



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA**

ANTONIO GILSON BOMFIM DA SILVA FILHO

**CONVERSÃO E REGENERAÇÃO DE SEMENTES SINTÉTICAS DE BATATA-
DOCE**

**FORTALEZA
2025**

ANTONIO GILSON BOMFIM DA SILVA FILHO

CONVERSÃO E REGENERAÇÃO DE SEMENTES SINTÉTICAS DE BATATA-DOCE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida
Guimarães.

Coorientadora: Profª. Drª. Gabrielen de Maria
Gomes Dias.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S578c Silva Filho, Antonio Gilson Bomfim da.

Conversão e regeneração de sementes sintéticas de batata-doce / Antonio Gilson Bomfim da Silva Filho. – 2025.

35 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientação: Profa. Dra. Gabrielen de Maria Gomes Dias.

1. Condições de armazenamento. 2. Encapsulamento. 3. Ipomoea batatas. 4. Micropagação. I. Título.
CDD 630

ANTONIO GILSON BOMFIM DA SILVA FILHO

CONVERSÃO E REGENERAÇÃO DE SEMENTES SINTÉTICAS DE BATATA-DOCE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 27/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profª. Drª. Gabrielen de Maria Gomes Dias (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Drª. Lailla Sabrina Queiroz Nazareno
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Jorge Braga Ribeiro Junior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L. Lam.) é uma planta reconhecida, globalmente como de grande importância para a alimentação de pessoas e animais. A propagação da batata-doce ocorre predominante de forma vegetativa pelo uso de estacas de caule ou túberas. Esse método, apesar de ser prático e viável economicamente, enfrenta desafios relacionados a proliferação de pragas e doenças que afetam a produção e disponibilidade de material de plantio sadio. Portanto, é necessário o uso de abordagens que possam reduzir os problemas citados, como as técnicas de propagação in vitro. Uma dessas técnicas, as sementes sintéticas, é considerada um método biotecnológico crucial para a conservação e propagação in vitro de batata-doce. O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de conversão e fatores biométricos de sementes sintéticas de batata-doce, em composições de matrizes (meio água e MS líquido), meios de semeadura (água, vazio, MS sólido e MS líquido), temperaturas (4 e 25 °C), luminosidades (claro e escuro) e períodos após semeadura (45 e 60 dias). A pesquisa foi feita de forma separada para as duas matrizes de sementes sintéticas estudadas. Na primeira as sementes sintéticas foram feitas em matrizes com meio MS líquido suplementado com 1 g L⁻¹ de sacarose e na segunda apenas com água. No total foram 9 tratamentos para cada composição de matriz, a primeira com quatro e a segunda com oito repetições e cinco sementes por frasco em ambas. Explantes encapsulados em matriz com meio MS líquido foram semeados em tubos de ensaio com água destilada, vazio ou com meio MS sólido, e aquelas em matriz com água, em meio com água destilada, MS líquido e MS sólido. De acordo com cada tratamento os tubos foram colocados em ambiente refrigerado (4 °C) ou em sala de crescimento (25 °C), na presença (claro) ou ausência (escuro) de luz. Após 45 e 60 dias de semeadura foram avaliadas a taxa de conversão (%) e as características biométricas, comprimento do maior broto (cm) e número de brotos e folhas aos 45 e 60 dias após a semeadura (DAS) e as massas fresca e seca da planta (g) aos 60 DAS. As sementes armazenadas a 25 °C e em regime de fotoperíodo de 16h, por 60 dias, tiveram a maior porcentagem de conversão (100%) e o maior número de folhas, número de brotos, comprimento do maior broto, maior massa fresca e seca da planta. Já aquelas em temperatura de 4 °C, no escuro e com armazenamento prolongado (60 dias), tiveram uma menor taxa de conversão (0%) e crescimento. O armazenamento de sementes sintéticas de *Ipomoea batatas* cv. Italiana branca por até 60 dias em tubos com meio MS sólido a 25 °C e em ambiente claro, independente da composição matriz de encapsulamento, possibilitou as maiores taxas de conversão e características biométricas.

Palavras-chave: Condições de armazenamento; encapsulamento; *Ipomoea batatas*; micropopragação.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam.) is a plant recognized worldwide as being of great importance for human and animal nutrition. Sweet potato propagation occurs predominantly vegetatively through the use of stem or tuber cuttings. This method, despite being practical and economically viable, faces challenges related to the proliferation of pests and diseases that affect the production and availability of healthy planting material. Therefore, it is necessary to use approaches that can reduce the aforementioned problems, such as in vitro propagation techniques. One of these techniques, synthetic seeds, is considered a crucial biotechnological method for the in vitro conservation and propagation of sweet potato. The objective of this study was to evaluate the conversion rate and biometric factors of synthetic sweet potato seeds, in matrix compositions (water and MS liquid medium), sowing media (water, empty, MS solid and MS liquid), temperatures (4 and 25 °C), luminosities (light and dark) and periods after sowing (45 and 60 days). The research was carried out separately for the two synthetic seed matrices studied. In the first, the synthetic seeds were grown in matrices with MS liquid medium supplemented with 1 g L⁻¹ of sucrose and in the second with only water. In total, there were 9 treatments for each matrix composition, the first with four and the second with eight replicates and five seeds per vial in both. Explants encapsulated in matrix with MS liquid medium were sown in test tubes with distilled water, empty or with MS solid medium, and those in matrix with water, in medium with distilled water, MS liquid and MS solid. According to each treatment, the tubes were placed in a refrigerated environment (4 °C) or in a growth room (25 °C), in the presence (light) or absence (dark) of light. After 45 and 60 days of sowing, the conversion rate (%) and biometric characteristics, length of the largest shoot (cm) and number of shoots and leaves at 45 and 60 days after sowing (DAS) and fresh and dry weight of the plant (g) at 60 DAS were evaluated. The seeds stored at 25 °C and under a 16h photoperiod regime for 60 days had the highest conversion percentage (100%) and the highest number of leaves, number of shoots, length of the largest shoot, and highest fresh and dry weight of the plant. Those stored at a temperature of 4 °C, in the dark and with prolonged storage (60 days), had a lower conversion rate (0%) and growth. The storage of synthetic seeds of *Ipomoea batata* cv. Italiana branca for up to 60 days in tubes with MS solid medium at 25 °C and in a light environment, regardless of the encapsulation matrix composition, allowed the highest conversion rates and biometric characteristics.

Keywords: Encapsulation; *Ipomoea batatas*; micropagation; storage conditions.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Produção de sementes sintéticas de *Ipomoea batatas* cv. Italiana branca. (A) Segmentos nodais; (B) esferas gelificadas em meio complexante; (C) aspecto da semente sintética; (D – F) sementes sintéticas feitas em matriz de gel dissolvida em água, em diferentes condições de armazenamento em tubo vazio (D); tubo com água destilada estéril (5mL, E) e tubo com meio MS sólido (10 mL, F); (G – I) sementes sintéticas feitas em matriz de gel à base de meio MS líquido, de acordo com as condições de armazenamento tubo com água destilada estéril (0,5 mL, G); tubo com meio MS líquido (0,5 mL, H) e tubo com meio MS sólido (10 mL, I) 16
- Figura 2 Plantas de *Ipomoea batatas* aos 45 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com água, em diferentes meios: água (1), MS líquido (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), MS líquido (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), MS líquido (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro. Barra ≈ 4 cm 20
- Figura 3 Plantas de *Ipomoea batatas* aos 60 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com água, em diferentes meios: água (1), MS líquido (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), MS líquido (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), MS líquido (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro. Barra ≈ 4 cm 21
- Figura 4 Plantas de *Ipomoea batatas* aos 45 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com MS líquido, em diferentes meios: água (1), vazio (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), vazio (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), vazio (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro 23
- Figura 5 Plantas de *Ipomoea batatas* aos 60 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com MS líquido, em diferentes meios: água (1), vazio (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), vazio (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), vazio (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição dos tratamentos (TRAT) das sementes sintéticas de batata-doce, conforme meio de semeadura (MS), temperatura (T, °C), condição luminosa (CL) e período após semeadura (PS, dias)	17
Tabela 2	Taxa de conversão (CONV%), número de folhas (NF) e brotos (NB), comprimento do maior broto (COMP, cm), massa fresca (MF, g) e seca (MS, g) de plantas aos 45 e 60 dias após a semeadura de sementes sintéticas de <i>Ipomoea batatas</i> feitas em matriz com água e semeadas em meios [água (A), MS líquido (MSL) e MS sólido (MSS)] e submetidas a temperaturas (4 e 25 °C), luminosidades (claro e escuro) e períodos após semeadura (45 e 60 dias)	19
Tabela 3	Taxa de conversão (CONV%), número de folhas (NF) e brotos (NB), comprimento do maior broto (COMP, cm), massa fresca (MF, g) e seca (MS, g) de plantas aos 45 e 60 dias após a semeadura de sementes sintéticas de <i>Ipomoea batatas</i> feitas em matriz com MS líquido e semeadas em meios [água (A), vazio (V) e MS sólido (MSS)] e submetidas a temperaturas (4 e 25 °C), luminosidades (claro e escuro) e períodos após semeadura (45 e 60 dias)	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1	Batata-doce	11
2.2	Cultura de tecidos vegetais	12
2.3	Semente sintética	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1	Local do experimento e fonte do explante.....	15
3.2	Procedimento de encapsulamento.....	15
3.3	Armazenamento e conservação de sementes sintéticas.....	15
3.4	Germinação de sementes sintéticas após armazenamento.....	17
3.5	Avaliações.....	17
3.6	Análise estatística.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L. Lam.), pertence à família botânica Convolvulaceae, destaca-se pelo desenvolvimento de raízes entumecidas ricas em amido, sendo consumidas globalmente, ocupando a sétima colocação dentre os alimentos básicos de maior relevância (Amaglooh *et al.*, 2021). A batata-doce é uma cultura alimentar considerada multifuncional, já que possui aplicações médicas, nutricionais e industriais (Zhu, 2025). O continente asiático é o maior produtor, seguido pelo africano. A batata-doce é cultivada em mais de 120 países (Meng *et al.*, 2024). Impulsionado pela progressiva demanda consumidora, associada a uma conscientização a respeito do alto valor nutricional e aos benefícios para a saúde (Islam, 2024), a expectativa é que o mercado de batata-doce alcance US\$ 54,22 bilhões em 2028 (TBRC, 2024).

