema de mudas pré-brotadas.....	5
2.3.2	PLENE - Plantio em minitoletes ou toletes pré-ativados.....	6
2.4	Encapsulamento (Parafina)	7
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1	Material vegetal.....	9
3.2	Encapsulamento dos minitoletes e armazenamento.....	9
3.3	Características avaliadas.....	10
3.4	Análise estatística.....	11
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5.	CONCLUSÃO.....	18
6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	19

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar tem importante papel para a economia mundial, com significado econômico especial para o Brasil, que não apenas é o maior produtor de cana-de-açúcar, como um dos líderes em produção de açúcar e etanol. Dessa forma, o país possui reconhecimento mundial pela eficiência no setor sucroalcooleiro e grandes expectativas de expansão na produção (RODRIGUES et al., 2006).

O método para propagação comercial de cana-de-açúcar usa os colmos ou fragmentos de colmos para o plantio, técnica que pouco mudou desde o início do cultivo da cultura no Brasil. O desenvolvimento de novas técnicas como a produção de mudas pré-brotadas e a tentativa de buscar uma espécie de semente sintética viável visa melhorar o sistema clássico de propagação de cana-de-açúcar e proporcionar rendimentos ao setor canavieiro e ao desenvolvimento da cultura.

Enquanto que no sistema convencional se tem menos controle com relação a sanidade do material e gasta-se maiores quantidades no momento do plantio, essas novas técnicas tem como finalidade aprimorar o método de propagação, conseguindo plantas mais sadias à um custo melhor criando cada vez mais alternativas para melhores produtividades.

Os usos de um material vegetal menor, como os minitoletes, embora propiciem um grande rendimento ao produtor e as indústrias, podem apresentar alguns problemas principalmente com relação a reserva disponível por um material tão reduzido, especialmente quando exposto a condições adversas. Aliado a isso, é necessário se ter um conhecimento do comportamento desse material com o tempo, para viabilidade de armazenamento e processos de logística.

Nesse contexto, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito do encapsulamento de minitoletes de cana-de-açúcar com parafina em tempos de armazenamento diferentes no pré-plantio. Tais estudos buscando cápsulas adequadas ao material vegetal de cana tornam-se cada vez mais promissores, visto que é uma técnica que pode revolucionar todo um sistema de plantio, sendo extremamente benéfico ao setor sucroenergético.

2. RERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar foi o primeiro vegetal utilizado pelo homem para a extração do açúcar e não se sabe ao certo seu centro de origem, mas presume-se que esta gramínea surgiu na Índia e Sul da China. Foi introduzida ao Brasil por volta de 1530 e sempre teve importância destacada na economia do país, como matéria prima na fabricação de açúcar, rapadura, cachaça e álcool. Seus resíduos são aproveitados como ração, adubo, na fabricação de papel e ainda fornecendo energia através da queima (CRUZ, 2004).

A cana-de-açúcar pertencente à família Poaceae (Gramineae) e ao gênero *Saccharum*, é uma planta monocotiledônea, perene, com caule cilíndrico, folhas alternas, inflorescência do tipo espiguetas e fruto cariopse com uma semente (SOUZA, 2012). Seus atuais cultivares são híbridos interespecíficos, sendo que nas constituições genéticas participam as espécies *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. robustum* e *S. edule* (GUPTA et al., 2010). As características varietais definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciados pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas (MAGRO et al., 2011).

O Brasil é o maior produtor desta cultura no mundo. Sua produção segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), foi de 642.717,8 mil toneladas de cana colhidas da safra 2019/2020 em uma área de 8.442,0 mil hectares conseguindo uma produtividade média de 76.133 Kg/ha. Índia e China também ocupam posição de destaque no cenário, e agregadas ao Brasil correspondem a dois terços da produção mundial. A Índia, segunda colocada, tem uma produção de 376.900 mil toneladas de cana colhidas em uma área de 4.730 mil hectares e produtividade média de 79.682 Kg/ha. Já a China, terceira colocada, apresenta uma produção de 108.718 mil toneladas de cana em 1.414 mil hectares com produtividade média de 76.834 Kg/ha (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2018).

Dentro do cenário nacional, o estado de São Paulo é o que mais se destaca, com uma área de 4.250,6 mil hectares, produção de 342.614,3 mil toneladas de cana colhidas e produtividade média de 79.636 Kg/ha. O estado de São Paulo é seguido em produção pelos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná, fazendo com que estes 5 estados em conjunto correspondam a quase 90% da produção nacional (CONAB, 2020).

Dentre todos os produtos derivados da cana de açúcar, os de maior impacto são o açúcar e o etanol. Em relação à safra 2019/2020, o país conseguiu uma produção de 29.795,7 mil toneladas de açúcar e 29,3 bilhões de litros de etanol, sendo líder na fabricação desses dois produtos oriundos dessa planta. (CONAB, 2020).

Com a crescente preocupação da população mundial no que diz respeito às condições ambientais, o uso de cana-de-açúcar como matéria-prima para obtenção de etanol vem ganhando cada vez mais importância no cenário ao longo dos anos. Ele tem como vantagem sobre os combustíveis fósseis o fato de ser renovável e mais limpo, em termos de emissões atmosféricas (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG, 2012). Além disso, o setor sucroenergético tem uma importância preponderante na geração de empregos, visto o aumento de postos de trabalho criados. De acordo com os dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), o setor gerou mais de 57 mil vagas de emprego no ano de 2017.

