



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CULTIVO DE BATATA EM SISTEMA DE IMERSÃO TEMPORÁRIA

MAURICIO CARLOS FLORES

PELOTAS, 2017

MAURICIO CARLOS FLORES

CULTIVO DE BATATA EM SISTEMA DE IMERSÃO TEMPORÁRIA

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial á obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Orientador: Leonardo Ferreira Dutra

Coorientadora: Eugênia Jacira Bolacel
Braga

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

F635c Flores, Mauricio Carlos

Cultivo de batata em sistema de imersão temporária /
Mauricio Carlos Flores ; Leonardo Ferreira Dutra, orientador
; Eugênia Jacira Bolacel Braga, coorientadora. — Pelotas,
2018.

21 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em
Ciências Biológicas) — Instituto de Biologia, Universidade
Federal de Pelotas, 2018.

1. Batata-semente. 2. Solanum tuberosum. 3. Potato. 4.
Papa. 5. Semilha. I. Dutra, Leonardo Ferreira, orient. II.
Braga, Eugênia Jacira Bolacel, coorient. III. Título.

CDD : 633.491

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

MAURÍCIO CARLOS FLORES

CULTIVO DE BATATA EM SISTEMA DE IMERSÃO TEMPORÁRIA

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pelotas, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Capão do Leão, 18 de Dezembro, 2017.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Leonardo Ferreira Dutra
Embrapa Clima Temperado



Dra. Daiane de Pinho Benemann
Universidade Federal de Pelotas



Ma. Fernanda Quintanilha Azevedo
Embrapa Clima Temperado

Ma. Juliana Hey Coradin
Embrapa Clima Temperado

SUMÁRIO

RESUMO	5
1- INTRODUÇÃO	6
2- OBJETIVOS	7
3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1- A batata no mundo.....	7
3.2- A batata no Brasil.....	7
3.3- A batata no Rio Grande do Sul.....	8
3.4- Botânica.....	8
3.5- Cultivar Baronesa.....	9
3.6- Micropropagação de batata.....	9
3.6.1- Vantagens e desvantagens da micropropagação.....	10
3.6.2- Meio de Cultivo.....	11
3.6.3- Biorreatores na micropropagação.....	12
4- METODOLOGIA	13
4.1- Sistema convencional de micropropagação.....	13
4.2- Sistemas de imersão temporária.....	14
5- RESULTADOS e DISCUSSÃO	15
6- CONCLUSÃO	18
7- REFERÊNCIAS	19

RESUMO

FLORES, M.C. **Cultivo de batata em sistema de imersão temporária**. 2017. Trabalho de Conclusão do Curso de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

A micropropagação de batata tem si do fundamental na multiplicação em larga escala, produzindo mudas de alta qualidade sanitária para fins de melhoramento e produção de minitubérculos. No entanto, necessita de alta demanda de mão-de-obra especializada, que representa quase 70% do custo final por planta produzida. Para solucionar estes problemas, é cada vez mais comum o uso dos sistemas de Biorreatores de Imersão Temporária (BIT). O biorreator apresenta uma série de vantagens em relação ao sistema convencional, tais como a maior quantidade por área cultivada e qualidade final do material propagado, assim como menor demanda de mão-de-obra. Objetivou-se avaliar este sistema em comparação ao método convencional de micropropagação. Foram testados os dois sistemas por período de 21 dias, em sala de crescimento com luz e temperatura controladas. As plantas foram avaliadas em relação ao comprimento da parte aérea, peso fresco e peso seco da parte aérea, número de brotos, número de folhas e número de gemas. Dos explantes submetidos simultaneamente aos dois sistemas, aqueles que se desenvolveram em biorreator apresentaram em média 15,49 cm de comprimento da parte aérea, enquanto que no sistema semissólido, a média do comprimento ficou em 6,14 cm. Para o variável peso fresco, com o biorreator obtivemos média de 0,78g, enquanto que o semissólido ficou em 0,15g. Na variável número de gemas, o biorreator também apresentou valores superiores ao sistema semissólido. O sistema de cultivo líquido, com o uso de biorreatores mostrou-se bastante eficaz, superando o sistema convencional em vários aspectos, podendo ser utilizado para obtenção de plantas de batata mais preparadas para o cultivo *ex vitro*.

Palavra-chave: Batata- semente, *Solanum tuberosum*, *Potato*, *papa*, *Semilha*.

1- INTRODUÇÃO

A produção de batata no Brasil está concentrada principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, que juntos responderam por quase 90% da produção nacional de 2016 (AGRIANUAL, 2017). Utilizada na alimentação humana, desde os primórdios fazendo parte da dieta Inca (KERBAUY, 2004), a batata hoje se destaca na produção mundial de tubérculo.

A batata é uma das culturas com maior custo de produção no Brasil, (cerca de US\$ 3 mil/ha), sendo que a batata-semente certificada é responsável por quase 40% deste. Como o Brasil é essencialmente importador, gera evasão de divisas que pode chegar a 20 milhões de dólares (DIAS, 2006). Os obstáculos como a dificuldade na obtenção de material de propagação certificado e preço competitivo, resultam na retração da demanda de mercado, sendo esse um dos principais problemas enfrentados nessa cultura (RIBEIRO et al, 2015).

