

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL  
AGRONOMIA COM ÊNFASE EM AGROECOLOGIA**

**RONEI RUDKE**

**MULTIPLICAÇÃO *IN VITRO* DA CULTIVAR DE BATATA ÁGATA (*Solanum  
tuberosum* L.) E MICROPROPAGAÇÃO**

**LARANJEIRAS DO SUL  
2024**

**RONEI RUDKE**

**MULTIPLICAÇÃO *IN VITRO* DA CULTIVAR DE BATATA ÁGATA (*Solanum tuberosum* L.) E MICROPROPAGAÇÃO**

Trabalho apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

**ORIENTADOR: DR. ROBERSON DIBAX**

**LARANJEIRAS DO SUL  
2024**

**RONEI RUDKE**

**MULTIPLICAÇÃO *IN VITRO* DA CULTIVAR DE BATATA ÁGATA**

**(*Solanum tuberosum* L.) E MICROPROPAGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) do *Campus* Laranjeiras do Sul como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 19/06/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **ROBERSON DIBAX**  
Data: 25/06/2024 18:21:43-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Roberson Dibax – UFFS**  
**Orientador**

Documento assinado digitalmente  
 **GILMAR FRANZENER**  
Data: 25/06/2024 21:11:24-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Gilmar Franzener – UFFS**  
**Avaliador**

Documento assinado digitalmente  
 **LEONARDO LUCIO ANTONOWICZ DE SOUZA**  
Data: 26/06/2024 13:03:20-0300  
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Eng. Agr. Leonardo Lucio Antonowicz de Souza**  
**Avaliador**

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Rudke, Ronei

MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DA CULTIVAR DE BATATA ÁGATA  
(Solanum tuberosum L.) E MICROPROPAGAÇÃO / Ronei Rudke.

-- 2024.

29 f.

Orientador: PROFESSOR Roberson Dibax

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2024.

I. Dibax, Roberson, orient. II. Universidade Federal  
da Fronteira Sul. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me concedido forças e condições para passar por mais esta etapa importante da vida.

Agradeço aos meus pais e a toda minha família que me incentivou e entendeu meus momentos de ausência, nos quais priorizei a minha educação profissional.

Agradeço aos meus colegas de turma, também aos professores do curso, a banca de monografia, a minha orientação e as demais pessoas que de alguma forma contribuíram para com essa monografia, como também me acompanharam durante essa trajetória acadêmica.

## RESUMO

A cultura da batata *Solanum tuberosum* L. encontra na região Sul do Brasil condições climáticas favoráveis para a sua produção, representando um importante produto, economicamente falando, para o setor olerícola. O que justifica a necessidade de estudos que contribuam para apresentar técnicas e conhecimentos sobre melhoramento vegetal na área. A multiplicação *in vitro* da cultivar de batata Ágata (*Solanum tuberosum* L.) por meio da micropropagação é um método eficaz para a produção em larga escala de mudas livres de patógenos e geneticamente uniformes. Esse processo consiste na utilização de técnicas de cultura de tecidos vegetais, como a micropropagação, que envolve o cultivo das células vegetais em condições assépticas e controladas. Através da formação de brotos e posterior enraizamento em meio de cultura apropriada, é possível obter um grande número de mudas saudáveis e geneticamente idênticas, contribuindo para a rápida expansão da produção de batatas da cultivar Ágata. À guisa destes fatores, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer um protocolo de introdução *in vitro* e multiplicação dos explantes de batata cultivar ágata cultivados em meio MS contendo concentrações de Benzilaminopurina (BAP); Foi avaliado o número de brotações obtidas nas diferentes concentrações. Nas concentrações de 0 (Controle), 1, 2, 3, 4 e 5 mg.L<sup>-1</sup> de (BAP) Benzilaminopurina. A análise dos dados se deu de forma quantitativa. A maior efetividade se deu com o processo de tratamento, submetido às concentrações de 1 e 2 mg.L<sup>-1</sup> de BenzilAminoPurina (BAP), no qual obteve-se o percentual de 90 % no número de brotações obtidas. De acordo com a metodologia desenvolvida neste estudo pode-se concluir que a utilização de (BAP) BenzilAminoPurina, foi responsiva para o objetivo proposto.