2.2 Métodos de propagação e estabelecimento dos canaviais

O florescimento da cana-de-açúcar é um processo natural da cultura, porém do ponto de vista da produção, isso se caracteriza como uma desvantagem, uma vez que o florescimento paralisa o crescimento vegetativo do colmo com evidente perda do rendimento de açúcar, haja visto que a planta inicia a translocação de assimilados para a formação da folha bandeira, a qual protegerá a inflorescência, que também recebe assimilados. Após o florescimento pleno a cultura entra em senescência, permitindo novas brotações, o que impacta negativamente no açúcar total recuperável (ATR), uma vez que a planta também precisa translocar assimilados para os novos brotos (CHABREGAS, 2010).

Todo o processo de florescimento é controlado por um complexo de fatores, envolvendo, principalmente, o fotoperíodo, a temperatura, a umidade e a radiação solar (CASTRO, 2001), além da maturidade da planta e da fertilidade do solo (FARIAS et al., 1987). A interação entre esses fatores pode aumentar, manter ou prevenir a transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para reprodutivo (DUNKELMAN & BLANCHARD, 1974). Dessa forma, o processo de produção de sementes torna-se inviável e é apenas utilizada a fins de melhoramento genético.

Na plantação comercial, a propagação é assexuada, feita mediante o uso do colmo cortado em pedaços de aproximadamente trinta centímetros, sendo o chamado sistema convencional. O desenvolvimento do sistema radicular inicia-se logo depois do plantio. As gemas, localizadas na base do nódulo, são meristemas embrionários laterais e se mantêm

inativas durante a dominância apical, devido à produção de auxinas. Em condições favoráveis, estas gemas começam o seu desenvolvimento. Isso ocorre durante quase um mês depois da brotação. A planta jovem vive através das reservas presentes no colmo da planta e com uso parcial de água e nutrientes supridos pelas primeiras raízes, cada gema podendo formar um colmo principal de uma touceira (MAGRO et al., 2011).

Os principais problemas relacionados ao sistema convencional estão ligados a desinfecção das gemas, oxidação do material vegetal, e a baixa quantidade de plantas obtidas por gema (VASQUÉZ-MOLINA et al., 2005), o que requer uma grande quantidade de colmos para garantir um alto estande e consequente produtividade. Além disso, essa grande quantidade de material dificulta processos de transporte e armazenamento, causando a rápida deterioração das gemas, reduzindo sua viabilidade e posterior emergência (JAIN et al., 2010).

Na cultura da cana-de-açúcar há menos estádios fenológicos do que em outras culturas, devido principalmente ao seu teor de sacarose armazenado nos colmos. A brotação é o primeiro estágio da cana-de-açúcar. Desta forma, o broto se desenvolve a partir do rompimento das folhas lignificadas da gema e sai pelos poros germinativos desenvolvendo-se em direção à superfície do solo, sendo que logo em seguida, começam a aparecer as primeiras raízes denominadas de raízes de fixação (RIPOLI et al., 2007). No caso de rebrota, logo após se efetuar a colheita dos colmos, tem início a brotação da soqueira, e um novo processo de perfilhamento é estabelecido (SILVA et al., 2004).

A brotação é um processo biológico, que como todos os outros, consome energia. Essa energia é originária da degradação de substâncias de reserva do colmo, através do processo de respiração, isto é, moléculas de O₂ são necessárias para “queimar” essas substâncias. Num período de cerca de 60 dias, as reservas dos toletes são fundamentais para a evolução do processo de brotação, reduzindo essa dependência à medida que o sistema radicular se desenvolve, aumentando a superfície ativa de absorção de água e nutrientes do solo (MAGRO et al., 2011).

Esse processo inicial constitui fase importante, pois uma boa brotação reflete um bom começo, que trará à área cultivada plantas vigorosas, que resultarão, no final do ciclo, em colheita compensadora (SILVA et al., 2004). A boa capacidade de brotação é uma característica desejável nas variedades, principalmente quando essa fase envolve épocas com condições ambientais desfavoráveis (CASAGRANDE, 1991).

Muitos são os fatores que podem influenciar a brotação da cana, sendo eles, fatores ambientais (temperatura e umidade), genéticos e fisiológicos (variedade, idade, tamanho e sanidade das gemas) e fitotécnicos (práticas agrícolas realizadas no campo) (SERAFIM et al.,

2012). A brotação da soqueira, além dos fatores citados anteriormente, também pode ser influenciada pelas práticas de colheita, como no caso da colheita mecanizada, em que o corte basal pode causar sérios danos às soqueiras, além da palhada deixada no campo após a colheita mecanizada que proporciona um microclima diferenciado no solo.

2.3 Tecnologias na produção de mudas

Existem diversas técnicas e cada vez mais tecnologias na cultura da cana-de-açúcar buscando aprimorar e tornar mais eficiente o uso da planta visto toda a sua importância no setor agrícola. Essas técnicas têm como finalidade economizar áreas, diminuir custos com relação a defensivos (já que a busca é por mudas saudáveis), diminuir custos em relação a combustíveis (diminuindo a quantidade de vezes em que a máquina passa em cada área), diminuir a compactação do solo e obter cada vez mais melhores produtividades. Entre essas tecnologias pode-se citar duas que vem ganhando grande destaque: Mudas Pré Brotadas (MPB) e Plene™.