A produção usual de sementes a campo tem alto risco de contaminação por patógenos, por isso a forma mais adequada para produção de sementes certificadas, começa primeiramente com a micropropagação (cultivo *in vitro*). Esta consiste na clonagem de plantas saudáveis onde se utiliza principalmente gemas apicais e caulinares, podendo produzir milhares de clones geneticamente idênticos à planta mãe em tempo bastante reduzido (ULISSES et al, 2010), destinados à produção de batata semente em sistemas de hidroponia e aeroponia. No entanto, a micropropagação, apesar de eliminar o problema com doenças e produzir plantas geneticamente uniformes, apresenta um alto custo de mão de obra, podendo chegar a 70% no preço final das mudas (RIBEIRO et al, 2015). Para contornar este problema na multiplicação *in vitro*, recentemente o uso do Sistema de Imersão Temporária surgiu como uma excelente opção na propagação de gemas e embriões somáticos (TEIXEIRA, 2001). Neste sistema, diferente dos meios semissólidos, usa-se meios de cultivos líquidos, em um sistema totalmente automatizado (RODRIGUES et al., 2006).

A micropropagação de batata em biorreatores é uma valiosa ferramenta para ajudar a amenizar os altos custos da produção de mudas certificadas. Os biorreatores são práticos e oferecem controle total do cultivo, permitindo ajustes frente às diferentes necessidades de cada cultura, sendo preferível ao sistema convencional de micropropagação, pois possibilita maior número de explantes por

m², menor número de pessoas envolvidas no processo da multiplicação, não utiliza gelificantes e apresenta maior desenvolvimento dos explantes.

2- OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo comparar o sistema de micropropagação convencional como Sistema de Imersão Temporária (SIT), no cultivo *in vitro* de batata cv. Baronesa.

3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1- A batata no mundo

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é o terceiro alimento mais consumido no mundo, que somente é superada pelo arroz e trigo, já que o milho é mais utilizado na fabricação de insumos para o trato animal (SILVA et al., 2014).

As exportações dos maiores países produtores, chegaram a alcançar quase 2,5 bilhões de dólares em 2016, sendo que só a França contribuiu com 1,8 milhões de toneladas para o mercado externo, e a Alemanha em segundo lugar, exportou mais de 1,6 milhões de toneladas (AGRANUAL, 2017). Porém, mais da metade da produção mundial do tubérculo provém de países em desenvolvimento, por ser uma cultura ideal para regiões que possuam escassez de terra e abundância de mão-de-obra, condições que caracterizam boa parte dos países em desenvolvimento. Além disso, o plantio do tubérculo produz mais rapidamente e em condições climáticas mais adversas que qualquer outro grande cultivo.

Para aumentar a conscientização sobre um vegetal responsável no passado pelo crescimento populacional europeu e que hoje, é essencial no combate à fome e à pobreza, a ONU declarou 2008 como o ano internacional da batata.

3.2- A batata no Brasil

No Brasil, o cultivo mais intenso de batata, iniciou-se na década de XX, no cinturão verde de São Paulo. A partir de 1927 com o surgimento da Coopercotia (CAC) iniciou-se sua comercialização, e em 1940 a CAC deu início a expansão das

fronteiras agrícolas, comercializando batatas e outras hortaliças (HIRANO, 2008). Desde a introdução de batata no Brasil até 1950, o manejo desta cultura era feito exclusivamente de forma artesanal. Desde então, a cultura tem passado por várias transformações, começando pelo uso de fertilizantes químicos e a tração animal, propiciando aumento da área cultivada e maior produtividade.

O controle de doenças fúngicas teve destaque na década de 60, e a introdução da mecanização da cultura da batata se dá a partir da década de 70 em diante. A evolução da cultura da batata no Brasil teve a influência de vários fatores, mas o uso da batata semente e a introdução de novas variedades foram determinantes para o sucesso na produção dessa cultura (PEREIRA, 2011), e a área de produção de batata hoje no Brasil corresponde a mais de 125 mil ha (AGRIANUAL, 2017).

3.3- A batata no Rio Grande do Sul

Os municípios de Pelotas, Canguçu, Cristal e São Lourenço do Sul, regiões de concentração das colônias alemãs no estado, outrora se destacaram como os maiores produtores de batata no Rio Grande do Sul, (MADAIL et al., 2005). Entretanto, nas últimas décadas este quadro vem mudando constantemente com a entrada de grandes produtores no mercado e atualmente outras regiões despontam na produção de batatas, em especial os municípios de São José dos Ausentes e São Francisco de Paula, que se destaca em produtividade e área plantada, sendo a principal atividade econômica desses municípios (AMARAL et al., 2012).

O Estado ocupa a quarta posição no *ranking* dos maiores produtores de batata no Brasil, contribuindo com 426.214 toneladas da oferta nacional do produto (AGRIANUAL, 2017).