A produção de batata-doce, no Brasil, expandiu na última década, passando de 545.820 toneladas em 2011 para 925.618 toneladas em 2023. A região Nordeste é a maior produtora, registrando, em 2023, uma produção de 433.973 toneladas, seguida pela Sudeste e Sul. O estado do Ceará é o destaque nacional, ocupando a primeira colocação entre os maiores produtores no Brasil (Peressin *et al.*, 2023; IBGE, 2024).

A batata-doce é majoritariamente propagada por via vegetativa, através de estacas de caule ou túberas. Esses propágulos podem acumular e transferir patógenos para as próximas gerações, ocasionando uma diminuição no rendimento, além de baixa qualidade de produção de raízes tuberosas (Cabral; Haseeb; Soares, 2024; George *et al.*, 2024). Adicionalmente, trata-se de um processo trabalhoso, dispendioso e moroso. Assim, o método de propagação convencional é insuficiente para o fornecimento adequado e contínuo de material de plantio isento de pragas e doenças para uma produção regular (Behera *et al.*, 2022; Behera *et al.*, 2024). Da mesma forma, a conservação de germoplasma vegetal em campo, enfrenta ameaças de infecções por doenças, ataque de pragas, desastres ambientais e recursos limitados, sendo a conservação in vitro uma das principais soluções encontradas para solucionar este problema (Sousa *et al.*, 2024; Srivastava *et al.*, 2024).

As técnicas de cultura de tecidos (CT) são soluções para a preservação de espécies em campo. Com a CT, a manipulação das condições físicas e químicas garantem vantagens, como a multiplicação rápida e em larga escala, mesmo com espaços limitados, reduz o trabalho e o tempo necessários. Além disso, permite a manutenção de plantas sem a presença de patógenos (Sharma *et al.*, 2023; Thapa *et al.*, 2024), bem como a manutenção de explantes em ambiente estéril e armazenado sob condições controladas por curtos períodos de tempo (Sahu *et al.*, 2023; Sharma; Jain, 2024). No entanto, a CT tradicional enfrenta desafios para a

conservação in vitro de germoplasmas, como a necessidade constante de subcultivos e a ocorrência de variações somaclonais (Chauhan *et al.*, 2024). Como solução para estes problemas, foi desenvolvida a técnica de produção de sementes sintéticas, baseada no encapsulamento artificial de tecidos meristemáticos em uma matriz de alginato. O uso dessa tecnologia permite o armazenamento por curtos e médios períodos de tempo, sendo que após semeadas em local adequado, mantêm a capacidade de crescer in vivo ou in vitro (Sota *et al.*, 2023; Manokari *et al.*, 2024). As sementes sintéticas possuem várias aplicações potenciais, principalmente, na ágil reprodução de genótipos de elite, preservação de espécies ameaçadas, produção saudável e livre de doenças, além de possibilitar a redução de mão de obra, custos e espaço (Tailor; Joshi, 2024).

Portanto, diante da crescente importância da batata-doce como cultura alimentar e da necessidade de desenvolver métodos de propagação que assegurem a conservação e disponibilidade de material vegetal livre de patógenos, este estudo justifica-se pelo potencial de contribuir para soluções sustentáveis e eficientes de armazenamento de sementes sintéticas desta espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de conversão e fatores biométricos de sementes sintéticas de batata-doce, em matrizes (meio água e MS líquido), meios de semeadura (água, vazio, MS sólido e MS líquido), temperaturas (4 e 25 °C), luminosidades (claro e escuro) e períodos após semeadura (45 e 60 dias).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Batata-doce

O gênero *Ipomoea* é o maior da família Convolvulaceae, abrangendo quase 800 espécies, dentre elas, a batata-doce (Kitavi; Buell, 2024). Essa cultura agrícola é considerada globalmente de grande importância estratégica para o enfrentamento de desafios energéticos, nutricionais, ambientais e sanitários (Zhu, 2025).

As regiões de maior relevância na produção mundial de batata-doce são a Ásia e, notavelmente, a África, sendo a China o principal país produtor (Rosero *et al.*, 2022). Em 2022, a produção mundial de batata-doce alcançou 86,4 milhões de toneladas, das quais 54% foram cultivadas na China (FAO, 2024; Isobe *et al.*, 2024). Além da China, outros países desempenham papel relevante na produção global. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), no período de 2018 a 2022, as principais nações produtoras foram: China, Malawi, Nigéria, Tanzânia, Uganda, Indonésia, Vietnã, Índia, Estados Unidos e Ruanda (FAO, 2024; Yencho, 2024).

Nos países pobres ou em desenvolvimento, como os da África Subsaariana, Caribe e Leste Asiático, onde há desafios relacionados à densidade populacional e às mudanças climáticas, as raízes de armazenamento são um alimento essencial. Nesses locais, a batata-doce ocupa a quinta colocação na produção de alimentos (Ssali *et al.*, 2024) e desempenha um papel fundamental na segurança alimentar (Otálora *et al.*, 2024).

Dentre as culturas alimentares tropicais de raízes e tubérculos, a batata-doce se destaca por seu alto valor energético, benefícios nutricionais e efeitos positivos na saúde (Kitavi; Buell, 2024). Todas as partes da planta – folhas, hastes e raízes – são comestíveis, cada uma com diferentes composições nutricionais (Meng *et al.*, 2024). Reconhecida como uma fonte acessível e crucial de calorias, fibras alimentares, proteínas, minerais, antioxidantes e vitaminas A, C e E (Yan *et al.*, 2022; Sapakhova *et al.*, 2023). A batata-doce tem sido amplamente utilizada para combater a hipovitaminose A em regiões da África (Girard *et al.*, 2021) e para prevenir distúrbios coronários (Sajeev *et al.*, 2023).

O cultivo da batata-doce enfrenta desafios frequentes no que se refere a infestação por pragas e doenças, sendo a forma de propagação tradicional, por estacas de hastes e túberas, não apropriada para o fornecimento de materiais saudáveis para fins comerciais. Assim, abordagens biotecnológicas, como técnicas de cultivo in vitro e sementes sintéticas, podem ser usadas para produzir plantas uniformes, livres de doenças e em grande escala, ajudando a solucionar os problemas já citados e atendendo à demanda de variedades de maior rendimento

e mais nutritivas aos produtores, melhoristas e consumidores (Akomeah *et al.*, 2019; Behera *et al.*, 2022; Tadda *et al.*, 2022; Ssali *et al.*, 2024).

2.2 Cultura de tecidos vegetais

A cultura de tecidos vegetais (CTV), também conhecida como cultivo in vitro ou micropromoção, é um ramo promissor da biologia vegetal (Khezri *et al.*, 2024). O cultivo in vitro consiste em um processo no qual células, tecidos ou órgãos vegetais, denominados explantes, originam uma planta inteira com base no princípio da totipotência celular. Para isso, são necessários meios de cultivo artificiais específicos, além de um ambiente laboratorial controlado, com condições ideais de luz, temperatura e máxima assepsia (Rahimi *et al.*, 2023; Kumar *et al.*, 2024; Samridha; Chandra, 2024).

A CTV é uma ferramenta indispensável para propagação de plantas, conservação da biodiversidade, manipulação genética, programas de melhoramento vegetal e projetos de pesquisa (Twaij *et al.*, 2020; Rather *et al.*, 2022; Vollmer *et al.*, 2022). Além disso, a micropromoção tem impacto significativo em questões agrícolas globais, como a segurança alimentar, mitigação das mudanças climáticas e produção sustentável de safras (Purwantoro *et al.*, 2022; Mazri *et al.*, 2023).

A CTV revoluciona a produção vegetal por meio de diversas vantagens. Entre elas, destaca-se rápida multiplicação de plantas em escala comercial, garantindo uniformidade genética e preservação das características agronômicas específicas, principalmente em plantas transgênicas. Além disso, permite uma produção contínua, independente da sazonalidade, e gera propágulos clonais isentos de doenças, um aspecto crucial, considerando as limitações da propagação convencional da batata-doce, que utiliza métodos vegetativos e tende a conservar patógenos, tornando a cultura suscetível a ataques de fungos e vírus (Abdalla *et al.*, 2022; Venat *et al.*, 2022; Chaudhari, 2023; Mazri *et al.*, 2023; Aswathi; Vrundha; Thomas, 2024; Maruyama; Tsuruta; Katsuki, 2024).

Outra aplicação relevante da micropromoção é a conservação ex situ de recursos genéticos vegetais. O armazenamento de crescimento lento permite a preservação em médio e longo prazo do germoplasma de espécies raras, ameaçadas de extinção ou geneticamente superiores. Além disso, possibilita a manutenção segura de recursos vegetais com potencial inovador para setores farmacêuticos e agrícolas, viabilizando etapas subsequentes, como criopreservação, edição genética e multiplicação em biorreatores (Ruta *et al.*, 2020; Vollmer *et al.*, 2023; Hasan *et al.*, 2024).

No entanto, as abordagens clássicas de cultivo *in vitro* apresentam desafios. Normalmente, exigem a transferência contínua do material vegetal para meios frescos, aumentando o risco de variações somacloniais, que podem comprometer a fidelidade genética do material propagado. Além disso, o processo é caro e trabalhoso, demandando mão de obra especializada para minimizar erros e riscos de contaminações (Ruta *et al.*, 2020; Singer *et al.*, 2021; Fritsche; Pinheiro; Guerra, 2022).

2.3 Semente sintética

A semente artificial ou sintética é uma técnica inovadora e em rápido aprimoramento para a conservação *in vitro* de germoplasma vegetal. Essa abordagem complementa os métodos tradicionais de conservação *ex situ*, sendo amplamente estudada para diversas espécies vegetais (Faisal; Alatar, 2019; Rai *et al.*, 2022).

O encapsulamento consiste na inclusão de partes meristemáticas vegetais, como embriões somáticos, segmentos nodais, pontas de brotos e calos, em uma matriz de encapsulamento em gel, que, após reação de polimerização forma cápsulas de alginato de cálcio, simulando a estrutura de uma semente natural. Essas cápsulas preservam a capacidade de crescimento e conversão em plantas completas após o armazenamento sob condições *in vitro* (Behera *et al.*, 2020; Qahtan; Alatar; Faisal, 2023).

O revestimento da semente artificial geralmente é feito com alginato de sódio, formando uma estrutura que pode atuar como um endosperma artificial. Esse revestimento pode ou não conter nutrientes e reguladores de crescimento, auxiliando no desenvolvimento do explante. Além disso, protege material vegetal contra danos mecânicos. A solução de polimerização é composta por cloreto de cálcio dihidratado, que, ao reagir com o alginato, forma esferas firmes de alginato de cálcio ao redor do propágulo (Saxena; Shukla; Saxena, 2019; Das *et al.*, 2021).