2.3.1 MPB – Sistema de mudas pré-brotadas

No sistema convencional utilizava-se de 15 a 21 gemas por metro, e em termos de volume, se traduzia em 11 a 14 t/ha. Com o plantio mecanizado as falhas se tornaram mais frequentes, aumentando o volume de colmos plantados, sendo assim passaram a plantar em torno de 20 t/ha, um gasto excessivo de colmos que poderiam ser destinados à indústria. Já no uso de mudas pré-brotadas o consumo de colmos é reduzido para 0,5 a 1t/ha (LANDELL et al., 2013).

Tal sistema leva ao campo mudas oriundas do corte do colmo, conhecido como minitoletes, que possuem em média três centímetros de comprimento, e onde está localizada a gema, responsável pela brotação. O sistema de multiplicação desenvolvido pelo Programa Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com mudas pré-brotadas (MPB) e outros modelos similares que apresentam os mesmos princípios significam oportunidade de estabelecer um novo conceito, ou seja, realizar o plantio para formação de viveiros a partir de uma plântula desenvolvida em condições de controle, semelhante ao que ocorre com outras culturas de amplo cultivo comercial (XAVIER et al., 2014). Segundo Landell et al. (2013), são necessárias seis etapas para o desenvolvimento do MPB: corte do minitolete, tratamento químico, brotação, individualização ou repicagem, aclimação fase 1 e aclimação fase 2. Essas etapas são realizadas em um período estimado de 60 dias e podem ser estratificadas em dois subgrupos: pré-brotação e aclimação.

Outra tecnologia que é alavancada pelas mudas de cana-de-açúcar é a de produção de máquinas transplantadoras, que transplantam as mudas pré-brotadas para o campo. Já é possível encontrar equipamentos de diferentes portes e sistemas, com transplântio manual e autônomo. Diversas empresas prometem investimentos não somente no fornecimento de mudas, mas também na etapa de transplântio, fornecendo tecnologia avançada no material vegetal, plantio e em técnicas de pré-colheita (PAIVA, 2013).

Além de conseguir aproveitar melhor a área de plantio, a utilização de MPBs também apresenta um melhor aproveitamento do colmo da cana-de-açúcar e um estande homogêneo e livre de doenças e pragas no estabelecimento da cultura. Porém, o plantio em larga escala ainda enfrenta dificuldades, como a falta de biofábricas para suprir o mercado, mão de obra especializada para produzir e transplantar as mudas, e transporte dos viveiros às áreas de plantio. Também há a necessidade de analisar melhor a relação custo benefício. Mesmo assim, é uma tecnologia promissora com ótimas perspectivas ao longo dos próximos anos.

2.3.2 PLENE- Plantio em minitoletes ou toletes pré-ativados

O uso de minitoletes no plantio da cana-de-açúcar advém da tecnologia desenvolvida pela empresa Syngenta®, denominada tecnologia Plene®, que tem por objetivo fornecer gemas tratadas industrialmente para viabilizar o sistema de cultivo mínimo e plantio direto nesta cultura, baratear a operação de plantio, além de obter plantas mais vigorosas e com melhor controle de pragas e doenças (BARBOSA, 2013).

É uma nova forma de plantio de cana-de-açúcar que simplifica e agiliza a fase inicial da plantação, proporcionando maior qualidade e benefício em todo o processo produtivo da cultura (SYNGENTA, 2012).

Pontes (2012) cita que ao contrário da tecnologia utilizada na maioria dos mais de oito milhões de hectares destinados à cultura de cana-de-açúcar no Brasil, a tecnologia de minitoletes possui caule de apenas quatro centímetros contendo apenas uma gema, tratado contra doenças e pragas, e reduz em cerca de 80% a quantidade de toletes necessários para o plantio. Afirma ainda que bastam apenas duas toneladas de colmo por hectare usando essa tecnologia, enquanto no plantio convencional, o colmo mede 40 centímetros e são necessárias pelo menos 12 toneladas por hectare.

Segundo Cruz (2009) os custos de produção com o PLENE™, para o cliente são 15% menores do que o plantio manual, o qual tem um custo de US\$2.250,00 por hectare e o mecanizado um custo de US\$2.100,00 por hectare. Com o PLENE™ a distância de plantio

entre as mudas e o tempo de crescimento da planta é o mesmo das plantas convencionais, porém, a abertura de sulcos na terra durante o plantio é menor, havendo a redução de etapas no processo de preparação do solo e com isso é reduzido a perda de umidade.

Embora essa nova tecnologia possa gerar plantas mais saudáveis, livres de pragas e doenças, economizar tempo e uso de defensivos e combustíveis, é um método que gera mão de obra mais especializada e que demanda cursos e treinamentos para que se consiga um resultado de excelência.

2.4 Encapsulamento (Parafina)

A parafina foi desenvolvida pelo químico alemão Carl Reichenbach, sendo um produto derivado do petróleo. Essa substância é formada por hidrocarbonetos saturados (carbono e hidrogênio), só é solúvel em éter, dietil-éter, benzeno e alguns ésteres, possuindo coloração branca e não apresentando odor (FRANCISCO, 2015).

Sua utilização é muito comum na produção de velas. Ela também serve como matéria-prima na fabricação de giz de cera, embalagens de proteção, cosméticos, tintas e combustíveis. (FRANCISCO, 2015).