3.4- Botânica

A batata, conhecida popularmente no Brasil como batata inglesa é oriunda da região dos Andes, e foi introduzida na Europa no século XVI pelos Ingleses e espanhóis e tornou-se um dos mais importantes produtos na alimentação humana, hoje difundida em todo o mundo (MACHADO & MORAES, 1976).

O tubérculo da batata é um tipo de caule modificado, curto e bastante espesso devido a seus plastídios conterem grande quantidade de amido acumulado (KERBAUY, 2004). A batata pertence à família Solanácea, assim como o tomate, a berinjela, a pimenta, o pimentão e o fumo. Geralmente são arbustos pequenos com folhas simples, alternadas, com inflorescência cimososa vistosa e bissexuada (LORENZI & SOUZA, 2012), no máximo com 60 cm de comprimento da parte aérea, e bastante ramificada, podendo ocorrer reprodução sexuada e assexuada. Na reprodução assexuada, as raízes originadas dos tubérculos são de natureza adventícia, enquanto que nas plantas oriundas da germinação das sementes, as raízes tem origem na radícula (MACHADO & MORAES, 1976).

3.5- Cultivar Baronesa

A batata cultivar Baronesa é o resultado da autofecundação da linhagem Holandesa Loman, produzida no IPEAS em 1955. A 'Baronesa' foi a mais importante cultivar do melhoramento genético da batata no Brasil, atingindo, por muitos anos, mais de 80% da área plantada no Estado do Rio Grande do Sul, e na atualidade segue sendo produzida para autoconsumo no sul do estado. Esta cultivar apresenta como aspecto positivo, boa produtividade e ciclo médio, resistência ao vírus do mosaico comum e do enrolamento. Possuem ótima classificação comercial, devido ao formato dos tubérculos serem compridos e achatados, apresentarem polpa cor creme, película rosada e ótima conservação em depósitos. Além disso, possuem o porte baixo e são bastante resistentes à seca. Em contrapartida, são susceptíveis à *Phytophthora infestans*, oomiceto causador da "preteadeira" (BOOK, 1976).

3.6- Micropropagação de batata

A batata pode ser propagada sexualmente (por semente botânica) e assexualmente por meio de tubérculos, e os tubérculos de batata semente são utilizados para multiplicação e produção (MIHAELA, 2012). Neste processo de propagação, o material está sujeito à infecção por patógenos, como fungos, bactérias e, principalmente, vírus que a cada ciclo vegetativo são transmitidos para a próxima geração, contribuindo para o processo de degenerescência da cultura.

Por estarem diretamente relacionados com a produtividade e a qualidade dos tubérculos produzidos e por se constituir o componente mais alto do custo de produção, é de grande importância a utilização de sementes de alta qualidade genética e fitossanitária para compor a lavoura (PESKE et al, 2012).

A produção de batata-semente é de grande importância, sendo realizada através de diversas etapas, onde por meio da cultura de tecidos é possível obter materiais propagativos de batata pré-básica livres de doenças (RITTER et al, 2017). No Brasil, a batata pré-básica, na maior parte é obtida através do sistema de cultura de tecidos, sendo que sua reprodução é feita em laboratório, uma técnica cara (média de R\$ 0,40 por plântula) e, portanto não acessível a todos os bataticultores.

A micropropagação com tratamentos adequados e a capacidade de regeneração de certos tecidos vegetais, faz desta técnica uma ferramenta imprescindível na multiplicação em larga escala de plantas e tecidos.

Para reduzir os custos de produção da batata-semente é necessário conhecer o potencial de multiplicação *in vitro* dos diferentes genótipos de batata para ajustar o protocolo, tornando o processo mais eficiente (SANTIAGO, 2012). A micropropagação abriu um grande leque de opções para trabalhar com a cultura de tecidos e plantas, permitindo também a intervenção na regulação hormonal das plantas por meio dos reguladores de crescimento acrescentados ao meio de cultura, que de forma balanceada permite que possamos intervir na multiplicação e alongamento das células de todos os órgãos da planta e de forma independente, estimulando mudanças no comportamento das raízes, caule e folhas (CARVALHO et al 2006).

3.6.1- Vantagens e desvantagens da micropropagação

Conforme Lameira et al, (2000), existem muitas vantagens na utilização da técnica de micropropagação em relação aos meios tradicionais de propagação vegetal, tais como: rápida multiplicação do número de clones de plantas selecionadas para obtenção de metabólitos secundários; menor tempo de multiplicação; alta capacidade de multiplicação de plantas em larga escala em uma área bastante reduzida; material propagado livre de patógenos; o material multiplicado pode ser transportado com maior facilidade e possibilidade de criar,

manter e facilitar o Intercâmbio de germoplasma. Na micropropagação de batata, vários tecidos podem ser usados como explantes, fazendo desta técnica, uma ferramenta fundamental para a rápida multiplicação clonal de batata (DODDS et al, 1992).

No entanto, alguns fatores negativos encarecem o processo, tais como: necessidade de mão-de-obra treinada; custo elevado na implantação de equipamentos laboratoriais e áreas de manipulação asséptica assim como a utilização de alguns reagentes, como o ágar, fatores que somados elevam o custo das mudas produzidas.