**Palavras-chave:** Cultivo *in vitro*; Benzilaminopurina; Cultivar Ágata.

## ABSTRACT

The potato *Solanum tuberosum* L. culture finds favorable climatic conditions for its production in Brazil's southern region, representing an economically important product for the vegetable sector. The economic importance of potatoes justifies the need for studies that contribute to presenting techniques and knowledge about plant improvement in the area. The *in vitro* multiplication of the potato Ágata Variety (*Solanum tuberosum* L.) through micropropagation is an effective method for the large-scale production of pathogen-free and genetically uniform seedlings. This process uses plant tissue culture techniques, such as micropropagation, which involves cultivating plant cells in aseptic and controlled conditions. Through the formation of shoots and subsequent rooting in an appropriate culture medium, it is possible to obtain many healthy and genetically identical seedlings, contributing to the rapid expansion of potato production of the Ágata cultivar. Given these factors, the present work aimed to establish a protocol for the *in vitro* introduction and multiplication of potato explants cultivated agate in MS medium containing BenzylAminoPurine (BAP) concentrations and evaluated the number of shoots obtained at in the concentrations. At 0 (Control) concentrations, 1, 2, 3, 4, and 5 mg.L<sup>-1</sup> of (BAP) BenzylAminoPurine. Data analysis was carried out quantitatively. The greatest effectiveness study occurred with the treatment process, subjected to concentrations of 1 and 2 mg.L<sup>-1</sup> of BenzylAminoPurine (BAP), in which a percentage of 90% in the number of shoots obtained was obtained. According to the methodology developed in this study, it can be concluded that using (BAP) BenzylAminoPurina was responsive to the proposed objective.

Keywords: Cultivation *in vitro*; Benzylaminopurine; Ágata Variety.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Tecnologia de produção in vitro.....	19
Figura 02 - Emissão de brotação, brotação contaminada por fungos.....	22

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Efeito do hormônio de crescimento, Benzil amino purina na porcentagem de germinação de explante de <i>Solanun tuberosum</i> L. após 30 dias de cultivo in vitro em meio de cultura ms (Murashigue e Skook. 1962).....	22
---	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BAP - Benzilaminopurina

MS – Murashige&Skoog

BOD - Biochemical Oxygen Demand

Horti&Fruti – Horticultura e Fruticultura

ABBA - Associação Brasileira da Batata

g.L - Gramas por litro

mL - Mililitro

ha - hectare

kg ha-1 - Quilos por hectare

t ha-1 - Toneladas por hectare

mg.L<sup>-1</sup> - Miligrama por litro

t/ano - Toneladas por ano

Kg- Quilogramas

cm - centímetro

mm - milímetro

min – minutos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CCC - Cloreto de clorocolina

GA3 - Ácido Giberélico

°C – Graus Celsius

% - porcentagem

± - Mais ou Menos

UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1 CULTIVO DE BATATA.....	14
2.2 CULTURA DA BATATA NO BRASIL.....	16
2.2.1 CULTIVAR ÁGATA.....	17
2.3 CULTURA DE TECIDOS.....	18
2.4 CULTIVO <i>IN VITRO</i> DE BATATA.....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL E CONDIÇÕES GERAIS DE CULTIVO.....	20
3.2 ASSEPSIA DOS EXPLANTES, INTRODUÇÃO <i>IN VITRO</i> E CONDUÇÃO DAS PLÂNTULAS.....	21
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
Referências.....	25

## 1.INTRODUÇÃO

Originária dos Andes Peruanos e das regiões bolivianas da América do Sul, a batata (*Solanum tuberosum* L.) tem uma rica história de cultivo que se estende por mais de 7.000 anos. A sua introdução na Europa é anterior a 1520, desempenhando um papel significativo na paisagem agrícola do continente. A revolução agrícola inicial na Europa, conhecida como “revolução verde”, foi desencadeada pelos ingleses que queimaram intencionalmente os campos de trigo e massacraram a população de porcos irlandeses, resultando num empobrecimento generalizado. No entanto, em meio ao caos causado pelas tropas e pelas temperaturas congelantes, a batata resistente conseguiu resistir, permanecendo firmemente enraizada no solo. (Pastorini, 2003).

A colheita da batata, que ocorreu de setembro a novembro na região Sul, sofreu os efeitos nefastos das fortes chuvas. Isso levou a uma diminuição tanto na quantidade quanto na qualidade das batatas colhidas, impactando a produtividade. (HF Brasil, 2023/24). Além disso, a fenologia da batata Ágata pode ser afetada pelo estresse hídrico, que pode causar atrasos no crescimento e no desenvolvimento da planta, bem como redução na produção de tubérculos. Por isso, é importante monitorar a disponibilidade de água no solo e realizar irrigação de forma adequada para garantir um desenvolvimento saudável da cultura. (Fernandes, 2019).