Nos últimos anos, estudos vêm sendo realizados utilizando a parafina e tipos de ceras vegetais visando principalmente a conservação de frutos por um período mais longo para facilitar processos como o de exportação. Aroucha (2012), descreve que o revestimento de frutos de coco com parafina confere melhor aparência e menor perda de massa aos frutos por um período maior de tempo.

Segundo Jacomino (2003), a película de cera, quando aplicada a superfície de um vegetal, apresenta diferentes taxas de permeabilidade ao O₂, CO₂ e ao vapor d'água em função das propriedades da matéria prima, de sua concentração e da espessura da película.

Bianchi (2017), estudou o encapsulamento do mirtilo com dois materiais diferentes: a gema arábica (obtida através de árvores de Acácia) e o concentrado proteico de soro do leite. Foi constatado que a fruta quando submetida ao encapsulamento se mostrou mais eficiente na manutenção de suas propriedades funcionais e características morfológicas. Ainda pesquisando uma alternativa visando maior tempo de prateleira dos frutos, Minarelli et al. (2014) constatou que o morango sob encapsulamento de extrato aquoso de própolis pode proporcionar uma menor perda de massa e taxa de respiração reduzida com o armazenamento.

Visando a cana-de-açúcar, cada vez mais busca-se o encapsulamento da cultura de forma a promover melhores rendimentos e mais facilidade no manejo. Além disso busca-se associar diferentes componentes de forma a agregar e aprimorar mais esse modelo. Silva

(2017), associou o encapsulamento (utilizou-se alginato de sódio) de minitoletes de cana-de-açúcar com promotores de crescimento (ácido indolbutírico), buscando uma maior conservação do material com desenvolvimento rápido.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Para a realização deste trabalho foram coletados colmos de cana-de-açúcar com 10 meses de idade, da variedade RB867515, oriundas do Banco ativo de germoplasma da estação experimental da Universidade Federal de Lavras - UFLA, localizada no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária - Fazenda Muquém, no município de Lavras, em Minas Gerais, Brasil.

Os colmos utilizados para a extração dos minitoletes foram oriundos apenas da região mediana, segmentados transversalmente com auxílio de uma guilhotina e selecionados quanto à aparência, estágio de maturação, ausência de danos físicos, livres de doenças ou pragas, padronizados com altura e diâmetro em torno de 2,8 e 1,9cm, respectivamente.

Em seguida, os minitoletes foram lavados para retirada das impurezas com detergente comercial em água corrente e, na sequência, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante dez minutos e, posteriormente submetidos a uma tríplice lavagem para a retirada do excesso da solução.

3.2 Encapsulamento dos minitoletes e armazenamento

A condução do experimento foi realizada no laboratório de Grandes Culturas do departamento de Agricultura – UFLA.

Os minitoletes foram submetidos ao ensaio de imersão na parafina para o encapsulamento e tempos de armazenamento, com delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, sendo três imersões [0, 1 e 2 vezes (x)]; e 4 tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 dias após o encapsulamento). Totalizando 12 tratamentos, contendo 17 repetições/tratamento, sendo 1 minitolete/repetição. Para o encapsulamento dos minitoletes a parafina foi submetida a fusão em uma chapa aquecida a 60°C (Figura 1A), e em seguida os minitoletes foram submersos.

Após isso, eles foram pesados e, posteriormente acondicionados em saco de papel kraft pardo (Figura 1B) e armazenados em câmara fria com temperatura em torno de 2 °C. Após o período de armazenamento de cada tratamento, os minitoletes foram novamente pesados e, posteriormente semeados em bandejas contendo substrato e vermiculita na proporção 1:1 (v/v) (Figura 1C), em seguida, as bandejas foram revestidas por uma lona preta visando uma maior uniformidade das condições ambientais e levadas para casa de vegetação (Figura 1D).



3.3 Características avaliadas

Foram avaliados a perda de umidade em gramas pelos minitoletes durante o período de armazenamento, a porcentagem (%) de brotação e o índice de velocidade de emergência.

Para a obtenção do índice de velocidade de emergência (IVE) foram feitas avaliações diariamente a partir do primeiro dia de implantação e encerrada no trigésimo dia. Foram consideradas como brotadas as gemas que emergiram acima do nível do substrato. O IVE foi calculado de acordo com MAGUIRE (1962):

$$IVE = \frac{n_1}{D_1} + \frac{n_2}{D_2} + \frac{n_3}{D_3} + \frac{n_4}{D_4} + \dots + \frac{n_n}{D_n}$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a sementeira em que foi realizada a contagem.

3.4 Análise estatística

Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F com o software Sisvar e quando significativos, as médias foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e aplicou-se regressão polinomial para tempos de armazenamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao aspecto visual dos minitoletes, como observado na figura 2, o material que não foi encapsulado (0X) apresentou sinais de ressecamento logo aos 7 dias de armazenamento. O material imerso uma vez em parafina (1X) apresentou rachaduras visíveis na superfície da cápsula a partir do 14º dia enquanto o que foi imerso duas vezes (2X) apresentou as rachaduras a partir do 21º dia (Figura 2).

O encapsulamento com parafina pode proteger os minitoletes do ambiente externo e fazer com que as trocas gasosas ocorram de forma mais lenta, causando primeiramente uma degradação na cápsula e não na gema. Já esse ressecamento ocorrido no material não encapsulado causa danos as gemas em um tempo mais rápido, podendo afetar a germinação e operações como transporte e logística.