3.6.2- Meio de Cultivo

O meio de cultivo mais utilizado na micropropagação de plantas em laboratórios é o meio desenvolvido por MURASHIGE & SKOOG (1962), acrescido de um composto gelificante como ágar ou gelrite® (SCHERWINSKI PEREIRA, 2003). Sendo a composição mais utilizada nos laboratórios para cultura de tecidos e plantas, o meio de cultura Murashige & Skoog (MS) tem demonstrado ser adequado para a grande maioria das espécies, por conter altas concentrações de micro e macro nutrientes além de uma fonte de carbono, provendo todas as necessidades nutricionais para um bom desenvolvimento do explante (MURASHIGE, 1976).

O meio de cultivo líquido apresenta várias vantagens em relação ao meio semissólido. A primeira vantagem é que no meio convencional com ágar os explantes recebem nutrientes apenas pela base, dificultando ainda mais a alocação, além do fato do ágar encarecer muito este meio de cultivo (TEIXEIRA, 2011). No meio líquido, os explantes ficam submersos no meio de cultivo, recebendo nutrientes por toda a parte, proporcionando com isso, melhor desenvolvimento geral dos explantes em relação ao meio de cultivo com ágar, podendo alcançar de 1,6 a 3,6 vezes superiores ao sistema semissólido (PEREIRA & FORTES, 2004).

3.6.3- Biorreatores na micropropagação

O uso de biorreatores surge com uma excelente opção econômica, que além de reduzir o custo operacional com mão de obra e espaço físico, proporciona melhor desenvolvimento geral dos explantes, condição necessária para suportar as adversidades na fase de aclimatização em casa de vegetação (TEIXEIRA, 2006).

Vários trabalhos com biorreatores em diversas culturas (Lorenzo *et. al*, 1998, Oliveira *et. al*, 2011, Nascimento *et. al*, 2012) tem provado a eficácia sua eficácia na multiplicação de plantas, comprovando ser uma tecnologia que veio para ficar.

O Sistema de Imersão Temporária refere-se ao crescimento e desenvolvimento de plantas em meio líquido acoplado com controle automatizado das condições de cultivo para multiplicar rapidamente os explantes, aumentando exponencialmente o coeficiente de multiplicação do material. Explantes saudáveis derivados da micropropagação em sistema semissólido são introduzidos em biorreatores, aonde o sistema pneumático conduz o meio líquido do reservatório para o recipiente contendo os explantes (LEVA & RINALDI, 2012).

Existem vários tipos de biorreatores utilizados na cultura de tecidos e plantas, para as mais diversas finalidades, tais como o Twin Flask System (Figura 1A), que são os sistemas que usam dois frascos independentes. E o sistema RITA (Figura 1B), desenvolvido pela CIRAD, que como a maioria dos biorreatores utilizam um único frasco dividido em duas câmaras interligadas.

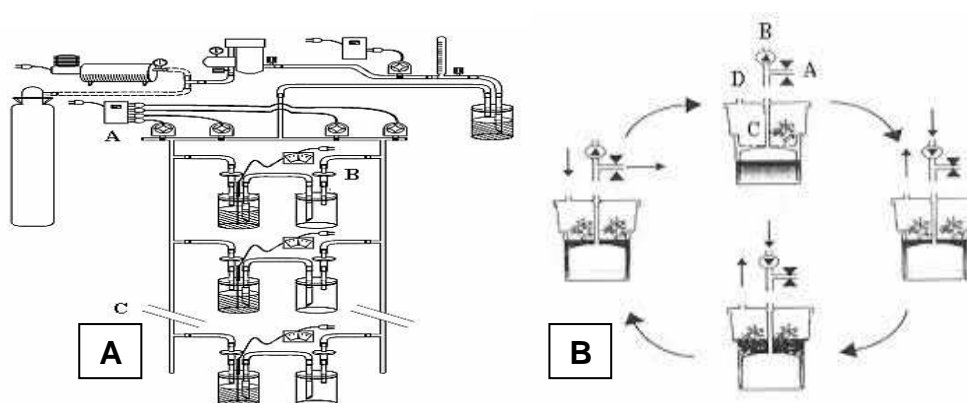


Figura 1 – A - Desenho esquemático de biorreator de Imersão Temporária desenvolvido pela Empresa Recursos Genético e Biotecnologia. INPI N° - 0004185-8 (Adaptado de TEIXEIRA, 2001). B – Biorreator do tipo “R.I.T.A.®” (Adaptado de TEISSON & ALVARD, 1995).

A cultura da batata apresenta excelente adaptabilidade para cultivo em meio de cultura líquido (PEREIRA& FORTES, 2003). A utilização de meios líquidos proporcionou um ganho significativo na micropropagação de batata. WU, (2007), em testes com ápices caulinares e segmentos nodais de batata, em diferentes protótipos de Biorreatores de Imersão Temporária, observou-se que o menor índice de contaminação e o maior índice de multiplicação foram obtidos no sistema com frascos independentes (Twin Flask System) e que a multiplicação dos explantes alcançou o dobro quando comparado com o método convencional de micropropagação em meio semissólido. Também afirma que é possível produzir mudas de batata com qualidade, rapidez e menor custo operacional.