A batata classificada como tipo 1 apresenta maior produção de tubérculos comerciáveis, possui maior massa fresca, sendo assim “quanto maior o tamanho do tubérculo da batata-semente, maior será o número de olhos, brotos e consequentemente maior número de hastes” o que é determinante para uma emergência mais rápida, com menor índice de falhas, e originam plantas com maior vigor e maiores produtividades. (Teixeira, 2010).

As principais doenças que causam grande prejuízo para os produtores são a requeima (*Phytophthora infestans*) e a pinta preta (*Alternaria* spp.), as doenças afetam, de forma significativa, a produtividade e a qualidade de tubérculos, para o controle dessas doenças são usados diversos tipos de produtos químicos. (Tofoli *et al.*, 2013).

Por causa dessa adversidade torna-se oneroso, no momento que são necessários de 1 a 2 toneladas de batata-semente para plantar um hectare. Por isso, o Brasil importa a maior parte de batata-semente da Europa o que garante um material propagativo livre de patógenos e doenças. O índice de decomposição cultural é de cerca de 20 %. Isso torna necessário o uso de material de propagação livre de vírus para evitar perdas de produção. As características expostas acima são responsáveis pelo alto custo de plantio da cultura dos quais 30 a 70 % se deve ao custo de plantio. (Freire, 1998).

As doenças virais enfraquecem o vigor da planta e impedem que os tubérculos sejam usados como sementes. A cultura de tecidos é uma alternativa que promove um grande número de plantas saudáveis livres de doenças e vírus, em um curto espaço de tempo. (Dultra, 2011).

Minitubérculos são pequenos tubérculos de batata usados como material de plantio na produção de batatas. Eles são produzidos em condições controladas de viveiros ou em ambientes protegidos, como casas de vegetação, a partir de mudas livres de doenças. Os minitubérculos garantem a sanidade das futuras plantações, contribuindo para uma produção mais saudável e com menor risco de contaminação por pragas e doenças. Além disso, sua utilização permite a multiplicação rápida e eficiente de variedades desejadas de batata. (Fernandes, 2015).

Os benefícios do uso de minitubérculos consistiram na verificação do clone pela conservação do germoplasma *in vitro*, o que diminuiu os custos desse armazenamento, a garantia de sanidade, pela limpeza clonal, e a redução dos custos ligados ao transporte e plantio. (Freire, 1998).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é propagar explantes de batata, cultivar Ágata, em diferentes concentrações de hormônios de crescimento, livres de contaminação.

O objetivo deste trabalho é otimizar um protocolo de introdução e multiplicação *in vitro* de plântulas de batata (*Solanum tuberosum* L.) CV Ágata.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Introdução *in vitro* e multiplicação dos explantes de batata (*Solanum tuberosum* L). Cultivar Ágata cultivados em meio MS suplementado com o fitorregulador Benzilaminopurina (BAP).

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .

- Otimizar um protocolo de assepsia para gemas apicais de batata CV Ágata
- Avaliar a presença ou ausência de contaminações nos explantes introduzidos *in vitro*;
- Avaliar o número de brotações obtidas em diferentes concentrações de BenzilAminoPurina, bem como a sobrevivências das brotações cultivadas *in vitro*.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Devido a importância da cultura da batata, os estabelecimentos de protocolos de introdução *in vitro* e micropropagação são de importância crucial para as metodologias de produção de mudas *in vitro* e utilização direta dos protocolos em trabalhos de melhoramento genético envolvendo transgenia e edição gênica.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CULTIVO DE BATATA

A batata é composta por aproximadamente 80% de água, sendo os carboidratos responsáveis por 16% de sua composição. A maioria desses carboidratos é na forma de amido, que é convertida em glicose por meio de hidrólise enzimática após ser absorvida pelo organismo. As proteínas representam cerca de 2% da composição da batata, enquanto a casca contém aproximadamente 2% de fibra e açúcares simples como glicose, frutose e sacarose representam 0,1% a

0,7%. Em comparação com a mandioca, a batata contém o dobro de proteínas e fornece uma combinação equilibrada de proteínas e energia. Ao incorporar batatas em sua dieta, você pode fornecer energia e proteínas ao corpo, rapidamente a necessidade de outras raízes. Além disso, as batatas são uma fonte rica em vitamina C e várias vitaminas B, incluindo niacina, tiamina e vitamina B6. Em termos de alimentos ricos em energia, as batatas têm o maior teor de niacina e também contêm pequenas quantidades de ferro, potássio, fósforo e magnésio. (Fernandes *et al.*, 2015).