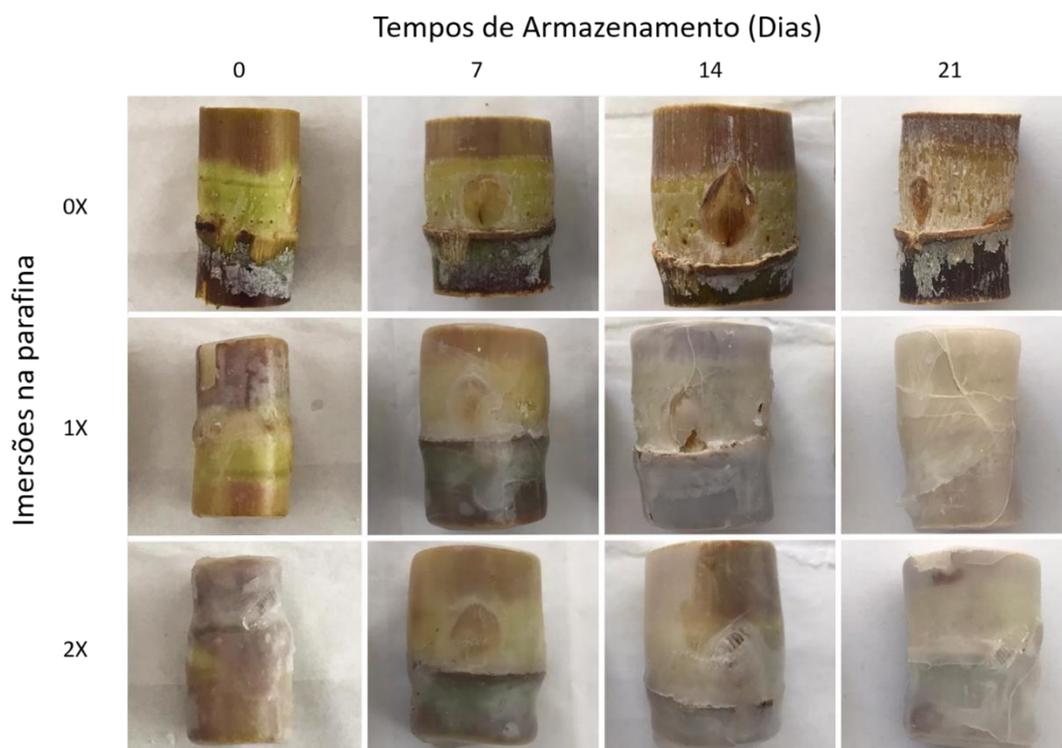


Figura 2 - Aspecto visual dos minitoletes de cana-de-açúcar encapsulados por diferentes imersões na parafina sob diferentes tempos de armazenamento. Lavras, MG

Houve diferenças estatísticas para todas as características analisadas entre os minitoletes, imersos diferentes vezes na parafina para o encapsulamento. É possível visualizar que o fator perda de umidade se comporta de uma maneira isolada, enquanto que a % de brotação e o índice de velocidade de emergência tem uma ligação direta entre si, mostrando que um fator está intimamente ligado ao outro (Tabela 1). Em relação aos

tratamentos, observa-se que cada um tem sua maior média de brotação e velocidade de emergência em tempos diferentes, havendo diferença significativa entre eles (Tabela 1).

Para os resultados estatísticos de perda de umidade (Tabela 1), verificou-se que os minitoletes que não foram encapsulados diferem estatisticamente dos materiais que foram, com maior perda de umidade (g) em todos os tempos de armazenamento, corroborando a hipótese de que a parafina protege os minitoletes do ambiente externo e torna o processo de respiração mais lento. O material uma vez imerso em parafina (1X) difere estatisticamente do que foi imerso duas vezes (2X) no 7° e 14° dia, com maior perda de umidade, enquanto que no 21° dia os resultados tornam-se análogos (Tabela 1).

A preservação da umidade mantida pelo encapsulamento gera boas condições para iniciar os processos bioquímicos que propiciam a divisão, diferenciação e crescimento celular, que é favorecido pela maior disponibilidade de reservas nutricionais e levam ao crescimento da planta. Para mudas de cana-de-açúcar deve-se ter em média uma umidade de 85 % (XAVIER et al., 2014).

Tabela 1 - Perda de umidade (g), brotação (%) e índice de velocidade de emergência de minitoletes de cana-de-açúcar submetidos ao encapsulamento por diferentes imersões na parafina. Lavras, MG.

	Tempos de Armazenamento (Dias)			
	0	7	14	21
Parafina	Perda de Umidade (g)			
0x	0,00aD	0,644aC	1,826aB	2,855aA
1x	0,00aD	0,220bC	0,737bB	1,305bA
2x	0,00aC	0,053cC	0,460cB	1,284bA
CV%	6,85			
	% de Brotação			
0x	86,66aA	60,00bB	20,0cC	0,00bD
1x	20,00bB	53,33cA	53,33aA	6,66aC
2x	0,00cC	73,33aA	40,00bB	0,00bC
CV%	4,28			
	Índice de Velocidade de Emergência			
0x	1,79aA	1,02bB	0,06cC	0,00bC
1x	0,27bC	0,99cA	0,51aB	0,06aD
2x	0,00cC	1,45aA	0,46bB	0,00bC
CV%	14,94			

Medias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A respeito dos resultados para % de brotação e índice de velocidade de emergência (Tabela 1), verificou-se que nos tratamentos sem armazenamento, os minitoletes não encapsulados obtiveram a maior taxa de germinação e maior índice de velocidade de emergência no tempo 0, provavelmente devido ao não impedimento mecânico que pode ser causado pela cápsula de parafina. A partir dos 7 dias de armazenamento, esses minitoletes já apresentam uma queda nos dois fatores apresentados devido a sua maior perda de umidade (Tabela 1).

