



ANA CLARA SALUM DIAS

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO E
IMPLANTAÇÃO DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR**

LAVRAS – MG

2021

ANA CLARA

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MUDAS DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

**TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE PRODUCTION AND
IMPLEMENTATION OF SUGARCANE SEEDLINGS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Agronomia, para obtenção do
título de bacharel.

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel

Orientador

LAVRAS – MG

2021

ANA CLARA

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE MUDAS DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para obtenção do título de bacharel.

APROVADO EM

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel

Orientador

LAVRAS – MG

2021

RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura com potencial agrônômico para produção de biocombustíveis e alimentos. A propagação é tradicionalmente feita através dos colmos e requer grande quantidade para o plantio. Já as mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é um sistema de multiplicação oriundo de gemas individualizadas visando a diminuição de colmos utilizados no plantio e possibilita aumentar a uniformidade nas linhas de plantio, reduzir o número de falhas e diminuir o risco de difusão de pragas e doenças. A técnica do encapsulamento visa aumentar a viabilidade e resistência desses propágulos as condições adversas do ambiente. Com isso, há a necessidade de estudos que visem a otimização do sistema de produção de mudas de cana-de-açúcar tendo em vista as tecnologias que podem ser utilizadas para aumentar a produtividade deste sistema de plantio. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o armazenamento de mudas pré-brotadas (MPB's) de cana-de-açúcar submetidas ao encapsulamento com parafina. O experimento foi realizado no laboratório de Grandes Culturas do Departamento de Agricultura pertencente a Universidade Federal de Lavras. A região radicular das MPB's contendo as gemas subterrânea encapsuladas foram submetidos ao ensaio com em esquema fatorial 3x4, sendo três temperaturas (15, 20 e 25°C) e quatro tempos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias), totalizando 12 tratamentos, e nove repetições, sendo 1 MPB/repetição. Foram avaliados a perda de umidade, em gramas, das MPBs durante o período de armazenamento, a porcentagem (%) de brotação e o índice de velocidade de emergência. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos, as médias foram comparados pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade pelo programa estatístico Sisvar. Foi possível concluir que as mudas armazenadas no período de 14 a 21 dias apresentaram maiores índices de redução de peso, enquanto as mudas armazenadas entre 7 e 14 dias obtiveram maiores índices de brotação e IVE. Em relação á temperatura, observou-se que a armazenagem á 25°C favoreceu maior IVE e alta brotação com 7 dias de armazenamento, mas uma redução considerável após 14 dias e brotação nula para MPB's armazenadas nessa temperatura por 28 dias. Em contrapartida, mudas armazenadas a 15°C e 20°C apresentaram redução de peso semelhante e menores índices de IVE em comparação ao armazenamento a 25°C, porém, apresentaram bons índices de brotação a 7 e 14 dias de armazenamento, sendo a armazenagem a 20°C tendo a porcentagem de brotação mais alta a 28 dias. O armazenamento de 14 dias á 20°C demonstrou maior eficácia de performance de mudas em comparação aos demais.

Palavras-chaves: *Saccharum* spp. Propagação. Revestimento. Armazenamento.

ABSTRACT

Sugarcane is a crop with agronomic potential for the production of biofuels and food. Propagation is traditionally done through the stalks and requires large quantities for planting. The pre-sprouted seedlings (MPB) of sugarcane, on the other hand, are a multiplication system derived from individualized buds, aiming at reducing the number of stalks used in planting and making it possible to increase uniformity in the planting lines, reduce the number of failures and reduce the risk of spreading pests and diseases. The encapsulation technique aims to increase the viability and resistance of these propagules to adverse environmental conditions. Thus, there is a need for studies aimed at optimizing the sugarcane seedling production system in view of the technologies that can be used to increase the productivity of this planting system. Thus, the objective of this study was to evaluate the storage of pre-sprouted seedlings (MPB's) of sugarcane submitted to encapsulation with paraffin. The experiment was carried out in the laboratory of Great Cultures of the Department of Agriculture belonging to the Federal University of Lavras. The root region of the MPB's containing the encapsulated underground buds were tested in a 3x4 factorial scheme, with three temperatures (15, 20 and 25°C) and four storage times (7, 14, 21 and 28 days), totaling 12 treatments, and nine repetitions, being 1 mini-tolete/repetition. The moisture loss, in grams, of the mini-stubs during the storage period, the sprouting percentage (%) and the emergence speed index were evaluated. The values obtained were submitted to analysis of variance by the F test and when significant, the means were compared by the Tukey test at 5% probability by the Sisvar statistical program. It was possible to conclude that seedlings stored between 14 and 21 days had higher rates of weight reduction, while seedlings stored between 7 and 14 days had higher rates of budding and IVE. Regarding temperature, it was observed that storage at 25°C favored higher IVE and high sprouting after 7 days of storage, but a considerable reduction after 14 days and zero sprouting for MPB's stored at this temperature for 28 days. In contrast, seedlings stored at 15°C and 20°C showed similar weight reduction and lower IVE indices compared to storage at 25°C, however, they presented good sprouting rates at 7 and 14 days of storage, with storage at 20°C having the percentage of highest budding at 28 days. Storage for 14 days at 20°C showed greater efficiency of seedling performance compared to the others.

Keywords: *Saccharum* sp. Propagation. Coating. Storage.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. Histórico e importância da cana de açúcar	8
2.2. Descrição morfofisiológica da cana-de-açúcar	10
2.3. Produção de mudas de cana de açúcar	12
2.4. Encapsulamento de propágulos vegetais	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Condução do experimento.....	15
3.2. Características avaliadas.....	16
3.3. Análise estatística.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar foi introduzida no período colonial, representa uma importante fonte de mão de obra no meio rural e ao longo do tempo se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira. Apesar de ser cultivada em mais de 100 países, cerca de 80% da produção do planeta está concentrada em dez países, sendo o Brasil o maior produtor (Conab, 2021). Além disso, o país é também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol e conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética.

A importância da cana-de-açúcar está na sua ampla utilidade, pois além de açúcar refinado e etanol, ela pode ser empregada na alimentação animal ou como matéria prima para a fabricação de produtos agroindustriais e artesanais como rapadura, melaço, melado, açúcar mascavo e cachaça. Seus resíduos também têm grande importância econômica, pois a vinhaça pode ser utilizada como adubo nitrogenado e o bagaço queimado, para geração de energia. (COUTO, 2013).

A produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2020/21, é de 654.527,8 mil toneladas, um aumento de 1,8% em relação a 2019/20. A área colhida na mesma temporada foi de 8.616,1 mil hectares, um acréscimo de 2,1% em área produtiva (CONAB,2021).