O processo de encapsulamento segue as seguintes etapas: imersão dos fragmentos de tecidos vegetais em meio gelificante. Aspiração do tecido vegetal com uma alíquota de alginato de sódio utilizando uma pipeta. Aspergimento do conteúdo em uma solução de complexação sob agitação constante. Lavagem das cápsulas em água estéril para remoção do excesso de íons residuais. Todo o procedimento é realizado em cabine de fluxo laminar sob condições assépticas, garantindo a qualidade do material produzido (Maqsood *et al.*, 2021; Subrahmanyewari; Mahanta; Bandyopadhyay, 2024).

O encapsulamento de plantas permite reduzir o metabolismo celular, promovendo a conservação de curto e médio prazo. Em condições adequadas de armazenamento e

temperatura, as sementes artificiais mantêm sua viabilidade por períodos prolongados, sendo uma ferramenta essencial para a preservação de germoplasma e a troca de materiais entre laboratórios (Chauhan; Singh; Quraishi, 2019; Armijos; Ramón; Cueva, 2024). A aplicação comercial dessa tecnologia tem grande potencial, permitindo a multiplicação e preservação de diversas espécies, incluindo plantas florestais, medicinais e ornamentais (Tailor; Joshi, 2024).

A produção de sementes sintéticas ou artificiais tem diversas vantagens, como a produção contínua durante todo o ano, a facilidade no transporte e manuseio, um maior tempo de armazenamento sem perda da viabilidade, ausência de transmissão de patógenos associados às sementes convencionais, resistência a danos causados por insetos, e a preservação da identidade genética da planta de origem (Qahtan *et al.*, 2019; Abdolinejad; Shekafandeh, 2024).

O emprego da tecnologia de sementes sintéticas pode ser realizado para muitas espécies vegetais. A produção e o armazenamento sob condições refrigeradas de sementes sintéticas com segmentos nodais de *Coleus forskohlii*, uma erva medicinal, foram estudados e garantiram a manutenção de características nas plântulas derivadas das sementes sintéticas (Badhepri *et al.*, 2025). Em *Humulus lupulus*, foi verificada a propagação assexuada com melhor qualidade fitossanitária, superando limitações, na elaboração de sementes sintéticas com explantes nodais em meio MS na metade da concentração e suplementado com ácido giberélico, chegando a alcançar máxima conversão (Di Sario *et al.*, 2025). No cultivo da figueira, *Ficus carica*, o encapsulamento de microbrotos autotetrápoloides resultou no estabelecimento de um método que possibilitou a conservação das sementes no frio, ao longo de 9 meses (Abdolinejad; Shekafandeh, 2024). Em *Populus alba*, espécie lenhosa que não forma semente, verificou-se que através de sementes sintéticas formadas com 4% de alginato de sódio e 200 mM de CaCl₂, foi possível obter mais uma técnica para a propagação clonal desta espécie lenhosa (Hussien *et al.*, 2024).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e fonte do explante

Plantas de batata-doce cv. Italiana branca estabelecidas no Laboratório de Cultivo de Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC) foram micropropagadas em frascos com meio MS (Murashige; Skoog, 1962) suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e 5,6 g L⁻¹ de ágar. As plantas estiveram mantidas em sala de crescimento, em condições ambientais de 16h de luz (intensidade de luz de 30 µmol m⁻²s⁻¹) e temperatura de 25 °C ± 2 °C. Após quatro subcultivos, serviram como fonte dos explantes usados nesta pesquisa. Os segmentos nodais (2-4 mm) tiveram folhas e extremidades excisadas, mantendo em cada segmento uma gema axilar. A imersão dos explantes na matriz de alginato de sódio foi feita imediatamente após a excisão para evitar a dessecação ante o fluxo de ar (Figura 1 A).

3.2 Procedimento de encapsulamento

Duas composições distintas de matrizes de encapsulamento foram preparadas para envolver os explantes. A primeira matriz foi produzida utilizando meio MS líquido suplementado com 1 g L⁻¹ de sacarose e com pH ajustado para 5,8, sendo usado para a constituição da solução de alginato de sódio na concentração de 4% (p/v). A segunda matriz, foi feita só com água destilada autoclavada e a solução de alginato de sódio concentrada a 4% (p/v). O encapsulamento das sementes sintéticas foi feito de acordo com o protocolo descrito por Badhepri *et al.* (2025) (Figura 1 B). Posteriormente, as sementes sintéticas foram lavadas com água destilada estéril duas vezes para a remoção dos resíduos de cloreto de cálcio. Todo o processo foi conduzido sob capela de fluxo laminar em condições assépticas.

3.3 Armazenamento e conversão de sementes sintéticas

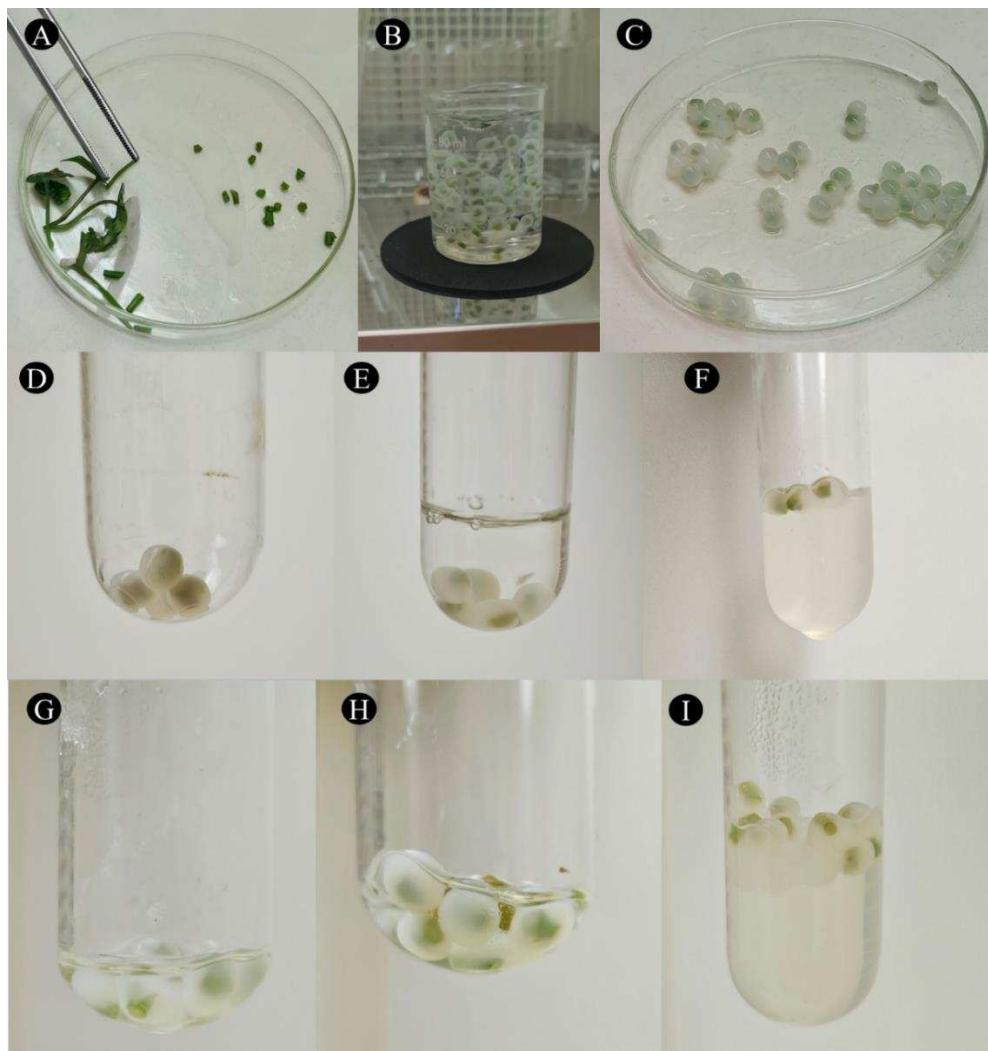
As sementes sintéticas oriundas da matriz MS líquido com 1 g L⁻¹ de sacarose, foram transferidas, sob condições assépticas, para tubos de ensaio de vidro (25 x 150 mm) sendo semeadas em três meios de semeadura: 1- tubos com água destilada estéril (5 mL, D); 2- tubos vazios (E) e 3- tubos com meio MS sólido (10 mL, F) suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose e 5,6 g L⁻¹ de ágar. Cada tubo recebeu cinco sementes sintéticas (Figura 1 D, E e F) (Tabela 1).

Da mesma forma, sementes da matriz com água destilada estéril foram semeadas em tubos de ensaio com três meios de semeadura: 1- tubos com água destilada estéril (0,5 mL, G); 2- tubos com meio MS líquido (0,5 mL, H) e 3- tubos com meio MS sólido (10 mL, I), no qual as sementes não mantiveram contato direto com o meio, estando precedida por uma

camada de esferas de alginato de cálcio. Cada tubo recebeu 10 sementes sintéticas (Figura 1 G, H e I) (Tabela 1).

Os tubos de ensaio foram selados de maneira hermética com filme plástico e colocados em bêckers contendo uma camada de água destilada no fundo, a fim de evitar a dessecação dos meios de semeadura e das sementes sintéticas. Após, os tubos foram colocados a três condições de armazenamento: 1- sala de crescimento a 25 °C com regime de fotoperíodo de 16 horas de luz (Claro); 2- sala de crescimento a 25 °C no escuro (Escuro) e; 3- ambiente refrigerado a 4 °C no escuro (Escuro).

Figura 1– Produção de sementes sintéticas de *Ipomoea batatas* cv. Italiana branca. (A) Segmentos nodais; (B) esferas gelificadas em meio complexante; (C) aspecto da semente sintética; (D – F) sementes sintéticas feitas em matriz de gel dissolvida em água, em diferentes condições de armazenamento em tubo vazio (D); tubo com água destilada estéril (5mL, E) e tubo com meio MS sólido (10 mL, F); (G – I) sementes sintéticas feitas em matriz de gel à base de meio MS líquido, de acordo com as condições de armazenamento tubo com água destilada estéril (0,5 mL, G); tubo com meio MS líquido (0,5 mL, H) e tubo com meio MS sólido (10 mL, I).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos (TRAT) das sementes sintéticas de batata-doce, conforme meio de semeadura (MS), temperatura (T, °C), condição luminosa (CL) e período após semeadura (PS, dias).