Embora todas as vantagens oferecidas pelo uso do sistema de biorreatores na micropropagação de plantas, os experimentos com batata ainda são escassos. Um dos maiores entraves para o uso desta tecnologia é o custo elevado dos biorreatores comerciais. No entanto, é possível desenvolver biorreatores de baixo custo, como o que foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas.

4- METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas da EMBRAPA Clima Temperado de Pelotas, RS. Foram utilizados explantes de batata, da cultivar baronesa, do banco ativo de germoplasma de batata da Embrapa Clima Temperado.

A partir do material vegetal *in vitro*, foram feitas repicagens em Câmara defluxo laminar com meio de cultura Murashige & Skoog (MS), até obter-se a quantidade necessária para a instalação no Biorreator de Imersão Temporária (BIT). Para a multiplicação foram utilizados 50 ml de MS em frascos com capacidade para 250 ml, com pH ajustado em 5.8, acrescido de 30gL⁻¹ de sacarose e 7gL⁻¹ de ágar.

4.1- Sistema convencional de micropropagação

Os explantes oriundos da multiplicação foram repicados para 5 frascos com capacidade para 250 ml, convencionalmente usados em laboratórios de

micropropagação, nos quais foram adicionados 50 ml de meio MS por frasco, preparados conforme o método anteriormente citado. Cada frasco recebeu 10 explantes com uma gema cada um e permaneceu por 21 dias em sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas, luminosidade de $40 \mu\text{mol m/s}^{-1}$ e temperatura a 23°C .

4.2- Sistema de Imersão Temporária

Este processo foi executado simultaneamente ao sistema convencional de micropropagação. Os explantes foram inoculados em grupos de 10 por frasco de vidro com capacidade para 1000 ml. Foram utilizados 5 frascos para os explantes, e 5 frascos contendo 250 ml cada de meio de cultura líquido. Os frascos foram interligados por mangueiras de silicone, através de perfurações nas tampas, sendo que uma mangueira liga um frasco contendo o meio, a um frasco contendo os explantes, e outra mangueira, em cada frasco serve para o sistema de imersão e emersão por diferença de pressão do ar, sendo que essas últimas estão providas de filtro de cinco micras. Todo o material, (frascos, tampas, mangueiras e filtros), inclusive o meio de cultura, foram autoclavados a 121°C com pressão de 1,5 atm, por 20 minutos em embalagens fechadas.

Os frascos contendo os explantes foram ligados ao Sistema de Imersão Temporária, sob fotoperíodo de 16 horas, luminosidade de $40 \mu\text{mol m/s}^{-1}$ e temperatura estável em 23°C . O tempo de imersão do biorreator foi ajustado para 60 segundos e os intervalos entre as imersões foi programado para quatro horas, totalizando 5 imersões diárias.

Decorrido 21 dias, a contar da data de instalação do experimento, os explantes do sistema de micropropagação convencional e do biorreator foram avaliados pelo comprimento da parte aérea, com uso de uma escala e disponibilizado em cm, e o peso fresco da parte aérea em gramas, pesados com balança de precisão. Para o peso seco da parte aérea, as plantas foram colocadas em envelopes de papel pardo e levadas para estufa de secagem com temperatura de 65°C por 24 horas, e pesados com balança de precisão. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, foi aplicado o teste de Tukey ($P < 0.05$).

5- RESULTADO E DISCUSSÃO

O biorreator proporcionou ganho significativo no comprimento da parte aérea (Figura 2), chegando a uma diferença de quase três vezes em relação ao sistema semissólido em três semanas de cultivo.

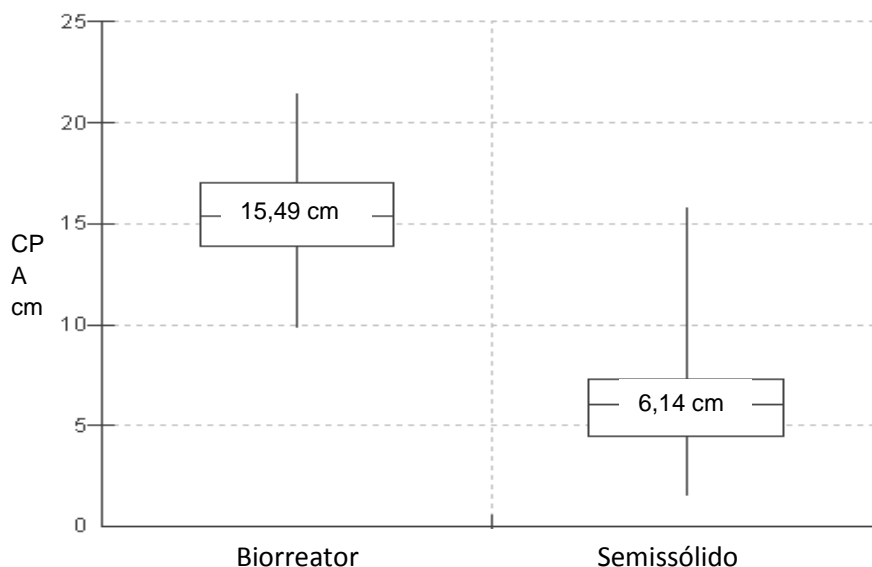


Figura 2- Médias e variâncias do Comprimento da Parte Aérea (CPA), de batata cv. Baronesa submetida a dois sistemas de micropropagação. (p) =< 0.0001.