O custo de implantação de um canavial representa em torno de 35 a 45% de todos os gastos operacionais durante todo o ciclo de produção (NORONHA, 2018). Sendo assim, o plantio de Mudas Pré-Brotadas (MPB) tem ganhado força no cenário nacional, como alternativa para a redução dos custos considerando os custos de implantação e manutenção do canavial; a propagação por meio de MPB é a evolução de um método alternativo (LANDELL et al., 2013). A produção de cana-de-açúcar tem sido crescente devido a maior inclusão da propagação por MPB em unidades produtoras, uma vez que o processo é considerado fácil e rápido (AFFERI et al., 2005).

Noronha (2018) informa que o sistema desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Capinas (IAC), em 2012, estima a redução de 80% na quantidade de mudas necessárias para o plantio por hectare. A redução no custo representa grande estímulo para a produção de uma cultura bastante versátil como a cana-de-açúcar, que além de proporcionar a produção do açúcar, também possui potencial para redução dos gases causadores do efeito estufa, produção de biocombustíveis e geração de energia por meio da sua biomassa (DUVAL et al., 2013). A produção de MPB tem como principal objetivo a produção rápida de mudas e maiores produtividades, sanidade, rastreabilidade genética, vigor e uniformidade de plantio (ELIA, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a performance agrônômica de

mudas de mudas pré-brotadas (MPB's) de cana-de-açúcar sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento, submetidas ao encapsulamento com parafina.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Histórico e importância da cana de açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é originária do Sudeste Asiático, especificamente da região da Nova Guiné e Indonésia (MOZAMBANI et al., 2006; JAMES, 2004), sendo até 1980 classificada taxonomicamente como pertencente à família das gramíneas, o que foi

ajustado por Cronquist (1981) como pertencente à família Poaceae. No Brasil, é um híbrido das espécies *Saccharum officinarum*; *Saccharum barberi*; *Saccharum robustum*; *Saccharum spontaneum*; *Saccharum sinensis*; *Saccharum edule*. A *Saccharum officinarum* é utilizada como base para o melhoramento genético no país, devido à capacidade de acumular altos níveis de sacarose no colmo; entretanto, possui baixa resistência a doenças. Normalmente, a espécie *Saccharum spontaneum* é utilizada como repositório de genes de resistência, vigor, perfilhamento e capacidade de rebrota para as novas variedades (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008).

Com o início do melhoramento genético da cana-de-açúcar no final do século XIX e início do século XX, o Brasil passou a importar rotineiramente variedades de outros países, mais produtivas e com maiores teores de sacarose. Entretanto, neste período, o controle fitossanitário e o quarentenário não eram realizados. Conseqüentemente, os canaviais brasileiros foram acometidos por muitos problemas relacionados à infestação de pragas e doenças como foi o caso do mosaico e do carvão. Com a crise do início do século XX, os produtores e governantes foram obrigados a criar centros experimentais e instituições de pesquisa na área de cana-de-açúcar, para o melhoramento genético e controle fitossanitário, de acordo com as necessidades locais (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

A produção de cana-de-açúcar no Brasil ganhou destaque em meados da década de 1970, quando o governo criou o programa Proálcool, em 1975. Este visava ao incentivo a qualquer insumo capaz de substituir o petróleo, numa tentativa de minimizar a dependência externa aos combustíveis fósseis e ao elevado preço do barril na época (SZMRECSÁNYI; MOREIRA, 1991). A partir daí a produção de etanol proveniente da cana-de-açúcar aumentou significativamente, passando de 600 milhões de litros em 1975 para 3,4 bilhões de litros em 1976 (BORGES et al., 1988). Após quatro décadas da criação dos programas de incentivo à produção de etanol, o Brasil ocupa o primeiro lugar no mercado mundial de produção de cana-de-açúcar, com 50% da produção mundial (NEVES et al., 2009).

A produção de cana-de-açúcar no Brasil tem aumentado desde o início do século XXI com a implantação da cultura em novos locais, impulsionada principalmente pelo consumo de etanol no mercado interno (MARIN et al., 2011). Para a safra 2013/14, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, expandiu-se em 3,7% em relação à 2012/13, num acréscimo de 314 mil hectares especialmente na região centro-sul. A área cultivada em 2013 totalizou 8.799.150 ha no país e São Paulo continua sendo o maior produtor com 51,3% do total cultivado, alcançando 331 milhões de toneladas safra 2012/2013 para 363 milhões de toneladas na safra 2013/14 (CONAB, 2014).

O programa de incentivo à produção de etanol ganhou destaque entre os países emergentes como modelo de energia renovável e, conseqüentemente, aumentou o interesse de investimentos internos e externos na sua produção (GOLDEMBERG, 2007). Dentre os principais destinos das exportações brasileiras de etanol em 2020 estão a Coreia do Sul (258,24 mi/L), Estados Unidos (77,23 mi/L), China (55,04 mi/L), Países Baixos (37,48 mi/L) e Japão (19,4 mi/L) (UDOP, 2021). No caso do açúcar, o Brasil ocupa mais de 40% do mercado internacional (UDOP,2021). A demanda externa tem impulsionado sua expansão, devido ao crescimento da população mundial e ao aumento do consumo em países em desenvolvimento, particularmente na Ásia, em face ao crescimento da renda per capita e o processo de êxodo rural nesses países. Mais recentemente, a quebra de safra em países produtores, representou incentivo adicional para o produto no mercado externo, afetando o mercado interno de etanol.

2.2. Descrição morfofisiológica da cana-de-açúcar

Uma abordagem para descrição do ciclo fenológico da cana-de-açúcar foi proposta por Bezuidenhout et al. (2003), com a divisão do ciclo em 5 fases: fase de pré-germinação, fase de pré-emergência, fase de emergência dos perfilhos primários, fase de emergência dos perfilhos secundários e fase de senescência de perfilhos. Tal trabalho teve foco na fase de perfilhamento e mais detalhes sobre essa abordagem serão fornecidos mais adiante. Esta abordagem, vale destacar, é a mais indicada para representar a cultura da cana-de-açúcar.

Sua propagação se dá geralmente utilizando frações dos colmos adultos (toletes), contendo pelo menos uma gema viável. Neste caso, a germinação consiste no desenvolvimento de órgãos já presentes de modo embrionário na gema, como os primórdios foliares e de raízes. Ao longo da circunferência do nó do tolete, há também primórdios radiculares que originam um conjunto de raízes que oferecem sustentação física e suplementam a plântula com água e nutrientes até que esta possa adequadamente suprir-se por suas próprias raízes.