TRAT	MS	T (°C)	CL	PS (dias)
1 ^a Matriz – solução nutritiva MS				
1	Água	4	Escuro	45
2	Vazio	4	Escuro	45
3	MS sólido	4	Escuro	45
4	Água	25	Escuro	45
5	Vazio	25	Escuro	45
6	MS sólido	25	Escuro	45
7	Água	25	Claro	45
8	Vazio	25	Claro	45
9	MS sólido	25	Claro	45
2 ^a Matriz - água destilada estéril				
1	Água	4	Escuro	45
2	MS líquido	4	Escuro	45
3	MS sólido	4	Escuro	45
4	Água	25	Escuro	45
5	MS líquido	25	Escuro	45
6	MS sólido	25	Escuro	45
7	Água	25	Claro	45
8	MS líquido	25	Claro	45
9	MS sólido	25	Claro	45

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.4 Germinação de sementes sintéticas após armazenamento

A germinação das sementes sintéticas, após o armazenamento, foi medida após as inoculações em frascos contendo meio MS sólido para conversão por um período de 4 semanas em sala de crescimento nas condições de temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, luz de $30\text{ }\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ fornecida por luzes fluorescentes brancas frias, fotoperíodo de 16/8h.

3.5 Avaliações

Aos 60 dias *in vitro* foram avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de conversão (%), número de brotos, comprimento do maior broto (cm), número de folhas e massa fresca e seca das plantas (g).

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a $p<0,05$ via função *DIC* do

pacote *AgroR* (Shimizu; Marubayashi; Gonçalves, 2024), utilizando o software Rstudio (R Core Team, 2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

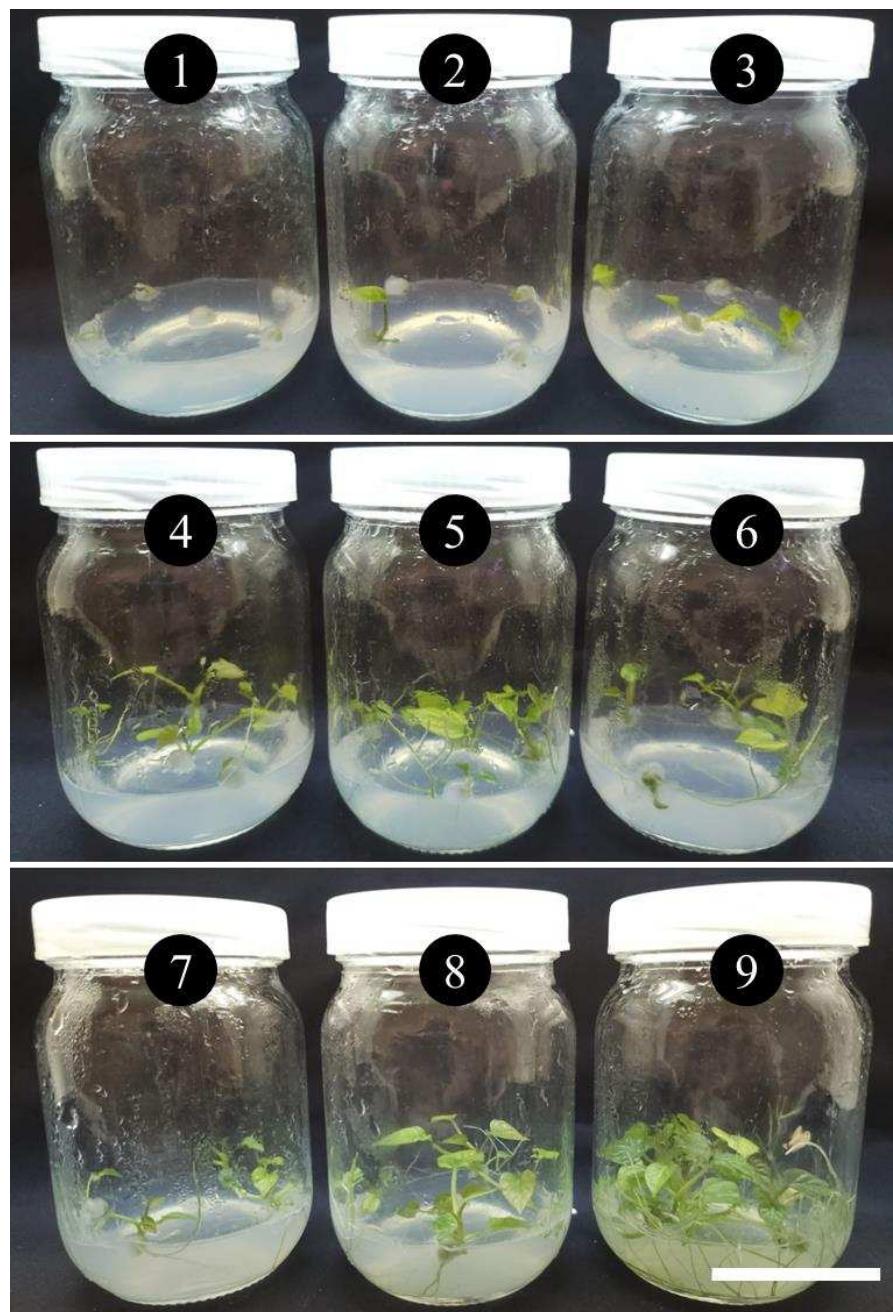
A taxa de conversão (TC) aos 45 dias após a semeadura (DAS) das sementes sintéticas de batata-doce, em água, foram maiores naquelas em meio de semeadura com MS líquido (100,00 %) ou sólido (100,00%), a 25 °C e condição luminosa clara, e com MS líquido (97,50%), a 25 °C e escura (Tabela 2 e Figura 2). Já aos 60 DAS, as maiores TC foram observadas naquelas em meio MS sólido (100,00%), 25 °C e clara, e MS sólido (97,50%), 25 °C e escura (Tabela 2 e Figura 3).

Tabela 2 – Taxa de conversão (CONV%), número de folhas (NF) e brotos (NB), comprimento do maior broto (COMP, cm), massa fresca (MF, g) e seca (MS, g) de plantas aos 45 e 60 dias após a semeadura de sementes sintéticas de *Ipomoea batatas* feitas em matriz com água e semeadas em meios [água (A), MS líquido (MSL) e MS sólido (MSS)] e submetidas a temperaturas (4 e 25 °C), luminosidades (claro e escuro) e períodos após semeadura (45 e 60 dias).

TRAT	CONV (%)		NF		NB	
	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias
A 4 °C	Escuro	7.50 ^{9.16c}	0.00 ^{7.04c}	0.37 ^{1.78d}	0.00 ^{1.48d}	0.25 ^{0.47d}
MSL 4 °C	Escuro	32.50 ^{9.16c}	0.00 ^{7.04c}	1.50 ^{1.78d}	0.00 ^{1.48d}	1.75 ^{0.47c}
MSS 4 °C	Escuro	57.50 ^{9.16b}	52.50 ^{7.04b}	3.62 ^{1.78d}	3.87 ^{1.48c}	2.37 ^{0.47c}
A 25 °C	Escuro	77.50 ^{9.16b}	5.00 ^{7.04c}	7.62 ^{1.78c}	0.00 ^{1.48d}	3.87 ^{0.47b}
MSL 25 °C	Escuro	97.50 ^{9.16a}	5.00 ^{7.04c}	16.25 ^{1.78b}	0.12 ^{1.48d}	5.00 ^{0.47a}
MSS 25 °C	Escuro	72.50 ^{9.16b}	97.50 ^{7.04a}	10.00 ^{1.78c}	19.37 ^{1.48b}	3.62 ^{0.47b}
A 25 °C	Claro	65.00 ^{9.16b}	37.50 ^{7.04b}	9.25 ^{1.78c}	5.37 ^{1.48c}	2.50 ^{0.47c}
MSL 25 °C	Claro	100.00 ^{9.16a}	27.50 ^{7.04b}	22.87 ^{1.78a}	1.12 ^{1.48d}	5.00 ^{0.47a}
MSS 25 °C	Claro	100.00 ^{9.16a}	100.00 ^{7.04a}	26.50 ^{1.78a}	36.25 ^{1.48a}	4.87 ^{0.47a}
TRAT	COMP (cm)		MF (g)		MS (g)	
	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias
A 4 °C	Escuro	0.12 ^{0.13d}	0.0 ^{0.17e}	0.10 ^{0.09e}	0.06 ^{0.10c}	0.01 ^{0.01d}
MSL 4 °C	Escuro	0.63 ^{0.13c}	0.0 ^{0.17e}	0.23 ^{0.09e}	0.08 ^{0.10c}	0.03 ^{0.01d}
MSS 4 °C	Escuro	0.61 ^{0.13c}	0.98 ^{0.17c}	0.35 ^{0.09e}	0.29 ^{0.10c}	0.03 ^{0.01d}
A 25 °C	Escuro	0.88 ^{0.13b}	0.11 ^{0.17e}	0.50 ^{0.09d}	0.08 ^{0.10c}	0.04 ^{0.01d}
MSL 25 °C	Escuro	1.20 ^{0.13b}	0.09 ^{0.17e}	0.97 ^{0.09c}	0.09 ^{0.10c}	0.07 ^{0.01c}
MSS 25 °C	Escuro	0.83 ^{0.13b}	1.69 ^{0.17b}	0.74 ^{0.09d}	1.21 ^{0.10b}	0.06 ^{0.01c}
A 25 °C	Claro	1.05 ^{0.13b}	0.68 ^{0.17d}	0.61 ^{0.09d}	0.33 ^{0.10c}	0.05 ^{0.01d}
MSL 25 °C	Claro	1.62 ^{0.13a}	0.48 ^{0.17d}	1.32 ^{0.09b}	0.18 ^{0.10c}	0.11 ^{0.01b}
MSS 25 °C	Claro	1.93 ^{0.13a}	3.60 ^{0.17a}	1.81 ^{0.09a}	2.32 ^{0.10a}	0.14 ^{0.01a}