Para o número de folhas e gemas axilares (Tabela 1), o biorreator apresentou melhores resultados, no entanto, para o número de brotos o sistema semissólido foi ligeiramente superior.

Tabela 1 – Número de brotos, folhas e gemas de batata cv. Baronesa, submetidas a dois sistemas de micropropagação.

Sistema	BROTOS	FOLHAS	GEMAS
Semissólido	1,9	7,0	7,0
Biorreator	1,3	10,0	12,0
(p) =	< 0.01	< 0.0001	< 0.0001

No sistema semissólido cada explante deu origem de um a três brotos, enquanto que no BIT, a grande maioria dos explantes deu origem a um único explante (Tabela 2). No entanto, as plantas apresentaram diferenças morfológicas

bastante significativas, não somente no comprimento da parte aérea, como mostra a figura 2, mas também no desenvolvimento das folhas.

Tabela 2 – Número de brotos de batata cv. Baronesa, submetidas a dois sistemas de micropropagação.

Número de brotos	1	2	3	4
Semissólido	17	20	12	1
Biorreator	32	17	1	0

Os resultados das médias para o Peso Fresco da Parte Aérea (PFPA) seguiram o esperado (Figura 3), levando em consideração as diferenças no Comprimento da Parte Aérea (CPA) das plantas entre os dois tratamentos.

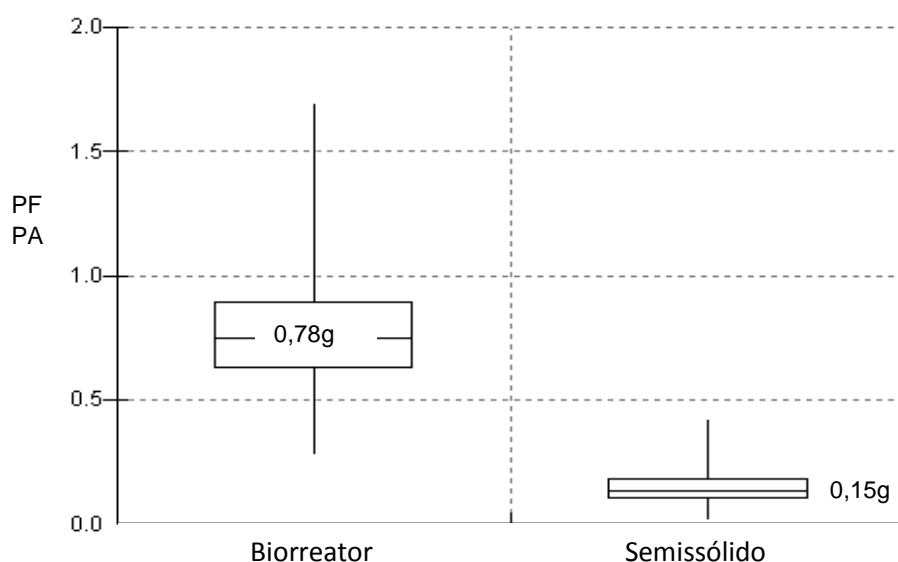


Figura 3- Médias e variâncias do Peso Fresco da Parte Aérea (PFPA), de batata cv. Baronesa, submetidas a dois sistemas de micropropagação, (p) \leq 0.0001.

Mesmo havendo maior variância no sistema líquido, a superioridade da média do peso fresco demonstra que o sistema líquido proporciona respostas melhores em comparação com o método convencional.

Na variável Peso Seco da Parte Aérea (PSPA), houve diferença entre os dois sistemas no acúmulo de massa seca (Figura 4).