Sob condições normais, a dominância apical impede que as gemas laterais de um colmo vivo germinem, dando origem a novas brotações. É também bem sabido que a ação hormonal responde pela ocorrência da dominância apical de modo que quando a gema apical é afetada como resultado de uma injúria (por exemplo após a ocorrência de geadas ou o ataque de brocas ou o florescimento) e esse mecanismo de dominância é quebrado, esse bloqueio deixa de existir, havendo estímulo para a brotação lateral do colmo (MARIN et al., 2014).

A temperatura do ar controla a germinação ao regular as reações bioquímicas que ocorrem na semente ou na gema. Verret (1927) encontrou que a germinação de tolete de cana ocorre numa faixa de temperatura entre 19°C e 43 °C, sendo uma faixa ótima entre 32 e 37°C.

De modo geral, ambientes mais quentes encurtam o período compreendido entre a germinação e a emergência da cultura, o que pode resultar em maior produtividade uma vez que o ciclo produtivo da cultura se torna mais longo e com maior potencial de acúmulo de biomassa. Além do regime térmico, esta fase também depende da umidade do solo e do ar, aeração e temperatura do solo, da sanidade e das reservas energéticas dos toletes utilizados no processo de propagação vegetativa (PARANHOS, 1987).

A fase de estabelecimento da cultura envolve a formação das raízes e a emissão de folhas, assegurando a sobrevivência das plantas a partir da produção das suas próprias reservas. Nesta fase, um evento de importância é o perfilhamento, que constitui um processo de formação de novos brotos originários de uma mesma planta, a partir da parte subterrânea da planta (toletes ou colmos anteriormente formados), com intensidade variável em função da espécie, variedade e manejo (Suguitani, 2006). Van Dillewijn (1952) aponta a temperatura do ar como uma variável determinante do processo fisiológico do perfilhamento, sendo este favorecido na faixa dos 30°C, destacando a importância da época de plantio como fator determinante para a formação de população adequada de plantas.

A fase de emergência dos perfilhos primários é considerada como a fase inicial do perfilhamento. Nesta, observa-se taxa de emergência constante dos perfilhos primários e a necessidade de 17°C (temperatura base 9°C) (BEIZUIDENHOUT et al., 2003). Esse período termal tem conceito análogo ao do filocrono, representando o intervalo de tempo térmico para a emergência de dois perfilhos. No Brasil, existem poucos estudos sobre essa característica das variedades brasileiras e as poucas tentativas de modelagem da cana-de-açúcar ainda se valem de conhecimento produzido sobre as variedades australianas e sul-africanas (MARIN; JONES, 2012).

No final da fase de perfilhamento, os colmos mais desenvolvidos que continuaram crescendo em altura e aumentando em diâmetro, têm seu desenvolvimento acelerado, pois já não competem com os perfilhos mais jovens, que tendem a ser eliminados em decorrência da competição por radiação solar (INMAN-BAMBER, 1994). Na fase de estabelecimento, o desenvolvimento inicial vigoroso e o perfilhamento intenso são importantes também sob o ponto de vista do manejo da cultura, pois o fechamento precoce do dossel é indicativo da formação de uma população de plantas adequada, garantindo alta eficiência na absorção da energia solar e o controle das plantas daninhas, que não dispõem, nesta condição, de níveis mínimos de radiação para sua manutenção.

2.3. Produção de mudas de cana de açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta perene e o seu replantio é feito de três a seis safras, e, é necessário para evitar perdas de produtividade devido a compactação do solo pelo tráfego de veículos durante cultivo. Também para reduzir o acúmulo de patógenos e melhorar a fertilidade do solo (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). Este processo de replantio é denominado de reforma do canavial. O uso de leguminosas nas áreas de reforma é adotado para viabilizar fixação de nitrogênio atmosférico e reduzir o custo com fertilizantes nitrogenados, o que melhora a fertilidade do solo (PEOPLES et al., 2009; PARK et al., 2010).

O plantio comercial da cana-de-açúcar é feito a partir da propagação assexuada, onde utiliza-se colmos cortados em pedaços de trinta a quarenta centímetros, o desenvolvimento do sistema radicular inicia-se logo após o plantio (MAGRO et al., 2011). De acordo com (GARCIA, 2008), o plantio mecanizado é mais rentável no ponto de vista operacional, em que a demanda de mão-de-obra é menor, porém esse sistema causa maiores danos às gemas acarretando o aumento de falhas no canavial e consequente redução de produtividade e aumento do custo de produção.

O método intercalar rotacional ocorrendo simultaneamente, também conhecido por MEIOSI, consiste em um sistema de rotação de culturas para produção de mudas de cana-de-açúcar com alta qualidade. Ocorre o plantio de cana-de-açúcar em três linhas que irão fornecer mudas para dez linhas adjacentes. Durante o tempo em que a cana-de-açúcar das três linhas se desenvolve as demais linhas adjacentes devem ser preenchidas com culturas anuais ou adubos verdes buscando otimizar custos de produção. A principal vantagem deste método está no vigor das mudas, na eliminação do transporte, na redução dos riscos de erosão e redução de custos (EIRAS; COELHO, 2012).

No sistema de plantio convencional da cana-de-açúcar, são utilizados cerca de 18 a 20 toneladas de toletes por hectare, já no Sistema de Mudanças Pré-brotadas (MPB), o consumo de mudas é de 2 t ha⁻¹ (GOMES, 2013). O Programa Cana IAC tem desenvolvido métodos para diminuir o volume de mudas necessário para multiplicação de novas tecnologias varietais, com a finalidade de incorporação de ganhos produtivos. O sistema de MPB, proporciona a redução na quantidade de mudas e melhor controle na qualidade e vigor, resultando em canaviais de bom padrão clonal e maior homogeneidade (LANDELL et al., 2012).

A tecnologia de produção de Mudanças Pré-brotadas de cana-de-açúcar surgiu da necessidade de entrega de um material livre de pragas e doenças, como a disseminação do *Sphenophorus Levis* (bicudo da cana-de-açúcar), importante praga para a cana (NOVA CANA, 2010).