Impulsionado pela expansão contínua do setor de pré-fritos, registrou um aumento de 6,2% na área total de cultivo de batata em 2023, superando os valores do ano anterior. As propostas sugerem que a indústria continuará a ser a força motriz por trás de um aumento de 1,8% na área total cultivada. O crescimento registrou um aumento sólido de 5,4% em comparação com 2023. Apesar de registrarem uma rentabilidade positiva nos últimos anos, os produtores estão a ser dissuadidos de expandir sua área de mercado de mesas para estes segmentos específicos. Como resultado do recente reajuste no calendário de plantio para a próxima safra seca de 2024, a área será reduzida em 1,7%. Na região sudoeste de São Paulo, durante o inverno, existe uma área destinada à colheita. O setor industrial deverá contribuir para um crescimento de 3,9%, que ainda será alimentado por um aumento de 2,7% na área da colheita de água em 2023/24. Esse crescimento se concentra principalmente no Sul de Minas Gerais, impulsionado pela demanda por matéria-prima no segmento de pré-fritos. (Horti & Fruti, 2023/24).

A grande maioria das variedades plantadas no Brasil, são de origem europeia, o que causa um menor proveito dessas variedades, já que as condições edafoclimáticas são diferentes, e a planta não atinge sua máxima produtividade, que é uma das características que a indústria pede que se tenha a produção maior que 40 t/ha e apresenta matéria seca superior a 19%. (Fernandes *et al.*, 2015).

Devido essas cultivares não atingirem a demanda do mercado em produção, é interessante que sejam produzidas, cultivares com os padrões requisitados de comercialização, o que fez com que indústrias brasileiras desenvolvem variedades como; Baronesa, BRS Ana, BRS Eliza, Cristal, EPAGRI 361 – Catucha, BRS Clara, Macaca, BRSIPR Bel e BRS F63 Camila. (Fernandes *et al.*, 2015).

## 2.2 CULTURA DA BATATA NO BRASIL

No Brasil, os consumidores preferem tubérculos com casca e polpa amarela, caracterizados por superfície lisa com botões, formato alongado e tamanho médio. Por outro lado, tubérculos com casca rosada e polpa branca são menos preferidos. (Filgueira, 2008).

No Brasil, existem mais de 150 cultivares de batata registradas, nacionais e importadas, sendo a maioria proveniente da Europa. Estas cultivares europeias tendem a ser mais susceptíveis a pragas e doenças em comparação com as suas congêneres nacionais, necessitando de um maior uso de pesticidas e fungicidas. (Figueiredo, 2011).

Atualmente, o Brasil abriga diversas cultivares de batata, incluindo Ágata, Agria, Asterix (com tonalidade rosada), Baraka, Bintje, César, Cupido, Marabel, Markies e Monalisa. (Filgueira, 2008).

As diversas cultivares criadas no Brasil e projetadas especificamente para atender às condições ecológicas e tecnológicas do país são frequentemente esquecidas e desconhecidas pelos agricultores. (Feltran e Lemos, 2005).

No entanto, algumas destas cultivares estão começando a ganhar popularidade e são acessíveis. As cultivares que ganharam popularidade e preferência no Rio Grande do Sul incluem Baronesa e Macaco, conhecidas pelas características de pele rosada (Pereira e Castro, 2006). Outra cultivar preferida é a Colorado, que é altamente produtiva e apresenta tolerância à requeima (Duarte, 2009).

Ao decidir sobre uma cultivar adequada para o plantio, esses fatores devem ser levados em consideração a seleção de variedades de batata no Brasil é influenciada por fatores como mercado-alvo, conveniências de produção e disponibilidade de batata-semente. (Henz e Brune, 2004).

É importante considerar a natureza sazonal da produção e quantidade de batata no Brasil durante o mês de março, quando a “colheita de água” está em pleno andamento, tanto produtores quanto consumidores se beneficiam de preços reduzidos. Em contrapartida, durante o resto do ano, a oferta permanece estável e o produto mantém o seu valor. (Souza *et al.*, 1999; Filgueira, 2008).