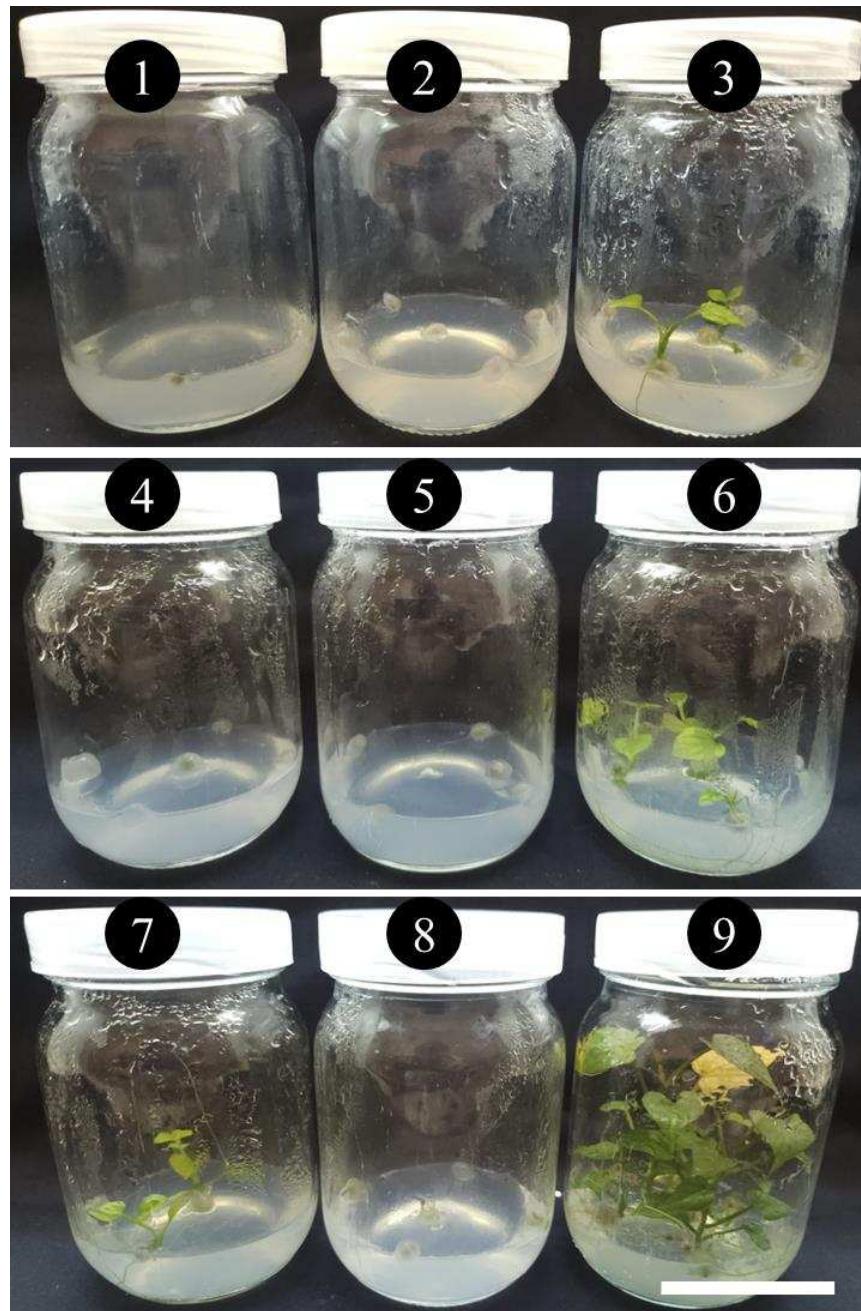
Fonte: Elaborada pelo autor. Médias, na mesma coluna, seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (5%). Os valores sobreescritos representam o erro padrão da média.

Figura 2 – Plantas de *Ipomoea batatas* aos 45 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com água, em diferentes meios: água (1), MS líquido (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), MS líquido (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), MS líquido (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro. Barra ≈ 4 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 – Plantas de *Ipomoea batatas* aos 60 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com água, em diferentes meios: água (1), MS líquido (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), MS líquido (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), MS líquido (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro. Barra ≈ 4 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aos 45 (DAS) das sementes sintéticas de batata-doce, em água, foram verificados os maiores números de folhas (NF) naquelas armazenadas em MS sólido (26,50) ou com MS líquido (22,87), a 25 °C e no claro. O número de brotos (NB) foi maior em condição de semeadura MS líquido (5,00) ou com MS sólido (4,87), 25 °C e ambiente claro, e MS líquido (5,00), 25 °C e escuro. O comprimento do maior broto (COMP) foi maior em MS sólido (1,93

cm) ou com MS líquido (1,62 cm), 25 °C e claro. Já as maiores massas fresca (MF) e seca (MS) foram observadas naquelas semeadas em MS sólido 1,81 g e 0,14 g, respectivamente, com 25 °C e ambiente claro (Tabela 2). Já aos 60 DAS, os maiores NF, COMP, MF e MS foram observados naquelas semeadas em MS sólido 36,25; 3,60 cm; 2,32 g e 0,19 g, respectivamente, com 25 °C e clara. Já o NB foi maior em MS sólido, a 25 °C, em ambiente claro ou escuro (Tabela 2).

A taxa de conversão (TC) aos 45 DAS das sementes sintéticas de batata-doce, em meio MS líquido, não diferiu entre tratamentos (Tabela 3 e Figura 4). Já aos 60 DAS, as maiores TC foram observadas semeadas em meio MS sólido (100,00%), 25 °C e escura, e água, vazio e MS sólido (100; 70; e 100%, respectivamente), 25 °C e clara (Tabela 3) (Figura 5).

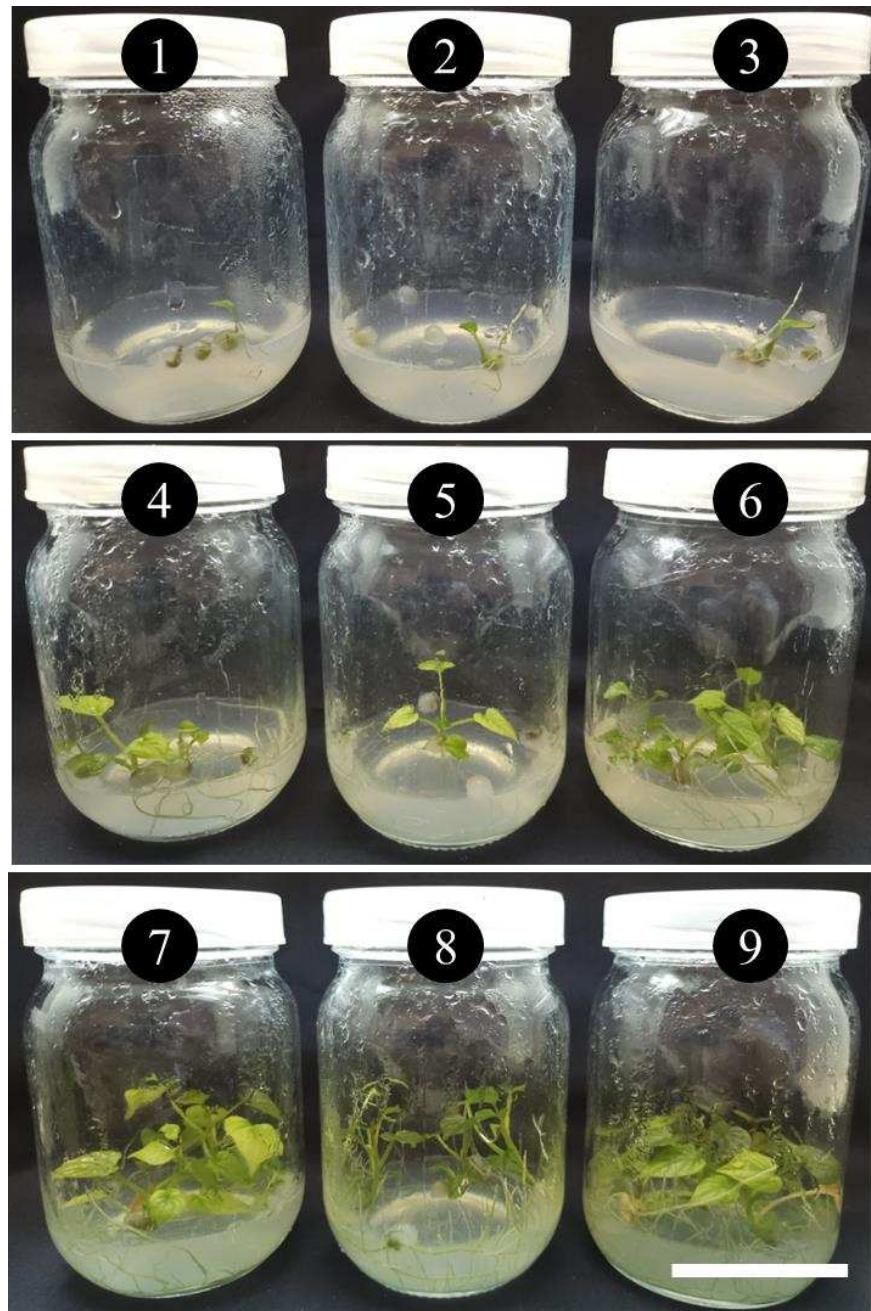
Tabela 3 – Taxa de conversão (CONV%), número de folhas (NF) e brotos (NB), comprimento do maior broto (COMP, cm), massa fresca (MF, g) e seca (MS, g) de plantas aos 45 e 60 dias após a semeadura de sementes sintéticas de *Ipomoea batatas* feitas em matriz com MS líquido e semeadas em meios [água (A), vazio (V) e MS sólido (MSS)] e submetidas a temperaturas (4 e 25 °C), luminosidades (claro e escuro) e períodos após semeadura (45 e 60 dias).