De acordo com Landell et al. (2012), para que se inicie uma produção de MPB de cana-de-açúcar, deve-se utilizar colmos produzidos a partir de viveiros básicos com idade fisiológica de 6 (seis) a 10 (dez) meses, previamente submetidos aos manejos e protocolo de qualidade, como procedimentos de roging e amostras para diagnósticos de doenças. Segue-se uma sequência de 6 (seis) estágios para esse processo: o primeiro estágio é a retirada dos colmos, corte e preparo dos minirrebolos (de 3 a 4 cm de espessura); o segundo é o tratamento das gemas com fungicida; o terceiro é a brotação; o quarto é a individualização ou “repicagem” em tubetes com substrato; o quinto é aclimatização fase I e o sexto é aclimatização fase II.

2.4. Encapsulamento de propágulos vegetais

Em geral, os estudos sobre encapsulamento envolvem o emprego de embriões somáticos como fonte de explantes (Castillo et al., 1998; Ara et al., 1999), havendo poucas pesquisas utilizando outros tipos de explantes como unidades encapsuláveis (GANAPATHI et al., 1992; SANDOVAL; GUERRA, 2002; SONEJI et al., 2002; NASSAR, 2003; GUEDES et al., 2007). Como agente encapsulante, o alginato de sódio tem sido o mais utilizado, devido à sua solubilidade à temperatura ambiente, habilidade de gel permeável com o cloreto de cálcio, boa propriedade gelificante, baixo custo, facilidade de uso e ausência de toxicidade (GUERRA et al., 1999).

Segundo Silva et al., (2017), a ferramenta de encapsulamento está associada inicialmente a produção de sementes sintéticas. Algumas das aplicações das sementes sintéticas são a propagação, conservação e transporte de espécies vegetais de forma a garantir resistência e viabilidade de propágulos vegetativos. Esta técnica vem sendo muito utilizada em frutíferas topicais, plantas ornamentais e hortaliças. E consiste na proteção de um propágulo (embriões somáticos, ápices caulinares, ou gemas axilares) por cápsulas derivadas de compostos artificiais.

Hung (2011) também reafirma que o encapsulamento visa aumentar a viabilidade e resistência do propágulo as condições adversas do ambiente. No caso das sementes sintéticas usadas como propágulos, atualmente o alginato de sódio reticulado com cloreto de cálcio é o produto mais utilizado para a sua formação e a concentração ideal destas substâncias varia de acordo com a espécie em estudo. Em contrapartida, Sharma et al., (2013) destaca que apesar de ser uma tecnologia promissora na propagação de plantas, a sua utilização está limitada ao ambiente *in vitro*, a conservação a curto prazo e a criopreservação.

Entretanto, apesar dos resultados positivos já obtidos com esta tecnologia, há ainda necessidade de inovações e, sobretudo, melhorias quanto à adequação dos tipos e concentrações

dos constituintes a serem introduzidos à matriz de encapsulamento ou endosperma sintético (GUERRA et al., 1999; GUEDES et al., 2007). Vários são os elementos comumente utilizados durante a produção de sementes artificiais, como a parafina, alguns macro e micronutrientes, vitaminas, fungicidas e sacarose (SAIPRASAD, 2001; SANDOVAL GUERRA, 2002; MARTIN, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Condução do experimento

Foram coletadas canas-de-açúcar da variedade RB966928 com 10 meses de idade, pertencentes ao 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. O município de Lavras está situado à latitude de 21°14' S, longitude 45°00' W, altitude de 918 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico.

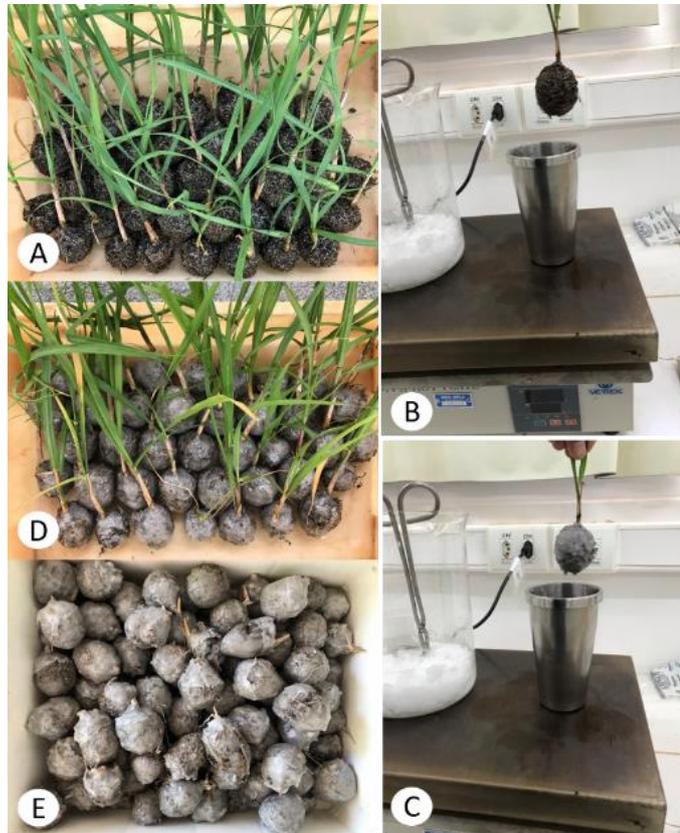
Os colmos de cana-de-açúcar utilizados para a extração dos minitoletes foram oriundos apenas da região mediana, segmentados transversalmente com auxílio de uma guilhotina e selecionados quanto à aparência, estágio de maturação, ausência de danos físicos, livres de doenças ou pragas.

Os minitoletes foram lavados em seguida para a remoção das impurezas com detergente comercial em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante dez minutos e, posteriormente submetidos a um triplice lavagem para a retirada do excesso. Posteriormente, os mesmos foram colocados em tubetes para o seu desenvolvimento, contendo substrato e vermiculita na proporção 2:1 (v/v). O encapsulamento foi realizado após a retirada das plantas com altura média de 0,3 m do tubete juntamente com o sistema radicular envolto do substrato “torrão”. A parafina utilizada para o revestimento dos propágulos foi submetida a fusão em uma chapa aquecida a 60°C, e em seguida a parte subterrânea da cana (raiz + gemas) mergulhada. A parte aérea foi seccionada após o encapsulamento (Figura 1).

A região radicular das MPB's contendo as gemas subterrânea encapsuladas foram submetidos ao ensaio com delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, sendo três temperaturas (15, 20 e 25°C) e quatro tempos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias), totalizando 12 tratamentos, contendo nove repetições/tratamento, sendo 1 MPB/repetição.

Os materiais foram pesados e, posteriormente acondicionados em saco plástico e armazenados em BOD's. Os minitoletes foram pesados novamente, após o período de armazenamento de cada tratamento, sendo extraído a parte aérea e o sistema radicular que se desenvolveram durante o armazenamento e, posteriormente plantados em bandejas contendo areia lavada. As bandejas foram levadas em seguidas para casa de vegetação, a 30°C e 60% de umidade relativa.