### 2.2.1 CULTIVAR ÁGATA

A cultivar de batata Ágata ocupa posição de destaque no cultivo da batata no Brasil. Esta planta arbustiva e perene é muito apreciada por seu impressionante rendimento, maturação precoce e tubérculos visualmente com casca amarela (Pinto, *et al.*, 2010; Fernandes, *et al.*, 2011). Os tubérculos são de formato oval e apresentam um curto período de dormência. Infelizmente, esta cultivar é suscetível a diversas doenças que representam uma ameaça às culturas de batata no Brasil (Peeten, *et al.*, 2011). Estas doenças, frequentemente causadas por vírus como o vírus do enrolamento da folha (PLRV), o vírus da batata X (PVX), o vírus da batata Y (PVY) e o vírus da batata S (PVS), diminuem significativamente o vigor das plantas, tornando os tubos inadequados para utilização como sementes (Dutra *et al.*, 2011; Santos, 2009).

Introduzida no mercado em 1990, a batata ágata é resultado da hibridização da Böhm52/72 e da Sirco na Holanda. Esta variedade de batata possui caule compacto, medindo cerca de 60 cm de altura, e suas folhas são de tamanho moderado e cor verde claro. A batata ágata produz tubérculos grossos e alongados, com inflorescência baixa e pequenas flores brancas. A polpa da batata ágata é predominantemente lisa e amarela, com teor relativamente baixo de matéria seca. Possui ciclo reprodutivo relativamente curto e seus tubérculos são grandes, resultando em altas produtividades de mais de 60 t ha<sup>-1</sup> (Reis, 2008).

Os tubérculos dessas plantas apresentam tuberização precoce, iniciando-se 35 dias após o plantio. Ao longo dos próximos 55 dias, os estolhos se transformam em tubérculos e continuam a crescer até serem totalmente desenvolvidos, o que normalmente ocorre 85 dias após o plantio. Esses tubérculos são normalmente de tamanho uniforme, o que os torna ideais para a colheita. Além disso, essas plantas possuem resistência a certas viroses, e é suscetível à requeima das folhas, causada por *Phytophthora infestans* (Reis, 2008).

### 2.3 CULTURA DE TECIDOS

A utilização da cultura de tecidos proporciona benefícios significativos aos pesquisadores, principalmente na área de melhoramento genético. Esta abordagem inovadora permite o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo para espécies com capacidades de expansão limitadas. Com a cultura de tecidos, essas espécies podem agora ser produzidas durante todo o ano, independentemente de seus ciclos reprodutivos naturais. (Andrade, 2002).

O processo de regeneração *in vitro* de plantas envolve a utilização de várias partes da planta, especificamente tecidos que respondam às condições do meio de cultura. Estas partes das plantas são cuidadosamente desinfetadas, isoladas e cultivadas em ambiente estéril, utilizando um meio de cultivo adequado que contém todos os nutrientes essenciais (macro e micronutrientes) para o seu crescimento e reprodução. O objetivo final é produzir plantas que possuam características idênticas às da planta-mãe, comumente chamadas de clones, através de um método conhecido como cultura de tecidos assexuados. Isto é possível porque as células retêm todas as informações permitidas da planta original, permitindo-lhes diferenciar-se e desenvolver-se em novos tecidos. Esta notável capacidade das células vegetais de origem em novos tecidos é conhecida como totipotência. (Andrade, 2002).

A cultura de tecidos provou ser benéfica no cultivo da batata, especialmente na produção de materiais livres de patógenos, eliminando fungos, bactérias e vírus. Essa técnica oferece vantagens como melhoria do aproveitamento de espaço e tempo, além de garantir a uniformidade genética dos materiais. (Pereira e Fortes, 2004). A cultura de tecidos é uma técnica que propõe soluções para o melhoramento vegetal, o que traz inúmeras vantagens para a agricultura (Andrade, 2002).

### 2.4 CULTIVO *IN VITRO* DE BATATA

O cultivo *in vitro* de batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma técnica importante que permite a produção em larga escala de plantas livres de patógenos e geneticamente uniformes. Esta técnica tem sido utilizada para a conservação de

germoplasma, propagação de plantas, melhoramento genético e estudos fisiológicos. (Pereira e Fortes, 2004).