TRAT	CONV (%)		NF		NB	
	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias
A 4 °C Escuro	60.00 ^{16.33a}	0.00 ^{10.84c}	1.00 ^{3.38b}	0.00 ^{1.67d}	2.25 ^{0.90a}	0.00 ^{0.61c}
V 4 °C Escuro	45.00 ^{16.33a}	0.00 ^{10.84c}	2.50 ^{3.38b}	0.00 ^{1.67d}	1.75 ^{0.90a}	0.00 ^{0.61c}
MSS 4 °C Escuro	40.00 ^{16.33a}	0.00 ^{10.84c}	1.50 ^{3.38b}	0.00 ^{1.67d}	1.75 ^{0.90a}	0.00 ^{0.61c}
A 25 °C Escuro	85.00 ^{16.33a}	45.00 ^{10.84b}	6.75 ^{3.38b}	3.00 ^{1.67d}	4.00 ^{0.90a}	2.25 ^{0.61b}
V 25 °C Escuro	60.00 ^{16.33a}	0.00 ^{10.84c}	4.50 ^{3.38b}	0.00 ^{1.67d}	2.00 ^{0.90a}	0.00 ^{0.61c}
MSS 25 °C Escuro	60.00 ^{16.33a}	100.00 ^{10.84a}	11.75 ^{3.38a}	21.00 ^{1.67b}	3.50 ^{0.90a}	5.00 ^{0.61a}
A 25 °C Claro	95.00 ^{16.33a}	100.00 ^{10.84a}	22.50 ^{3.38a}	17.50 ^{1.67b}	4.75 ^{0.90a}	5.00 ^{0.61a}
V 25 °C Claro	90.00 ^{16.33a}	70.00 ^{10.84a}	18.00 ^{3.38a}	7.25 ^{1.67c}	4.50 ^{0.90a}	2.50 ^{0.61b}
MSS 25 °C Claro	65.00 ^{16.33a}	100.00 ^{10.84a}	17.25 ^{3.38a}	46.50 ^{1.67a}	3.25 ^{0.90a}	5.00 ^{0.61a}

TRAT	COMP (cm)		MF (g)		MS (g)	
	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias	45 dias	60 dias
A 4 °C Escuro	0.46 ^{0.34b}	0.00 ^{0.34c}	0.19 ^{0.21b}	0.05 ^{0.11d}	0.03 ^{0.01b}	0.00 ^{0.01e}
V 4 °C Escuro	0.45 ^{0.34b}	0.00 ^{0.34c}	0.29 ^{0.21b}	0.05 ^{0.11d}	0.03 ^{0.01b}	0.00 ^{0.01e}
MSS 4 °C Escuro	0.47 ^{0.34b}	0.00 ^{0.34c}	0.26 ^{0.21b}	0.05 ^{0.11d}	0.03 ^{0.01b}	0.00 ^{0.01e}
A 25 °C Escuro	1.06 ^{0.34b}	0.75 ^{0.34c}	0.69 ^{0.21b}	0.28 ^{0.11d}	0.06 ^{0.01b}	0.03 ^{0.01d}
V 25 °C Escuro	0.86 ^{0.34b}	0.00 ^{0.34c}	0.40 ^{0.21b}	0.05 ^{0.11d}	0.03 ^{0.01b}	0.00 ^{0.01e}
MSS 25 °C Escuro	0.89 ^{0.34b}	1.45 ^{0.34b}	1.31 ^{0.21a}	1.53 ^{0.11b}	0.10 ^{0.01a}	0.12 ^{0.01b}
A 25 °C Claro	1.84 ^{0.34a}	1.48 ^{0.34b}	1.61 ^{0.21a}	1.03 ^{0.11c}	0.13 ^{0.01a}	0.09 ^{0.01c}
V 25 °C Claro	1.81 ^{0.34a}	0.80 ^{0.34c}	1.26 ^{0.21a}	0.36 ^{0.11d}	0.09 ^{0.01a}	0.04 ^{0.01d}
MSS 25 °C Claro	2.19 ^{0.34a}	3.52 ^{0.34a}	1.99 ^{0.21a}	2.88 ^{0.11a}	0.15 ^{0.01a}	0.21 ^{0.01a}

Fonte: Elaborada pelo autor. Médias, na mesma coluna, seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (5%). Os valores sobreescritos representam o erro padrão da média.

Figura 4 – Plantas de *Ipomoea batatas* aos 45 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com MS líquido, em diferentes meios: água (1), vazio (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), vazio (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), vazio (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro. Barra ≈ 4 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 – Plantas de *Ipomoea batatas* aos 60 dias após a semeadura, de sementes sintéticas em matriz com MS líquido, em diferentes meios: água (1), vazio (2) e MS sólido (3) e mantidas a 4 °C no escuro; água (4), vazio (5) e MS sólido (6) a 25 °C no escuro; e água (7), vazio (8) e MS sólido (9) a 25°C no claro. Barra ≈ 4 cm.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O maior NF aos 45 dias após a semeadura (DAS) das sementes sintéticas de batata-doce, em matriz com meio MS líquido, foi observado naquelas semeadas em MS sólido (11,75, 25 °C e ambiente escuro, bem como em água, vazio e MS sólido (22,50; 18; 17,25, respectivamente), 25 °C e clara. O NB não diferiu entre tratamentos. O COMP foi maior em semeadura sobre MS sólido, água e vazio (2,19; 1,84 e 1,81cm, respectivamente), 25 °C e clara.

A MF foi maior naquela em MS sólido (1,31 g), 25 °C e escura, e MS sólido, água e vazio (1,99; 1,61 e 1,26 g, respectivamente), 25 °C e clara. Da mesma forma a MS foi maior no MS sólido (0,10 g), 25 °C e escura, e MS sólido, água e vazio (0,15; 0,13 e 0,09 g, respectivamente), 25 °C e clara (Tabela 3). Já aos 60 DAS, o NB foi maior em semeadura sobre o meio MS sólido (5,00), 25 °C e clara, e água e MS sólido (5 e 5, respectivamente), 25 °C e escura. Os maiores NF, COMP, MF e MS foram observados naquelas semeadas em MS sólido (46,50), (3,52 cm), (2,88 g) e (0,21 g), respectivamente, 25 °C e clara (Tabela 3).

Em outros estudos foram observados resultados que corroboram com os obtidos nesta pesquisa, em que a temperatura de 25 °C foi a mais adequada em comparação com 4 °C, quando se considera a viabilidade das sementes ao longo do tempo. Mahdavi *et al.* (2023) relataram a maior taxa de germinação (100%) após armazenamento a 25 °C por 180 dias de sementes artificiais de orquídea *Phalaenopsis*. Sota *et al.* (2023) em estudo com *Juglans regia* relataram que a temperatura ideal de armazenamento em nozes é de 25 °C, facilitando a recuperação de mudas e garantindo uma taxa de germinação de 100% das sementes sintéticas. Hegde *et al.* (2021) verificaram que sementes sintéticas de *Manihot esculenta*, produzidas pelo encapsulamento de estacas nodais, puderam ser armazenadas sob uma temperatura ambiente de 25 °C por 42 dias, alcançando uma taxa de conversão de 70,5%. Kader; Sinha; Ghosh, (2022) em uma pesquisa com *Azadirachta indica*, observaram que sementes sintéticas armazenadas a 24 °C tiveram uma maior frequência de germinação em todos os períodos de armazenamento, quando comparadas àquelas mantidas a 4 °C. Shilpha *et al.* (2021) ao avaliarem *Solanum trilobatum* identificaram que a melhor taxa de conversão (82,2%) foi observada em sementes sintéticas armazenadas a 25 °C. Bhattacharyya; Kumar; Van Staden (2018), em estudo com *Ansellia africana*, testando a regeneração de sementes sintéticas, observaram um declínio gradual da germinação quando o intervalo de armazenamento foi estendido sob condições escuras a 4 °C e indicaram que nessa condição, a diminuição da germinação está relacionada à perda de umidade, além de provável inibição da respiração tecidual. Mahdavi *et al.* (2023) verificaram que protocormos encapsulados de orquídea perderam totalmente a viabilidade ampliando a duração de armazenamento na temperatura de 4 °C. O que está em consonância com os resultados deste presente trabalho. A batata-doce é uma cultura mais bem adaptada a temperaturas médias superiores a 24 °C, inclusive, mantendo essa característica quando cultivada in vitro (Vettorazzi *et al.*, 2017). Além disso, a preparação do encapsulamento dos explantes pode gerar um estresse que leva a síntese de ácido abscísico no tecido isolado, inibindo a conversão das sementes após transferência para condições ótimas, o que pode ser potencializado quando essa transferência ocorre para condições não ótimas, como baixa

temperatura que é indutora da biossíntese de ácido abscísico (Kamińska *et al.*, 2018).

A luz é um fator crucial na modulação da dinâmica de germinação das sementes e, ainda, é forte indutora do crescimento de plantas cultivadas *in vitro* por meio da ativação de diferentes fotorreceptores (Farhadi *et al.*, 2017; De Hsie *et al.*, 2019; Chiang; Båkestad; Hoch, 2020). Em *Humulus lupulus* verificou-se 90% de conversão das sementes sintéticas cultivadas sob condições de fotoperíodo de 16h de luz, ao passo que no escuro a conversão diminuiu (Di Sario *et al.*, 2025). Segmentos nodais de *Allamanda cathartica*, encapsulados, tiveram maior taxa de conversão 92% quando as sementes foram mantidas na condição de sala de crescimento (25 °C) (Khanam *et al.*, 2021). Em amora, *Rubus* spp., houve maior regeneração e crescimento de plantas quando os explantes encapsulados foram cultivados em meio MS na presença de luz a 24°C (Regni *et al.*, 2024). Em *Digitalis mariana*, a presença da luz foi responsável pela promoção da fotossíntese e pelo incremento na produção de biomassa de brotos, consequentemente, atingindo maior peso seco (Da Silva *et al.*, 2022). Também há correlação positiva entre a presença de luz *in vitro* e o aumento na germinação, crescimento e conteúdo de clorofila em culturas de brotos em *Digitalis purpurea* (Verma *et al.*, 2018). Nessas condições, o potencial fotossintético e porcentagem de germinação de sementes sintéticas é aumentado à medida que é prolongada a duração do armazenamento.

Uma possível explicação para esse fenômeno é que as sementes armazenadas por um período mais longo tiveram mais oportunidades de usar os nutrientes e tiveram mais chances de iniciar a germinação, obtendo, um crescimento mais rápido (Sarmah *et al.*, 2010; Mahdavi *et al.*, 2023). Kalsoom *et al.* (2023) citam que a eficiência do armazenamento de unidades encapsuláveis é melhorada pela inclusão de meio nutritivo durante o armazenamento, pois as sementes requerem um suprimento constante de nutrientes minerais para o processo de desenvolvimento celular na semeadura pós-armazenamento. As sementes sintéticas encapsuladas com MS líquido na matriz ou inoculadas em meio MS gelificado recebem nutrientes durante o armazenamento, permitindo uma conversão eficaz dos explantes encapsulados em plantas completas (Gantait *et al.*, 2015). Segundo Asadi *et al.* (2022), no encapsulamento de microestacas de *Satureja khuzistanica*, também foi observada redução na taxa de conversão das sementes após duas semanas de armazenamento em recipiente sem meio MS se comparadas àquelas armazenadas em recipientes com meio, as quais tiveram resultado superior. Isso é atribuído a disponibilidade de água e nutrientes do meio, que evita a dessecação e sustentando a capacidade de crescimento das sementes. No entanto, altas concentrações de sacarose são consideradas prejudiciais, podendo afetar a eficiência fotossintética de plantas cultivadas *in vitro*, ao passo que, níveis reduzidos de fonte de carbono são considerados

adequados para enraizamento in vitro (Rodrigues *et al.*, 2020). Condições escuras e falta de luz causam a redução do potencial fotossintético, dessa forma, as plantas não crescem devido à perda de clorofila (Godó *et al.*, 2011).