Sistema radicular das MPB's envolvidos do substrato (A); imersão do sistema radicular na parafina líquida (B); aspecto visual do sistema radicular encapsulado (C); sistema radicular encapsulado com a parte aérea (D); sistema radicular encapsulado sem a parte aérea (E)



(Figura 1).

3.2. Características avaliadas

Foram avaliados a perda de umidade através da pesagem, em gramas, antes e depois do armazenamento das MPBs, e a porcentagem (%) de brotação e o índice de velocidade de emergência através de fórmulas relacionando as variáveis envolvidas e as condições apresentadas por cada unidade de muda durante o desenvolvimento. Os resultados foram computados para conseqüente comparação.

Para a obtenção do índice de velocidade de emergência (IVE), foram realizadas avaliações diárias 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 metodologia desenvolvida por MAGUIRE (1962): $IVE = [(N1/D1) + (N2/D2) + (N3/D3) + (N4/D4) + (...) + (Nn/Dn)]$, 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.

3.3. Análise estatística

Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos, as médias foram comparados pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o resumo das médias para as variáveis estudadas. Nota-se que foram obtidas boas estimativas de coeficiente de variação. Segundo Resende e Duarte (2007), estes resultados auxiliam na detecção de diferenças significativas quanto aos caracteres avaliados no estudo. De acordo com Pimentel-Gomes (2009), o coeficiente de variação pode ser classificado como baixo, se for menor que 10%, médio, se este oscila entre 10-20%, alto, se estiver entre 20-30% e muito alto, quando é acima de 30%. Portanto, no presente trabalho, os coeficientes de variação apresentaram estimativas inferiores a 20% para os caracteres avaliados, mostrando assim, uma boa precisão na condução do experimento.

Tabela 1. Perda de umidade (g), germinação (%) e índice de velocidade de emergência de minitoletes de cana-de-açúcar submetidos a diferentes temperaturas. Lavras, MG.

	----- Redução de peso (g) -----			
	07	14	21	28
15°C	0,11cD	0,21cC	0,26bB	0,31bA
20°C	0,16bD	0,28bA	0,23bB	0,20cC
25°C	0,37aC	0,70aA	0,72aA	0,66aB
CV%	6,03			
	----- Brotação (%) -----			
	07	14	21	28
15°C	77,7bB	100,0aA	6,6cC	6,6bC
20°C	100,0aA	77,7bB	40,0aC	26,6aD
25°C	100,0aA	55,5cB	13,4bC	0,0cD
CV%	1,75			
	----- IVE -----			
	07	14	21	28
15°C	0,46cB	0,78aA	0,06cC	0,05bC
20°C	0,72bA	0,60bB	0,45aC	0,41aC
25°C	0,85aA	0,62bB	0,18bC	0,00cD
CV%	5,46			

*Média seguida pela mesma letra minúscula na coluna, ou mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

As estimativas de perda de peso das MPBs estão indicadas na tabela 1, podendo ser observado que houve maior redução de peso em tratamentos realizados a 20°C e 25°C, aos 21 e 28 dias de armazenamento. A ocorrência dessa redução de peso está relacionada a redução do nível de reserva da planta, pois segundo Carneiro et al., (1995), afeta a porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência e o crescimento inicial de mudas de cana-de-açúcar. O mesmo autor destaca que no período entre 50 e 60 dias após o plantio ocorre as maiores taxas de exportação de nitrogênio do minitolete para o broto, sendo as reservas orgânicas intensamente degradadas entre 60 e 70 dias após o plantio.

Quanto as estimativas de brotação (Tabela 1), o armazenamento á 25°C favoreceu alta brotação com 7 dias de armazenamento, mas uma redução considerável após 14 dias e brotação nula para MPB's armazenadas nessa temperatura por 28 dias. Xavier et al., (2014) infere que essas condições favorecem a brotação nos 60 dias iniciais, onde os níveis de reserva contido na muda são essenciais para o seu desenvolvimento. Nesse período, por causa da quebra do domínio apical, inicia-se o crescimento e desenvolvimento dos primórdios de raízes presentes no anel de enraizamento e da parte aérea. Por isso, de acordo com Lewandowski (1998), o método de propagação é importante fator para o crescimento e desenvolvimento da cultura no campo, portanto, a escolha do propágulo ideal é fator fundamental para o sucesso da lavoura.

O índice de velocidade de emergência foi também afetado pelo aumento de temperatura e dias de armazenamento, ou seja, houve aumento do IVE com o aumento da temperatura de armazenamento e redução do mesmo com o aumento no período em dias de armazenamento. Foi possível observar que na temperatura de 25°C e armazenamento de 28 dias, o IVE foi nulo, justificando que tal tratamento não deve ser indicado. Pandita et al., (2014) destaca que o IVE mede a emergência média diária das plantas em função dos dias após plantio, sendo uma variável importante para a produção de mudas, identificando os tratamentos que têm a capacidade de romper a barreira do substrato mais rapidamente e iniciar a fotossíntese. Além disso, a menor velocidade de brotação pode originar plantas com tamanho reduzido e com menor chance de competição por nutrientes.