O material imerso 1x em parafina difere estatisticamente do que foi imerso 2x em todos os tempos nos dois fatores (Tabela 1). No tempo 0 o material imerso 1x obteve maior brotação e de forma mais rápida, comparativamente ao imerso 2x, provavelmente por apresentar uma camada mais fina de cápsula. Com 7 dias o material imerso 2x obteve uma alta taxa de brotação e velocidade de emergência respondendo bem ao armazenamento (Tabela 1).

Os minitoletes imersos 1x, mesmo perdendo mais umidade que os imersos 2x, apresentam uma taxa de brotação constante mais longa (Tabela 1). Tal fato pode ser explicado devido a sua camada mais fina e as rachaduras expostas mais cedo, ocasionando uma maior taxa de respiração do material. Já nos minitoletes imersos 2x a perda gradativa da viabilidade durante o armazenamento pode ser explicada pela sua camada mais espessa, que promove maior dificuldade na respiração e ocasiona um processo de fermentação das reservas nutricionais.

Em trabalho realizado com encapsulamento de minitoletes de cana com alginato de sódio em diferentes concentrações, conferiu que as cápsulas de menores concentrações apresentam menor resistência mecânica a brotação enquanto que as de maiores concentrações obtiveram menor taxa de germinação em uma velocidade também mais lenta (SILVA, 2017).

Pela análise dos gráficos de regressão, constata-se que houve interação significativa entre os dias de armazenamento e as diferentes imersões na parafina para as características avaliadas: redução de umidade, brotação e índice de velocidade de emergência (Figura 3). A variável redução de umidade pode ser explicada por equações lineares para ambas imersões na parafina (Figura 3.A). A umidade dos minitoletes reduziu à medida que os dias no tempo de armazenamento foram aumentando.

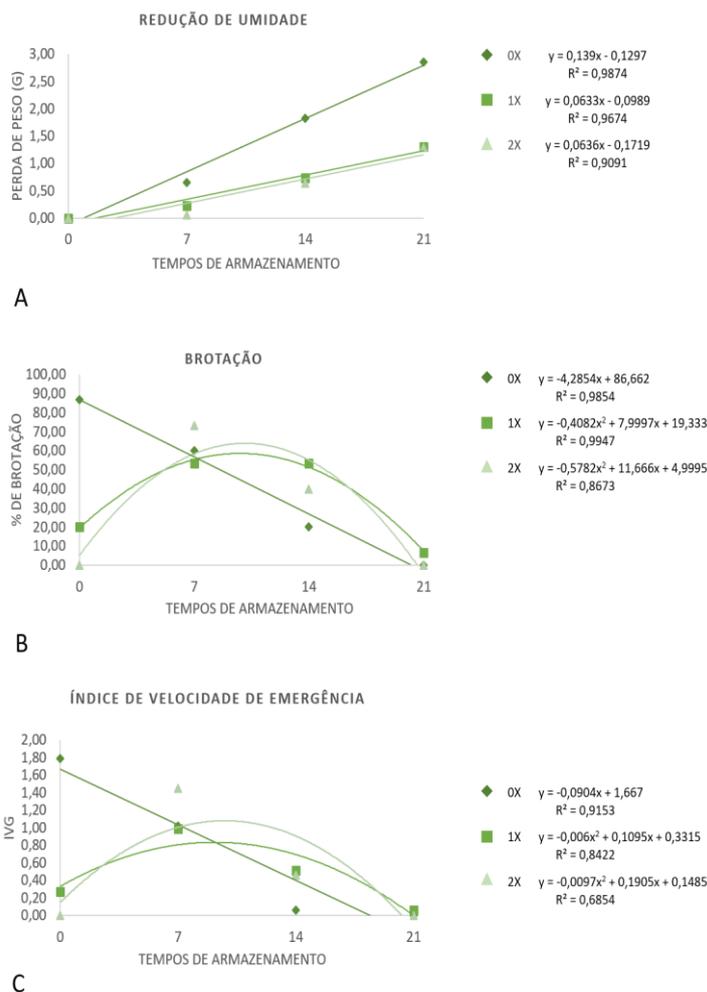


Figura 3 - Análise de regressão para Redução de Umidade (A), Brotação (B) e Índice de velocidade de emergência (C) de minitoletes de cana-de-açúcar encapsulados por diferentes imersões na parafina em função de diferentes tempos de armazenamento. Lavras, MG.

Na variável brotação, os minitoletes que não foram imersos na parafina (0X), o resultado pode ser explicado por uma equação linear negativa, à medida que aumentaram os dias no tempo de armazenamento reduziu a porcentagem de germinação (Figura 3.B). Já para os minitoletes imersos uma e duas vezes na parafina (1x e 2x), a porcentagem de germinação pode ser explicada por uma equação quadrática com o ponto máximo aos 5 e 8 dias armazenados com 61,28 e 78,01% de germinação, respectivamente (Figura 3.B).