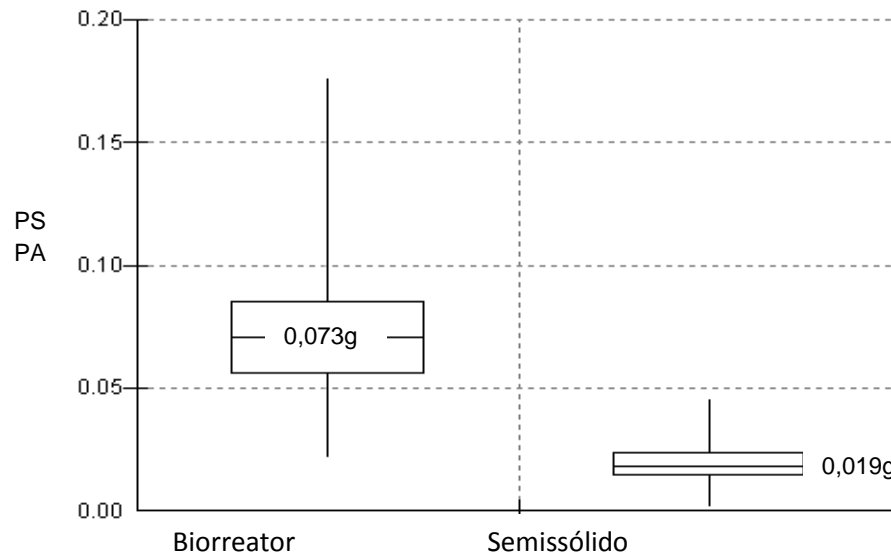


Figura 4- Médias e variâncias do Peso Seco da Parte Aérea (PSPA), de batata cv. Baronesa, submetidas a dois sistemas de micropropagação, ($p \leq 0.0001$).

Além da assimilação dos nutrientes pelas folhas, o sistema líquido permite um maior contato entre o explante e o meio, proporcionando melhor difusão dos nutrientes e os metabólitos tóxicos liberados dos tecidos durante o metabolismo secundário, também é disperso não se acumulando nas proximidades das raízes como no meio semissólido (MENGARDA et al, 2009). No meio de cultura líquido ocorre aumento da disponibilidade de água e nutrientes, não existindo resistência física à difusão quando comparado ao que ocorre nos meios de cultura de consistência semissólida (LEVIN et al, 2002). O maior contato dos explantes com o meio de cultura favorece a assimilação, enquanto que o meio semissólido dificulta a difusão dos nutrientes, observados na relação entre matéria seca dos dois sistemas avaliados.



Figura 4- Imagem comparativa de batata (*Solanum tuberosum* L.) do Sistema Convencional de Micropropagação (esquerda), e com o Sistema de Imersão Temporária (direita). Fonte: Maurício Carlos Flores

As consideráveis diferenças obtidas no desenvolvimento geral da planta, tanto em comprimento da parte aérea, como no tamanho das folhas (Fig.4), apresentadas pelo sistema de imersão temporária em comparação com o sistema convencional, estão ligadas diretamente a disponibilidade direta dos nutrientes proporcionados pelo meio líquido e que para aumentar o nível de biomassa das plantas na micropropagação parecem usar mais nutrientes do meio do que os produtos da fotossíntese. A aeração constante dos explantes não permite o acúmulo de etileno, fator limitante no sistema convencional, além das toxinas liberadas pelas raízes, que altera o pH próximo às raízes, e que no meio líquido estas toxinas são diluídas.

Em teste preliminar (dados não publicados), feitos com frascos do mesmo tamanho (1000 ml) e quantidade de meio de cultura iguais (250 ml), para os dois sistemas testados, não apresentaram diferenças significativas.

6- CONCLUSÃO

O Biorreator de Imersão Temporária proporcionou ganhos significativos no desenvolvimento das plantas de batata em relação ao sistema convencional, podendo ser usado inclusive para redução do tempo de cultivo de plantas pré-básicas destinadas à produção de batata semente.

7- REFERÊNCIAS

AGRIANUAL - **Anuário da Agricultura Brasileira**, 2017.

AMARAL, A. O; GUTH, S.; MOTTA, M.; CAMARGO, M.; MENEGOTTO, M.; PACHECO, M. - A viabilidade econômica da cultura da batata. **Custos e @gronegócios**, v.8 n.2, p 15-43, abr./jun. 2012.

BOOK, O.J. - **Tecnologia e Produção de Batatas Sementes**. Brasília: AGIPLAN. 1976.

CARVALHO, J.M.F.C.; SILVA, M.M.A.; MEDEIROS, M.J.L. - Fatores Inerentes á Micropropagação - Título. VI- NC 148. Série ISSN 0103-0205 - 28p. Campina Grande-PB, EMBRAPA - 2006.

DIAS, J. A. C. S. - **Produção de minitubérculos de batata-semente**. 2006. Disponível: http://www.infobibos.com/artigos/2006_3/minituberculos/index.htm> Acesso em: 18/1/2018.

DODDS J.H.; SILVA-RODRIGUEZ D.; TOVAR P. Micropropagation of Potato (*Solanum tuberosum* L.). In: Bajaj Y.P.S. (Eds.) **High-Tech and Micropropagation III. Biotechnology in Agriculture and Forestry**, vol. 19. Springer, Berlin, Heidelberg, 1992.

HIRANO, E. A **Cooperativa Agrícola de Cotia, um marco na história da batata no Brasil**. **Batata Show**, 22, 2008 p.61-64.

KERBAUY **Fisiologia vegetal**. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan S.A. 2004. 452 p.

LAMEIRA, O. A; LEMOS, O. F.; MENEZES, I. C.; PINTO, J. E. B. P. - Cultura de Tecidos; EMBRAPA, Amazônia Oriental, N. 66; p. 1517-2201. Belem, PA, 2000.

LEVA, A., & RINALDI, L. Recent Advances in Plant in vitro Culture. Rijeka- Croatia. 2012

LEVIN, R; TANNY, G. - Bioreactors as a low cost option for tissue culture. **Proceedings of a Technical Meeting organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Vienna, 26–30 August, 2002**.