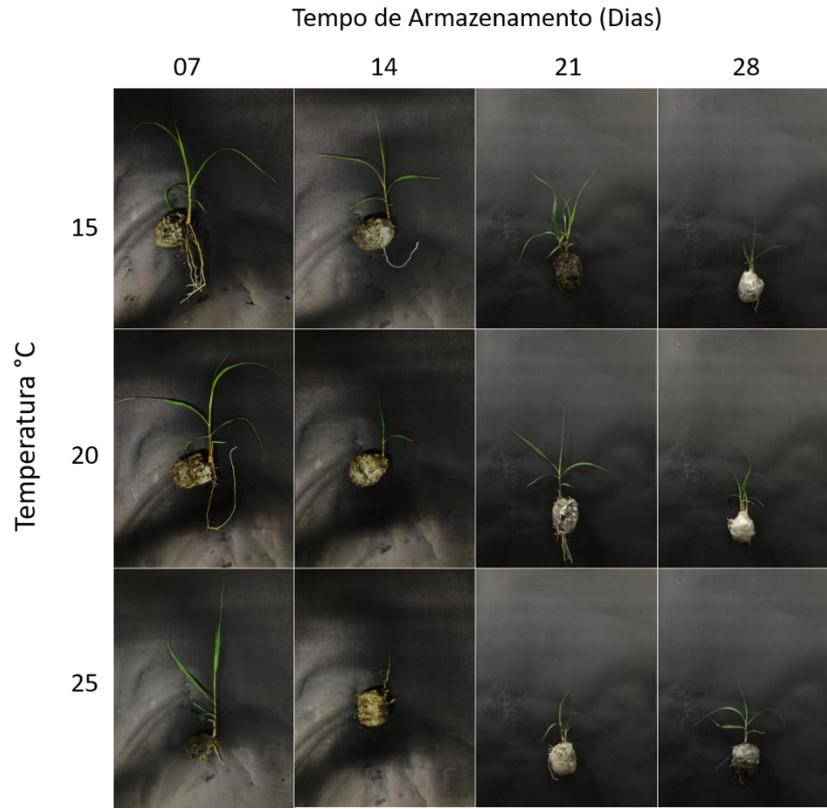
Propágulos de cana-de-açúcar iniciam sua emergência com temperatura e umidade adequadas, tendo como principal fonte de nutrientes suas reservas. A escolha de plantas bem nutridas para o plantio pode garantir maior crescimento inicial das plantas e sucesso produtivo. A utilização de propágulos menores é vantajosa para indústria canavieira, reduzindo o consumo de matéria-prima para o plantio e redireciona para produção de açúcar e álcool. Contudo, segundo Carneiro et al., (1995), a reserva orgânica tem importância no crescimento inicial e no

ciclo de cana-planta, em que o nitrogênio do propágulo é fonte principal deste nutriente, para crescimento de mudas derivadas de gemas individualizadas. Nesse caso, o corte e o tamanho dos propágulos são fundamentais para produção de mudas, ressalta-se a importância de se ter atenção e padronização durante os cortes e seleção para produção de mudas em larga escala.

Os resultados da tabela 1 também são demonstrados na figura 2, os quais destacam menores estimativas de desenvolvimento dos propágulos em condições extremas de temperatura e armazenamento descritos no presente trabalho. Condições ideais de temperatura e umidade iniciam 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. Em resultados obtidos por Xavier et al., (2014), para mudas de cana-de-açúcar a temperatura média ideal para a emergência é de 32 °C e umidade de 85 %. Quanto mais rápida for a emergência de brotos maior será sua capacidade de absorver energia luminosa para manter seu crescimento.

É possível destacar também que o encapsulamento possibilitou uma taxa considerável de emergência. Isto demonstra que o encapsulamento também é viável para o armazenamento a curto prazo de cana-de-açúcar (JAVED et al., 2017), pois mesmo em condições da casa de vegetação ele preservou 59% dos minitoletes, após 59 dias enterrados em substrato. Em resultados publicados por Mannozi et al., (2016), o encapsulamento reduziu a atividade de microrganismos nos propágulos, a respiração e transpiração do material vegetal e por isso, pode ser usado para conservação, e pode possibilitar o transporte de germoplasmas de cana-de-açúcar.

Aspecto visuais do sistema radicular encapsulado de cana-de-açúcar após armazenamento aos 7, 14, 21 e 28 dias sob diferentes temperaturas. Lavras, MG.



(Figura 2.)

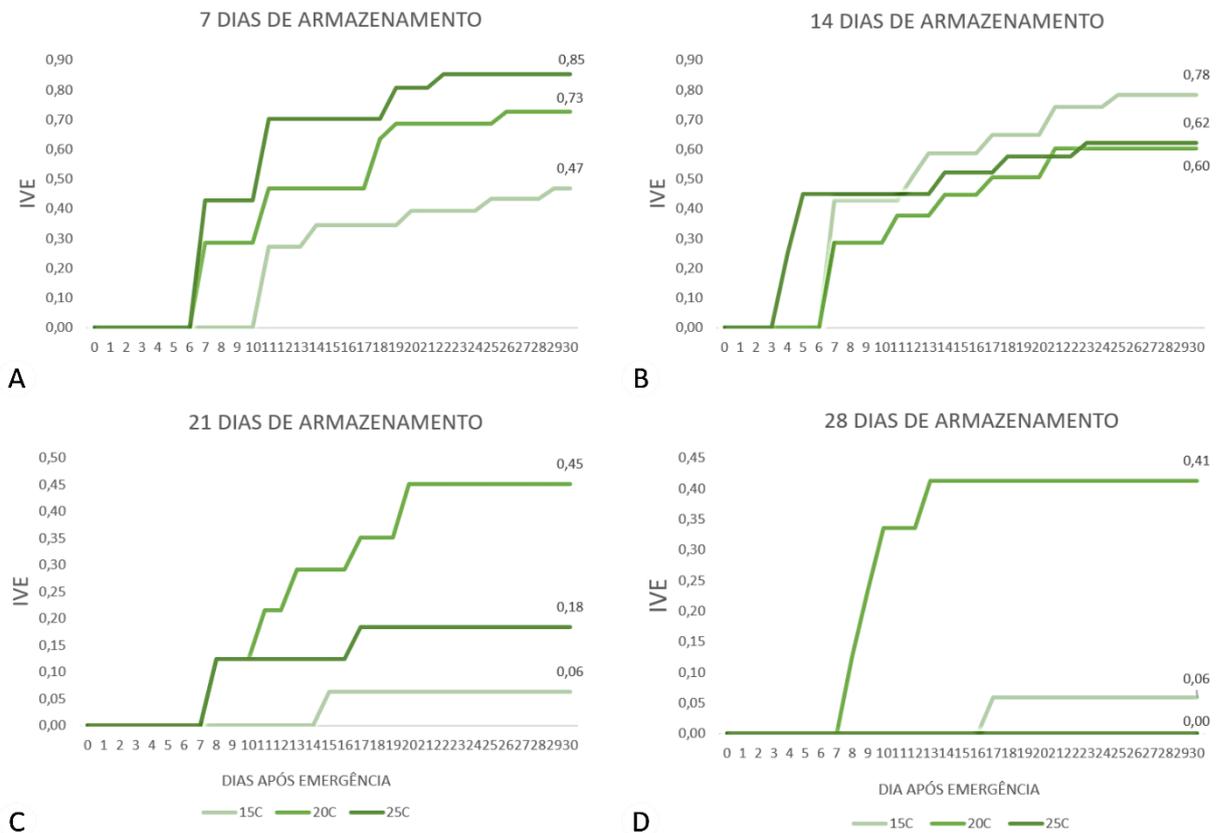
De acordo com a figura 3, é possível reafirmar que houve um efeito gradativo na redução do índice de velocidade de emergência dos minitoletes de cana-de-açúcar em relação aos diferentes períodos de armazenamento. Estes resultados sugerem que o encapsulamento com parafina se manteve eficiente e constante aos 28 dias de armazenamento na temperatura de 20°C, mesmo com a redução do IVE para as outras temperaturas avaliadas. Silva et al., (2017) destaca que o revestimento de propágulos de cana-de-açúcar pode promover a redução no crescimento inicial das plantas, funcionando como barreira para emergência. Segundo Rai et al., (2009) essa técnica de micropropagação é muito utilizada para formação de sementes sintéticas e pode ser utilizada para conservação de propágulos vegetais. Contudo, a aplicação desta técnica em campo ainda é pouco explorada.