Para a variável índice de velocidade de emergência, os minitoletes que não foram imersos na parafina (0X), o resultado pode ser explicado por uma equação linear negativa, à medida que aumentaram os dias no tempo de armazenamento reduziu a porcentagem de velocidade de emergência (Figura 3.C). Já para os minitoletes imersos uma e duas vezes na parafina (1x e 2x), o índice de velocidade de emergência pode ser explicado por uma

equação quadrática com o ponto máximo aos 8,57 e 5,9 dias armazenados com 1,15 e 1,16 % de velocidade de emergência, respectivamente (Figura 3.C).

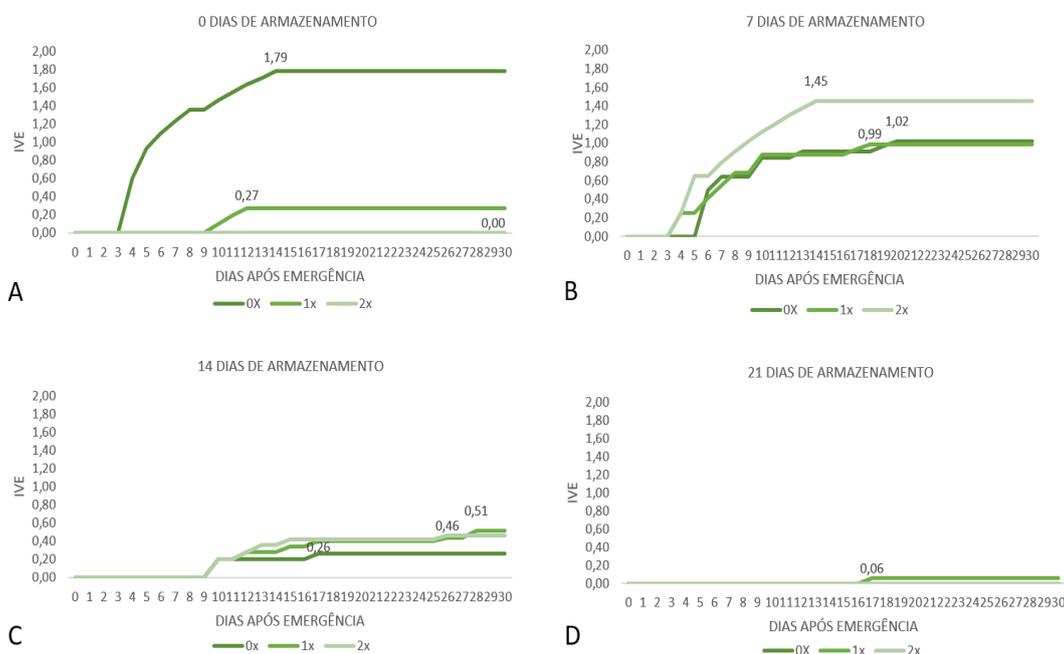


Figura 4 - Porcentagem de índice de velocidade de emergência após o plantio dos minitoletes de cana-de-açúcar encapsulados por diferentes imersões na parafina, e submetidos a diferentes tempos de armazenamento a 0 dias (A), 7 dias (B), 14 dias (C) e 21 dias (D). Lavras, MG.

Pela análise dos gráficos correlacionando o índice de velocidade de emergência com os dias de armazenamento (Figura 4), se obtêm uma visão clara da barreira mecânica imposta pelo encapsulamento à brotação. Na avaliação em tempo 0 (Gráfico 2.A), se observa que o índice de velocidade emergência do material sem imersão em parafina (0X) é predominante sobre o material com uma imersão (1X), enquanto o valor do material imersos duas vezes (2X) é nulo.

Com 7 dias de armazenamento (Gráfico 2.B), o material imerso duas vezes (2X), tem destaque sobre os demais, porém, com 14 dias (Gráfico 2.C), apresenta uma grande queda se tornando inferior ao material imerso uma vez (1X) (Figura 4). Nesse momento, o material sem encapsulamento já apresenta um índice quase nulo (Figura 4).

Com 21 dias (Gráfico 1.D), apenas o material com uma imersão (1X) apresenta valores ainda disponíveis de velocidade de emergência e mesmo que pouco expressivos, evidenciam que esse tratamento respondeu melhor ao armazenamento em maior período que o com duas imersões (2X) (Figura 4).

5. CONCLUSÃO

Os minitoletes que não foram encapsulados não apresentam viabilidade para armazenamento. O material encapsulado imerso 1x em parafina, embora tenha uma viabilidade de armazenamento maior que os outros tratamentos, perde muita umidade e tem baixa porcentagem de brotação. Já o material imerso 2x em parafina é o único que apresenta uma boa taxa de brotação quando armazenado, sendo que a melhor taxa seria com 8 dias.