As sementes armazenadas em tubos com água tiveram uma menor viabilidade em comparação às acondicionadas em recipientes com meio MS sólido. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que a respiração do material vegetal pode ter sido inibida ao ser submersa em água, sendo ali um ambiente anaeróbico (Mahfelli *et al.*, 2022). Já a redução nos valores dos parâmetros avaliados quando se utilizou tubos vazios para a semeadura das sementes sintéticas, principalmente, após 60 DAS ocorreu porque os tecidos vegetais não tiveram acesso a sacarose, minerais e água suficientes durante o período de pós-semeadura, sem esses insumos, os explantes estão sujeitos a suspensão de seus processos fisiológicos e metabolismo celular, prejudicando a regeneração de sementes sintéticas (Seydi; Sedaghathoor; Kaviani, 2020). Essa redução das taxas pode ser atribuída também à tendência das cápsulas de dessecar sob condições de baixa umidade e exposição direta ao ar. A desidratação é um fator de estresse que reduz o desenvolvimento dos explantes a partir de sementes sintéticas (Sota *et al.* 2023).

5 CONCLUSÃO

O armazenamento de sementes sintéticas de *Ipomoea batatas* cv. Italiana branca por até 60 dias em tubos com meio MS sólido a 25 °C e em ambiente claro, independente da composição matriz de encapsulamento, possibilitou as maiores taxas de conversão e características biométricas.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Neama et al. An academic and technical overview on plant micropropagation challenges. **Horticulturae**, v. 8, n. 8, p. 677, 2022.
- ABDOLINEJAD, Ruhollah; SHEKAFANDEH, Akhtar. Autotetraploid synthetic seeds of *Ficus carica* L. exhibit a superior cold acclimation system than their corresponding diploids. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 156, n. 3, p. 76, 2024.
- AKOMEAH, Belinda et al. Common garden experiment reveals altered nutritional values and DNA methylation profiles in micropropagated three elite Ghanaian sweet potato genotypes. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0208214, 2019.
- AMAGLOH, Flora C. et al. The potential of sweetpotato as a functional food in sub-Saharan Africa and its implications for health: a review. **Molecules**, v. 26, n. 10, p. 2971, 2021.
- ARMIJOS-GONZÁLEZ, Rosa; RAMÓN, Pablo; CUEVA-AGILA, Augusta. *Cinchona officinalis* L. ex situ conservation by in vitro slow growth and cryopreservation techniques. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 158, n. 1, p. 6, 2024.
- ASADI, Roya et al. Alginate encapsulation of micro-cuttings in endangered *Satureja khuzistanica* species: A promising method for obtaining genetically stable plants with high rosmarinic acid content. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 151, n. 2, p. 307-320, 2022.
- ASWATHI, Nayana Veedu; VRUNDHA, Chandran Padikkal Krishna; THOMAS, Thuruthiyil Dennis. Conventional Propagation and Micropropagation of Capsaicin-Containing Plants. In: **Capsaicinoids: From Natural Sources to Biosynthesis and their Clinical Applications**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. p. 155-176.
- BADHEPURI, Mahesh Kumar et al. Production of non-embryogenic synthetic seeds for short-term cold storage and ISSR marker-assisted genetic fidelity analysis of *Coleus forskohlii* (Willd) Briq. plants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 160, n. 2, p. 1-10, 2025.
- BEHERA, Shashikanta et al. Biology and biotechnological aspect of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.): A commercially important tuber crop. **Planta**, v. 256, n. 2, p. 40, 2022.
- BEHERA, Shashikanta et al. In vitro plant regeneration, genetic fidelity, biochemical analysis and anticancer activity of anthocyanin-rich purple flesh sweet potato var. 'Bhu Krishna'. **South African Journal of Botany**, v. 166, p. 332-343, 2024.
- BEHERA, Shashikanta et al. Production of non-embryogenic synthetic seeds for propagation and germplasm transfer of *Hedychium coronarium* J. Koenig. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 19, p. 100271, 2020.
- BHATTACHARYYA, Paromik; KUMAR, Vijay; VAN STADEN, Johannes. In vitro encapsulation based short term storage and assessment of genetic homogeneity in regenerated *Ansellia africana* (Leopard orchid) using gene targeted molecular markers. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 133, p. 299-310, 2018.

CABRAL, Maria JS; HASEEB, Muhammad; SOARES, Marcus A. Major Insect Pests of Sweet Potatoes in Brazil and the United States, with Information on Crop Production and Regulatory Pest Management. **Insects**, v. 15, n. 10, p. 823, 2024.

CHAUDHARI, V. M. Tissue Culture: Aeon of Micro Propagation in Vegetable Crops. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 13, n. 10, p. 1989-1999, 2023.

CHAUHAN, Ravishankar et al. Low-temperature storage in dark condition improved the in vitro regeneration of *Plumbago zeylanica* synthetic seeds: a medicinally valuable species. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, p. 1-6, 2024.

CHAUHAN, Ravishankar; SINGH, Vikram; QURAISHI, Afaque. In vitro conservation through slow-growth storage. **Synthetic Seeds: Germplasm Regeneration, Preservation and Prospects**, p. 397-416, 2019.

CHIANG, Camilo; BÅNKESTAD, Daniel; HOCH, Günter. Reaching natural growth: The significance of light and temperature fluctuations in plant performance in indoor growth facilities. **Plants**, v. 9, n. 10, p. 1312, 2020.

DA SILVA, Giselly Mota et al. Influence of the wavelength and intensity of LED lights and cytokinins on the growth rate and the concentration of total cardenolides in *Digitalis mariana* Boiss. ssp. *heywoodii* (P. Silva and M. Silva) Hinz cultivated in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 151, n. 1, p. 93-105, 2022.

DAS, Anamika et al. Artificial seed development of selected anti-diabetic plants, their storage and regeneration: progress and prospect. **Biotechnology of anti-diabetic medicinal plants**, p. 409-436, 2021.

DE HSIE, Bety Shiue et al. Study of the influence of wavelengths and intensities of LEDs on the growth, photosynthetic pigment, and volatile compounds production of *Lippia rotundifolia* Cham in vitro. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 198, p. 111577, 2019.

DI SARIO, Luciana et al. Micropropagation of Mapuche hop and evaluation of synthetic seed storage conditions. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 160, n. 2, p. 1-12, 2025.

FAISAL, Mohammad; ALATAR, Abdulrahman A. **Sementes sintéticas**. Springer, Cham, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24631-0>, 2019.

FARHADI, Nasrin et al. Effects of explant type, growth regulators and light intensity on callus induction and plant regeneration in four ecotypes of Persian shallot (*Allium hirtifolium*). **Scientia Horticulturae**, v. 218, p. 80-86, 2017.

FRITSCHE, Yohan; PINHEIRO, Marcos Vinícius Marques; GUERRA, Miguel Pedro. Light quality and natural ventilation have different effects on protocorm development and plantlet growth stages of the in vitro propagation of *Epidendrum fulgens* (Orchidaceae). **South African Journal of Botany**, v. 146, p. 864-874, 2022.

GANTAIT, Saikat et al. Synthetic seed production of medicinal plants: a review on influence of explants, encapsulation agent and matrix. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 37, p. 1-12, 2015.

GEORGE, Justin et al. Sustainable sweetpotato production in the United States: Current status, challenges, and opportunities. **Agronomy Journal**, v. 116, n. 2, p. 630-660, 2024.

GIRARD, Amy Webb et al. Orange-fleshed sweetpotato: Strategies and lessons learned for achieving food security and health at scale in Sub-Saharan Africa. **Open Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 511-536, 2021.

GODO, Toshinari et al. Effects of wavelength of LED-light on in vitro asymbiotic germination and seedling growth of *Bletilla ochracea* Schltr.(Orchidaceae). **Plant Biotechnology**, v. 28, n. 4, p. 397-400, 2011.

HASAN, Nazarul et al. Genetic Improvement of Medicinal and Aromatic Plant Species: Breeding Techniques, Conservative Practices and Future Prospects. **Crop Design**, p. 100080, 2024.

HEGDE, Vivek et al. Cassava (*Manihot esculenta*) Synthetic Seed Production for Germplasm Exchange. **Indian Journal of Plant Genetic Resources**, v. 34, n. 03, p. 404-410, 2021.

HUSSIEN, Eman Tawfik et al. Synthesis and characterization of artificial seeds plantlets of in vitro male *Populus alba*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 156, n. 2, p. 37, 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2024. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: produção agrícola municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

ISLAM, Shahidul. Sweetpotatoes [*Ipomoea batatas* (L.) lam]: the super food of the Next Century? An intensive review on their potential as a sustainable and versatile food source for future generations. **CyTA-Journal of Food**, v. 22, n. 1, p. 2397553, 2024.

ISOBE, Sachiko et al. Trilateral Research Association of Sweetpotato (TRAS) *Ipomoea trifida* and *I. batatas* Sequencing and Crop Improvement Efforts. In: **The Sweetpotato Genome**. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 19-26.

KADER, Abdul; SINHA, Sankar Narayan; GHOSH, Parthadeb. A strategy for development of genetically stable synseeds of *Azadirachta indica* A. Juss.(Neem) suitable for in vitro storage. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 151, n. 1, p. 47-58, 2022.

KALSOOM, Tahira et al. In Vitro Synthetic Seed Production of Potato under Different Fungicide Levels and Storage Intervals. **Phyton (0031-9457)**, v. 92, n. 8, 2023.

KAMIŃSKA, Monika et al. Efficient long-term conservation of *Taraxacum pieninicium* synthetic seeds in slow growth conditions. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 132, p. 469-478, 2018.

KHANAM, Mehrun Nisha et al. Encapsulation of nodal segments of *Allamanda cathartica* for short-term storage and germplasm exchange. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 145, p. 435-443, 2021.