Mesmo assim, há relatos na literatura sobre a utilização de outras substâncias no encapsulamento de propágulos vegetais. Gantait et al., (2017) demonstrou que o efeito das concentrações de alginato sobre a emergência de sementes sintéticas de *Rauvolfia serpentina* L. Benth. micropropagadas está associado a rigidez que altas concentrações de alginato de sódio proporcionam as sementes sintéticas. Nesse caso, Muller et al., (2017) explica que a cápsula

formada pelo alginato de sódio pode ter tido o efeito de tegumento impedindo a absorção de água pelo minirrebolo e proporcionando resistência mecânica ao crescimento das raízes e broto.

Figura 3. Porcentagem de índice de velocidade de emergência após o plantio dos minitoletes de cana-de-açúcar armazenados por diferentes temperaturas a 7 dias (A), 14 dias (B), 21 dias (C) e 28 dias (D). Lavras, MG.

Porcentagem de índice de velocidade de emergência após o plantio dos minitoletes de cana-de-açúcar armazenados por diferentes temperaturas a 7 dias (A), 14 dias (B), 21 dias (C) e 28 dias (D). Lavras, MG.



(Figura 3)

Silva et al., (2017) infere que exista uma correlação para uma alta estimativa de IVE com o de massa seca e fresca com o peso da planta e que pode ser explicada pela importância das reservas para o crescimento inicial das plantas, onde propágulos com maior nível de reserva levam a uma maior porcentagem de emergência e IVE. Em estudos divulgados por Gírio et al., (2015) sobre os efeitos da inoculação de microrganismos diazotróficos em minitoletes de cana-de-açúcar com diferentes níveis de reserva demonstraram que maior IVE foi obtido em minitoletes com massa de 4,5 gramas. Estes resultados corroboram com o presente trabalho e demonstram a importância da reserva no desenvolvimento brotos e IVE de mudas de cana.

A não viabilidade do encapsulamento para formação de propágulos de cana-de-açúcar pode ser, segundo Silva et al., (2017), devido a características das cápsulas formadas pela parafina, que é o caso proposto pelo presente trabalho. Novos estudos que avaliem cápsulas com alto índice de intumescimento, umidade, biodegradabilidade e solubilidade devem ser

realizados. Portanto, essa técnica de revestimento de minitoletes devem ser estudadas com o intuito de viabilizar armazenamento a curto prazo e processos logísticos para a cana-de-açúcar.

5. CONCLUSÃO

O armazenamento de 14 dias a 15°C demonstrou maior eficácia de performance de mudas nos aspectos brotação, IVE e redução de peso em comparação aos demais.

REFERÊNCIAS

- ARA, A.; JAISWAL, U.; JAISWAL, V. S. Germination and plantlet regeneration from encapsulated somatic embryos of mango (*Mangifera indica* L.). **Plant Cell Reports** 19: 166–170, 1999.
- BEZUIDENHOUT, C. N. A process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems**, v. 76, n. 2, p. 589-599, 2003.
- BORGES, U.; FREITAG, H.; HURTIENNE, T.; NITSCH, M. **PROALCOOL: economia política e avaliação sócio-econômica do programa brasileiro de biocombustível**. Aracajú: UFS, 1988. 125p.
- CARNEIRO, A. E. V.; TRIVELIN, P. C. O.; VICTORIA, R. L. Utilização da reserva orgânica e de nitrogênio do tolete de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 2, p. 199-209, 1995.
- CASTILLO, B.; SMITH, M. A. L.; YADAVA, U. L. Plant regeneration from encapsulated somatic embryos of *Carica papaya* L. **Plant Cell Reports** 17: 172-176, 1998.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A., DE ABREU, H. M. C., ARRUDA, P., BESPALHOK FILHO, J. C., BURNQUIST, W. L., CRESTE, S., FÁTIMA GROSSI-DE-SÁ, M. Sugarcane (*Saccharum officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, v. 4, n. 1, p. 62-89, 2011.
- COUTO, S. **A Importância da cana-de-açúcar no Brasil**. Grupo de Mecatrônica da USP, São Paulo, 2013.
- DUVAL, B. D.; TEIXEIRA, A. K. S.; DAVIS, S. C. Predicting greenhouse gas and soil carbon from changing pasture to an energy crop. **PLOS ONE**, San Francisco (CA), v.8, n8, Artigo ID e72019, 2013.

EIRAS, P. P., COELHO, F. C. Avaliação de diferentes densidades de semeadura e da poda na produtividade de sementes de *Crotalaria juncea* L., **Revista Ceres**, v. 59, n. 5, p. 668-76, 2012.

ELIA, P. **Estabelecimento e desenvolvimento de mudas pré-brotadas de cana de açúcar sob diferentes lâminas de irrigação**. 2016. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GANAPATHI, T. R.; SUPRASANNA, P.; BAPATVA, R. A. O. Propagation of banana through encapsulated shoot tips. **Plant Cell Reports** 11: 571-575. 1992.

GANTAIT, S., KUNDU, S., YEASMIN, L., ALI, M. N. Impact of differential levels of sodium alginate, calcium chloride and basal media on germination frequency of genetically true artificial seeds of *Rauvolfia serpentina* (L.) Benth. ex Kurz. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 4, p. 75-81, 2017.

GÍRIO, L. A. D. S.; DIAS, F. L. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n.1, p. 33-43, 2015.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Science**, Washington, v. 315, p. 808-810, 2007.

GOMES, Carla. Cana-de-açúcar, Sistema Muda Conceito de Plantio. **Revista A Lavoura**. N. 696, p. 38-39, 2013.

GUEDES, R. S.; COSTA, F. H. S.; PEREIRA, J. E. S. Características físicas e nutricionais da matriz de encapsulamento na produção de sementes sintéticas de pimenta-longa (*Piper hispidinervum* C. DC.). **Revista Árvore** 31: 1005–1011, 2007.