6. REFERÊNCIAS

- AROUCHA, M.; MARIA, E.; QUEIROZ, F. Qualidade pós-colheita do coco anão verde submetido ao recobrimento com parafina, durante armazenamento refrigerado. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 6, núm. 2, 2006, p. 42-49.
- BARBOSA, V.F.A.M. Sistemas de plantio. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2013. p.27-48.
- BIANCHI, A.P. **Avaliação do potencial antioxidante de extratos encapsulados de mirtilo**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2017. p.55-76.
- CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia de cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP. 1991. 157 p.
- CASTRO, P.R.C. **Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar**. Maceió, 2001. 7 p.
- CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte, 2012. 369 p.
- CHABREGAS, S. M. Melhoria molecular da cana-de-açúcar CTC para eficiência fisiológica. In: CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; ROSSETTO, R.; SORATTO, R.P. **Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: FEPAF - Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2010. 111 p.
- CONAB, 2020. **Boletim de cana-de-açúcar**. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>>. Acesso em: 03/08/20.
- CRUZ, H. L. L. Produtor de cana-de-açúcar. **Instituto centro de ensino tecnológico**. Edições Demócrito Rocha, Ministério da Ciência e Tecnologia. Fortaleza, 2004. 64p.
- CRUZ, P. **Syngenta produzirá mudas de cana no país**. 2009. Disponível em:<http://servicos.syngenta.com.br/plene/pdfs/2009_07_syngentaInvesteCana.pdf>. Acesso em: 05/08/20
- DUNKELMAN, P.H.; BLANCHARD, M.A. **Controlled photoperiodism in basic sugarcane breeding**. Congress of the International Society of Sugar Cane, v.4, 1974 p. 80-85.
- FAO, 2010. **Produção mundial de cana-de-açúcar**. Disponível em:<<https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/cana-de-acucar/producao-mundial-de-cana>>. Acesso em: 03/08/20.
- FARIAS, S.O. et al. **Controle de florescimento em cana-de-açúcar através do corte no período de indução floral**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., 1987, Olinda, PE. **Anais...** Olinda: STAB, 1987. p.718-721.
- FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **"Parafina"**; Brasil Escola. Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/parafina.htm>>. Acesso em 11/08/20.

GUPTA, V.; RAGHUVANSHI, S.; GUPTA, A.; SAINI, N.; GAUR, A.; KHAN, M.N.; GUPTA, R.S.; SINGH, J.; DUTTAMAJUMDER, S.K.; SUMAN, A.; KHURANA, J.P.; KAPUR, R.; TYAGI, A.K. The water-deficit stress- and red-rot-related genes in sugarcane. **Functional Integrative Genomics**, New Delhi, v.10, n.2, 2010. p.207-214.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, 2003.

JAIN, R.; SOLOMON, S.; SHRIVASTAVA, A.K.; CHANDRA, A. **Sugarcane bud chips: A promising seed material**. Sugar Tech, New Delhi. v. 12, n. 1, 2010 p. 67-69.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I.A. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Instituto Agrônomo. Campinas, 2013. 16 p.

MAGRO, F. J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P. E.; TAKAMATSU, S.Y.. **Biometria em cana-de-açúcar**. Universidade de São Paulo escola superior de agricultura Luiz de Queiroz. lpv0684- produção de cana-de-açúcar, Piracicaba, 2011.

MINARELLI, H.; DAIUTO, P.; REGINA, E.; VIETES, L.; Pós colheita de frutos de Morangueiro submetidos a aplicação de Hidroxietilcelulose e Própolis aquoso. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. Hermosillo, México. vol. 15, núm. 1, 2014. p. 69-76.

PAIVA, L. **Estrangeiros ficam impressionados com as canas gigantes do IAC**. Universoagro. 2013. Disponível em:<<http://www.canaoeste.com.br/conteudo/estrangeirosficam- impressionados-com-as-canas-gigantes-do-iac>> Acesso em: 04/08/20.

PONTES, A. O canavial do futuro. **Revista Dinheiro Rural**. 2011. Disponível em:<<http://revistadinheirorural.terra.com.br/secao/agrotecnologia/o-canavial-do-futuro>> Acesso em: 05/08/20

RIPOLI, T. C. C; RIPOLI, M. L. C; CASAGRANDI. D V; IDE. B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar**, estado da arte. 2. ed. rev. e ampl. Piracicaba, 2007.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana de açúcar no Brasil**. Porto Alegre, Brazil: Amigos da Terra Brasil, 2006.

SERAFIM, L.G.F. STOLF, R.; SILVA, J. R.; SILVA, L. C. F.; MANIERO, M. A. **Influência do plantio mecanizado no índice de brotação da cana-de-açúcar**. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 10., 2012, Londrina. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CLIA/CONBEA, 41., 2012, Londrina. **Anais...** Londrina, [S.n.], 2012. p. 1- 4. CD-ROM.

SILVA, C. J. **Tecnologias para produção de mudas de cana-de-açúcar**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2017. p. 45-47.

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

SOUZA, V. C. ; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**, baseado em APG III. 3. , SP:Instituto Plantarum. Editora Nova Odessa, 2012.

Syngenta do Brasil. **Tecnologia PLENE**. Disponível em:<<http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/Plene/Pages/Tecnologiaplene.aspx>>. Acesso em: 05/08/20.

VÁZQUEZ-MOLINA, D.E.; SANTOS, A.L.; GUZMÁN, K.A.L.; MUÑIZ, O.S.; MÉNDEZ, M.V.; ROSALES, R.R.; LLAVEN, M.A.O.; DENDOOVEN, L.; GUTIÉRREZ-MICELI, F.A.; 2005. Sugar cane buds as an efficient explant for plantlet regeneration. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 49, 2005. p. 481-485.

XAVIER, M. A.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; MENDONÇA, J. R. **Fatores de desuniformidade e kit de pré-brotação IAC para sistema de multiplicação de cana-de-açúcar mudas pré-brotadas (MPB)**. Instituto Agrônômico. Campinas, 2014. 22 p.