- KHEZRI, Maryam; ASGHARI-ZAKARIA, Rasool; ZARE, Nasser. Plant Cell and Tissue Culture: Propagation, Improvement, and Conservation of Medicinal Plants. In: **Biosynthesis of Natural Products in Plants: Bioengineering in Post-genomics Era**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. p. 267-291.
- KITAVI, Mercy; BUELL, C. Robin. Molecular Breeding of Carotenoids in Sweetpotato. In: **The Sweetpotato Genome**. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 99-110.
- KUMAR, Indrajeet et al. Utilizing Residual Biomass from Medicinal and Aromatic Plants: Scope for Value Enhancement. In: **Medicinal and Aromatic Plants: Current Research Status, Value-Addition to Their Waste, and Agro-Industrial Potential (Vol II)**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 185-202.
- MAHDAVI, Zahra et al. Artificial seed production of *Phalaenopsis* orchid: effect of encapsulation materials, temperature, light spectra, and storage period. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 155, n. 3, p. 797-808, 2023.
- MANOKARI, Mani et al. Microencapsulation of betacyanins accumulated calli, short-term cold storage, and retrieval of callus in *Selenicereus undatus* (Haw.) DR Hunt. **South African Journal of Botany**, v. 173, p. 279-283, 2024.
- MAQSOOD, Mehpara et al. Synthetic seed technology in some ornamental and medicinal plants: An overview. **Propagation and genetic manipulation of plants**, p. 19-31, 2021.
- MARUYAMA, Tsuyoshi E.; TSURUTA, Momi; KATSUKI, Toshio. Tissue culture response and in vitro plant regeneration of 'Haruka' (Cerasus Sato-zakura Group 'Haruka'), a new cultivar of Japanese flowering cherry. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 60, n. 2, p. 183-193, 2024.
- MAZRI, Mouaad Amine et al. Use of Tissue Culture Methods to Improve Stress Tolerance in Plants. In: **New Frontiers in Plant-Environment Interactions: Innovative Technologies and Developments**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 425-460.
- MENG, Xiaoqing et al. First systematic review of the last 30 years of research on sweetpotato: elucidating the frontiers and hotspots. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1428975, 2024.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissues cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.
- OTÁLORA, Andrés et al. Sweet potato, batata or camote (*Ipomoea batatas*): An overview about its crop, economic aspects and nutritional relevance. **J. Sci. Technol. Appl**, v. 17, p. 1-10, 2024.
- PERESSIN, Valdemir Antonio et al. Flavor and color: 'IAC 134 AL01', the Campinas Agronomic Institute's first orange-colored pulp sweet potato cultivar. **Horticultura Brasileira**, v. 41, p. e2622, 2023.
- PURWANTORO, Aziz et al. Genetic transformation via plant tissue culture techniques: Current and future approaches. In: **Advances in Plant Tissue Culture**. Academic Press, 2022. p. 131-156.

- QAHTAN, Ahmad A. et al. An introduction to synthetic seeds: Production, techniques, and applications. **Synthetic seeds: germplasm regeneration, preservation and prospects**, p. 1-20, 2019.
- QAHTAN, Ahmed A.; ALATAR, Abdulrahman A.; FAISAL, Mohammad. In vitro regeneration, phytochemical profiling and antioxidant activity in *Ruta chalepensis* plants established from alginate encapsulated synthetic seeds. **South African Journal of Botany**, v. 161, p. 575-585, 2023.
- R Core Team. RStudio: Integrated Development Environment for R, Version 4.3.2.; **Computer Software**, 2024.
- RAHIMI, Sara et al. Tissue culture techniques to conserve endangered medicinal plants with antimicrobial and antiviral activities. In: **Medicinal Plants: Biodiversity, Biotechnology and Conservation**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 675-710.
- RAI, Manoj K. et al. Encapsulation technology: an assessment of its role in in vitro conservation of medicinal and threatened plant species. In: **Agricultural biotechnology: latest research and trends**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 103-128.
- RATHER, Gulzar A. et al. Tissue culture: a perpetual source for the conservation of medicinally important endangered plant species. In: **Advances in plant tissue culture**. Academic Press, 2022. p. 373-393.
- REGNI, Luca et al. Blackberry synthetic seeds storage: effects of temperature, time, and sowing substrate. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 158, n. 1, p. 17, 2024.
- RODRIGUES, Vereena et al. Micropropagation, encapsulation, and conservation of *Decalepis salicifolia*, a vanillin isomer containing medicinal and aromatic plant. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 56, p. 526-537, 2020
- ROSERO, Amparo et al. Assessment of the current state of in situ conservation and use of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in Colombia. **Culture, Agriculture, Food and Environment**, v. 44, n. 1, p. 76-89, 2022.
- RUTA, Claudia; LAMBARDI, Maurizio; OZUDOGRU, Elif Aylin. Biobanking of vegetable genetic resources by in vitro conservation and cryopreservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, p. 3495-3532, 2020.
- SAHU, Parmeshwar K. et al. Plant genetic resources: conservation, evaluation and utilization in plant breeding. In: **Advanced Crop Improvement, Volume 2: Case Studies of Economically Important Crops**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 1-45.
- SAJEEV, M. S. et al. Tropical tuber crops: nutrition and entrepreneurial opportunities. In: **Vegetables for Nutrition and Entrepreneurship**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 409-438.
- SAMRIDHA, V.; CHANDRA, Saket. In-vitro Propagation to Conserve Medicinally Important Plants: Insight, Procedures, and Opportunities. In: **Medicinal and Aromatic Plants: Current Research Status, Value-Addition to Their Waste, and Agro-Industrial Potential (Vol I)**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 13-25.

- SAPAKHOVA, Zagipa et al. Sweet potato as a key crop for food security under the conditions of global climate change: A Review. **Plants**, v. 12, n. 13, p. 2516, 2023.
- SARMAH, Debojit Kumar; BORTHAKUR, M.; BORUA, P. K. Artificial seed production from encapsulated PLBs regenerated from leaf base of *Vanda coerulea* Griff. ex. Lindl.—an endangered orchid. **Current science**, p. 686-690, 2010.
- SAXENA, Akansha; SHUKLA, Mukund; SAXENA, Praveen. Synthetic seeds: Relevance to endangered germplasm conservation in vitro. **Synthetic Seeds: Germplasm Regeneration, Preservation and Prospects**, p. 21-60, 2019.
- SEYDI, Shima; SEDAGHATHOOR, Shahram; KAVIANI, Behzad. In vitro storage techniques of *Fritillaria imperialis* Lubra Maxima, a wild rare and critically endangered ornamental species. **CMU J. Nat. Sci**, v. 19, n. 3, p. 612-628, 2020.
- SHARMA, Pooja; JAIN, Shri Mohan. Micropropagation Applications in Conservation of Horticultural Crops. In: **Sustainable Utilization and Conservation of Plant Genetic Diversity**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. p. 683-710.
- SHARMA, Shagun et al. In vitro propagation and omics breakthroughs for understanding specialized metabolite production in high-value Himalayan *Fritillaria* species. **Industrial Crops and Products**, v. 205, p. 117541, 2023.
- SHILPHA, Jayabalan et al. Short-term storage of *Solanum trilobatum* L. synthetic seeds and evaluation of genetic homogeneity using SCoT markers. **Plant Biotechnology Reports**, v. 15, p. 651-661, 2021.
- SHIMIZU G, MARUBAYASHI R, GONCALVES L AgroR: **Experimental Statistics and Graphics for Agricultural Sciences**. R package version 1.3.3, 2024.
- SINGER, Stacy D. et al. Genetic variation and unintended risk in the context of old and new breeding techniques. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 40, n. 1, p. 68-108, 2021.
- SOTA, Valbona et al. Short-term conservation of *Juglans regia* L. via synthetic seed technology. **Horticulturae**, v. 9, n. 5, p. 559, 2023.
- SOUSA, Beatriz et al. Douro Vineyards: A Perspective for the Valorization and Conservation of Grapevine Genetic Resources. **Agronomy**, v. 14, n. 2, p. 245, 2024.
- SRIVASTAVA, Vartika et al. Unveiling the bountiful treasures of India's fruit genetic resources. **Food Security**, p. 1-38, 2024.
- SSALI, Reuben Tendo et al. Genomic-Assisted Nutritional and Quality Breeding Efforts in Sweetpotato. In: **The Sweetpotato Genome**. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 85-98.
- SUBRAHMANYESWARI, Tsama; MAHANTA, Manisha; BANDYOPADHYAY, Sandipan. Production, Storage, and Regeneration of Synthetic Seeds from Selected Medicinal Plants with Antiallergic Property. In: **Biotechnology of Medicinal Plants with Antiallergy Properties: Research Trends and Prospects**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. p. 547-565.

TAILOR, Aditi; JOSHI, Anjali. The Role of Synthetic Seeds in Germplasm Conservation of Forest Tree Species. In: **Biotechnological Approaches for Sustaining Forest Trees and Their Products**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. p. 103-150.

TBRC Business Research, LLC. *Sweetpotatoes market size, share and growth analysis for 2024-2033*. 2024. Disponível em: <<https://www.einpresswire.com/article/686498575/sweetpotatoes-market-size-share-and-growth-analysis-for-2024-2033>>. Acesso em: 5 dez. 2024.

THAPA, Chandra Bahadur et al. In vitro propagation and evaluation of genetic homogeneity using RAPD, ISSR, and SCoT markers in *Piper longum* L. **South African Journal of Botany**, v. 172, p. 609-618, 2024.

TWAIJ, Baan Munim; JAZAR, Zena H.; HASAN, Md Nazmul. Trends in the use of tissue culture, applications and future aspects. **International Journal of plant biology**, v. 11, n. 1, p. 8385, 2020.

VENAT, Oana et al. A comprehensive study regarding multiplication of two worldwide economically important species: *Solanum tuberosum* and *Ipomoea batatas*-in vitro approach. **Scientific Papers. Series B. Horticulture**, v. 66, n. 2, 2022.

VERMA, Sandeep Kumar et al. Enhanced growth and cardenolides production in *Digitalis purpurea* under the influence of different LED exposures in the plant factory. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 18009, 2018.

VETTORAZZI, Renato Gobbi et al. Desenvolvimento de um protocolo otimizado in vitro para conservação de variedades locais de batata-doce. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 3, p. 359-367, 2017.

VOLLMER, R. et al. Accelerated In Vitro Propagation of Sweetpotato Clones (*Ipomoea batatas* L.). In: **Technologies in Plant Biotechnology and Breeding of Field Crops**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 133-149.

VOLLMER, Rainer et al. Thiamine improves in vitro propagation of sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]—confirmed with a wide range of genotypes. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 152, n. 2, p. 253-266, 2023.

YAN, Mengxiao et al. Exploring and exploiting genetics and genomics for sweetpotato improvement: Status and perspectives. **Plant communications**, v. 3, n. 5, 2022.

YENCHO, G. Craig. Sweetpotato: An Orphan Crop No More?. In: **The Sweetpotato Genome**. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 1-9.

ZHU, Mingku. The unique importance of sweetpotato: Insights focusing on genetic improvements of salt and drought tolerance. **Scientia Horticulturae**, v. 339, p. 113848, 2025.