LORENZI, H. & SOUZA, C.V. - **Botânica Sistemática** (3 ed.) Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. Nova Odessa, SP, 2012.

LORENZO, JC.; GONZALES, B.; ESCALONA, M.; TEISSON, C.; ESPINOSA P & BORROTO, C.G. - **Sugar cane shoot formation in an improved temporary immersion system**. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, 54:197-200 - 1998.

MACHADO, M.M.P. & MORAES, Z. - **Tecnologia e Produção de Batata Semente** (1 ed.) AGIPLAN, Brasília, 1976.

MADAIL, J; PEREIRA, A., WENDT, A., SIMA, L.. Agronegócio da Batata no Sul do RS. **Batata Show**, **45**. 2005

MENGARDA, L. H. G; POVOAS, L; DEBIASI C; PESCADOR, R. - The physical state of the culture medium on the behavior in vitro of bromeliaceae, **Scientia Agraria**, v.10, n.6, p.469-474, Nov./Dec. Curitiba, PR, 2009.

MIHAELA, C.; ANCA, B.; ANDREEA, N.; MONICA, P. - Production of Seedling Tubers from True Potato Seed (TPS) In Protected Area - **JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology**. Volume 16(4), 136- 141, 2012

MURASHIGE, T. - **Plant Tissue Culture Media**. Rockville, MD: Tissue Culture Association. 1976.

NASCIMENTO, M.M.; FERREIRA, M.A.C.; MALOSSO, M.G. - Produção de mudas de carobinha (*Jacaranda decurrens* Cham.) em sistema de imersão temporária com biorreatores do tipo RITA. **Revista Brasileira de plantas medicinais**. Vol.14 - ISSN 1516-0572. Botucatu, 2012.

OLIVEIRA, M. L.; XAVIER, A.; PENCHEL, R. M.; SANTOS, A. F.; - Multiplicação *in vitro* de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* cultivado em meio semissólido e em biorreator de imersão temporária - Sci. For, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 309-315, set. 2011.

PEREIRA, J. E, & FORTES, G. - **Protocolo para Produção de Material Propagativo de Batata em Meio Líquido**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.9, p.1035-1043. (2003).

PEREIRA, J.E.S.; FORTES, G.R.L. Organogênese de ápices meristemáticos de batata em meios de isolamento e multiplicação *in vitro*. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.197-201, abril-junho, Brasília, 2004.

PEREIRA, A. S. **A evolução da batata no Brasil**. 51-CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, Horticultura Brasileira 29. P. 5701-5710, Viçosa, 2011.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. - Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos. 3ª edição. Pelotas: Editora Rua Pelotas, 2012. 573p

RIBEIRO, J. M.; PINTO, M. S. T.; TEIXEIRA, S. L. - Alternativas para a Redução de Custos na Produção de Mudas *In Vitro*. EMBRAPA SEMIÁRIDO. Petrolina, PE, 2015.

RITTER, C. Y. S; BARICHELLO, E. C; DHEIN, M; MUHL, F. R; BALBINOT, M; FELDMANN, N. A. - Micropropagação de Minitubérculos de Batata Semente- IV-Simpósio de Agronomia e Tecnologia de Alimentos – ISSN 2359-6163- 2017.

RODRIGUES, P. H. V.; TEIXEIRA, F.M.; LIMA, A.M.L.; AMBROSANO, G.M.B. Propagação de mudas de helicônia em biorreator de imersão temporária. n.65, p. 29-35, Bragantina, PR, 2006.

SANTIAGO, G.; REINIGER, R.S.; HANAUER, J.G.; LOPES, S.J.; DEPRÁ, M.S.; Variação somaclonal nos descritores mínimos de tubérculo em batata - Ciência Rural, ISSN 0103-8478, v.42, n.2, p.197-202, Santa Maria RS, 2012.

SILVA, G. O; BORTOLOTTI, A. C., PONIJALEKI, R., MOGOR, A., & PEREIRA, A. - Desempenho de cultivares de batata para produtividade de tubérculos. *Ceres*, 61, 752-756, Ceres, GO, 2014.

SCHERWINSKI PEREIRA, J. E. - Protocolo para produção de material vegetativo de batata em meio líquido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38(9), 1035-1043. - 2003.

TEIXEIRA, J. B. - Biorreator de imersão temporária desenvolvido pela Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia. **II- Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil**, p. 278-284, 2001.

TEIXEIRA, J. B. - Produção de mudas clonais em biofábricas e uso de biorreator. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2006.

TEIXEIRA, J. B. - **BIOFABRICAS DE PLANTAS produção industrial de plantas in vitro**, cap. 2 1ed. São Paulo, 2011.

ULISSES, C.; WILLADINO, L.; ALBUQUERQUE, C. C.; CÂMARA, T. R. - Clonagem vegetal. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica** n.7, p.86-91. 2010.

WU, C. K. **Formação de mudas e microtubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) em sistemas biorreatores**. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Área de Concentração em Tecnologia de Produção Agrícola Campinas, SP, 2012.