GUERRA, M. P.; TORRES, A. C.; TEIXEIRA, J. B. **Embriogênese somática e sementes sintéticas**. In: TORRES AC; CALDAS LS; BUSO JA (Ed.). *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.533-568, 1999.

HUNG, C. D., TRUEMAN, S. J. Encapsulation technology for short-term preservation and germplasm distribution of the African mahogany *Khaya senegalensis*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 107, n. 3, p. 397-405, 2011.

INMAM-BAMBER, N.G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crops Research**, London, v.36, p. 41-51, 1994.

JAMES, G. L. An introduction to sugarcane. In: JAMES, G. L. (Ed.) *Sugarcane*. 2. Ed. Oxford, LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, J. R.; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, 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. Ribeirão Preto: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. 17p. (**IAC. Documentos, 109**).

JAVED, S. B.; ALATAR, A. A.; ANIS, M.; FAISAL, M. Synthetic seeds production and germination studies, for short term storage and long-distance transport of *Erythrina variegata* L.: A multipurpose tree legume. **Industrial Crops and Products**, v. 105, p. 41-46, 2017.

LEWANDOWSKI, I. Propagation method as an important factor in the growth and development of *Miscanthus × giganteus*. **Industrial Crops and Products**, v. 8. n. 3, p. 229-245, 1998.

MAGRO, F. J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P. E.; TAKAMATSU, S. Y. **Fatores e Técnicas do cultivo Cana-De-Açúcar e sua correlação com a Qualidade e a Produtividade**. In: XI ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL. BIOMETRIA EM CANA-DE-AÇÚCAR. 2011, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. São Paulo: USP, 2011.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison: v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MANNOZZI, C., CECCHINI, J. P., TYLEWICZ, U., SIROLI, L., PATRIGNANI, F., LANCIOTTI, R., ROCCULI, P., ROSA, M. D., ROMANI, S. Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. **LWT-Food Science and Technology**, 2016.

MARIN, F. R. **Eficiência de produção da cana-de-açúcar brasileira: estado atual e cenários futuros baseados em simulações multimodelos**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, Brasil, v. 10, 2014.

MARIN, F. R.; JONES, J. W.; ROYCE, F.; ASSAD, E. D.; PELLEGRINO, G. Q.; JUSTINO, F. Climate change impacts on sugarcane attainable yields in Southern Brazil. **Climatic Change**, London, v.1, p.101-110, 2012.

MARTIN, K. P. **Clonal propagation, encapsulation and reintroduction of *Ipsea malabarica* (Reichb. F.) J.D. Hook.**, an endangered orchid. In vitro Cell and Developmental Biology-Plant 39: 322-326, 2003.

MOZAMBANI, A. E. **História e morfologia da cana-de-açúcar**. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba, v. 1, n. 11-18, 2006.

MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTOLINI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. Iheringia. **Série Botânica**, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2017.

NASSAR, A. H. Slow growth storage of encapsulated germplasm of *Coffea arabica* L. **International Journal of Agriculture & Biology** 5: 517-520, 2003.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; CONSOLI, M. **Mapeamento e quantificação do setor sucroenergético** 2008. Ribeirão Preto: MARKESTRAT/ FUNDACE/ UNICA, 2009.

NORONHA, R. H. F. **Plantio de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar em sistema de manejo conservacionista de solo.** 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo 2018.

NOVA CANA. **Matérias-primas do etanol de 2ª geração.** Curitiba, 2010. Disponível em: <https://www.novacana.com/etanol/materias-primas>

PANDITA, V. K., PATIL, P., TOMAR, B. S., SETH, R. Controlled deterioration and paper-piercing tests predict seedling emergence potential in okra seed lots. **Scientia Horticulturae**, v. 179, p. 21-24, 2014.

PARANHOS. S. B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 56–87, 1987.

PARK, S. E., WEBSTER, T. J., HORAN, H. L., JAMES, A. T., THORBURN, P. J. A legume rotation crop lessens the need for nitrogen fertiliser throughout the sugarcane cropping cycle. **Field Crops Research**, v. 119, n. 2, p.331-341, 2010.

PEOPLES, M. B., BROCKWELL, J., HERRIDGE, D. F., ROCHESTER, I. J., ALVES, B. J. R., URQUIAGA, S., BODDEY, R. M., DAKORA, F. D., BHATTARAI, S., MASKEY, S. L., SAMPET, C., RERKASEM, B., KHAN, D. F., HAUGGAARD-NIELSEN, H., JENSEN, E. S. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. **Symbiosis**, v. 48, p.1-17, 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451 p.

RAI, M. K.; ASTHANA, P.; SINGH, S. K.; JAISWAL, V. S.; JAISWAL, U. The encapsulation technology in fruit plants—a review. **Biotechnology Advances**, v. 27, n. 6, p. 671-679, 2009.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Embrapa Florestas** -Artigo em periódico indexado (ALICE), 2007.

SAIPRASAD, G. V. S. Artificial seeds and their application. **Resonance** 1: 39-47, 2001.

SANDOVAL, E. Y.; GUERRA, M. P. Encapsulamento de microbrotos de bananeira cv. Grand Naine. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. **Anais...**, Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura (CD-ROM). 2002.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Variação espaço-temporal do índice de área foliar e brix em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 67, p. 35-41, 2008. SECEX. **Exportações de Etanol e Açúcar do Brasil em 2010**. Principais Destinos. São Paulo, 2010.

SHARMA, S., SHAHZAD, A., SILVA, J. A. Teixeira. Synseed technology: a complete synthesis. **Biotechnology Advances**, v. 31, n. 2, p. 186-207, 2013.

SILVA, J. C. **Tecnologias para produção de mudas de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia). Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Goiás. 2017.

SONEJI, J. R.; RAO, P. S.; MHATRE, M. Germination of synthetic seeds of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). **Plant Cell Reports** 20: 891-894, 2002.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana de açúcar: avaliação do modelo Mosaic**. 2006. 60p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SZMRECSÁNYI, T.; MOREIRA, E. P. **O desenvolvimento da agroindústria canavieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial**. Estudos avançados, v. 5, p. 57-79, 1991.

VERRET, J. A. the effect of heat on the germination of the sugarcane cuttings. **Haw. Plant. Rec.** v.31, p.112-115, 1927.

UK: **Blackwell Publishing**, p. 1-19, 2004.

UNICA – **União da Indústria de Cana-de-açúcar**. **Levantamento da safra 2015/2016**. Disponível em: <http://www.unica.com.br/> Acesso em: 26 de dezembro de 2016.

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