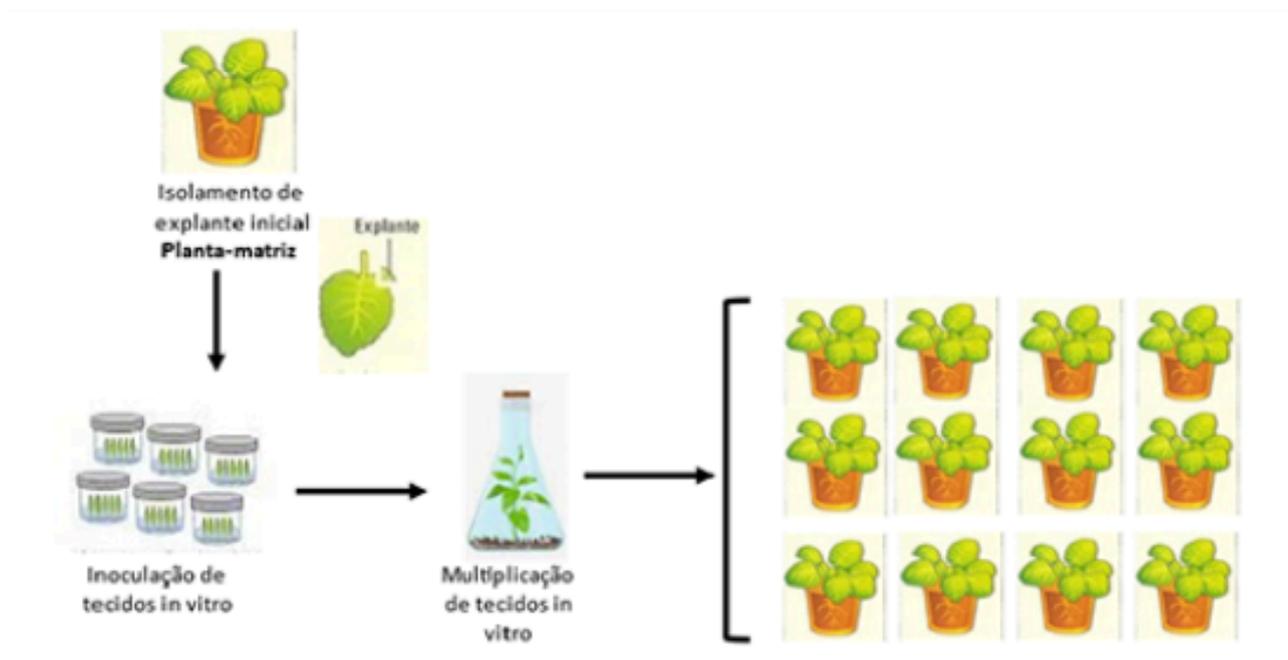
Para obter sucesso no cultivo *in vitro* de batata, é importante a utilização de meios de cultura adequados e da otimização das condições de crescimento. Além disso, a seleção de genótipos adequados para o cultivo *in vitro* e a implementação de protocolos eficazes de desinfecção são cruciais para a obtenção de mudas robustas e livres de doenças. (Almeida, 2017).

O crescimento anual da micropropagação permitiu a produção de batatas livres de doenças, resultando num aumento da rentabilidade para os agricultores. Esse método reduz a necessidade de herbicidas e inseticidas dispendiosos, que são as principais despesas dos produtores (Rezende, 2008).

Ao cultivar batatas *in vitro*, é preferível usar explantes de folhas ou entrenós em vez de tubérculos recentemente colhidos. Embora os tubérculos possam ser mais suscetíveis à contaminação por fatores internos, a escolha do explante depende do genótipo específico de interesse (Rezende, 2008).

Abaixo segue a imagem para melhor ilustração da tecnologia de produção *in vitro*:

FIGURA 01- Tecnologia de produção *in vitro*.



Fonte: tecnal crescimento *in vitro* de plantas.

A documentação inicial da micropropagação da batata remonta a 1968, quando foi utilizado o ápice do caule da variedade Belle de Fontenay. As condições ambientais desempenham um papel significativo no processo de tuberização dos explantes. Segundo o autor, dias mais curtos e noites mais frias proporcionam resultados positivos para a tuberização dos explantes. Os hormônios também exercem uma influência substancial na tuberização dos explantes. Por exemplo, uma diminuição na atividade do GA3 é um fator crucial na iniciação e subsequente crescimento dos tubérculos de batata. Além disso, as citocininas, que ficam elevadas em dias mais curtos, atuam como hormônios responsáveis pelo início da tuberização. Como as plantas *in vitro* não realizam fotossíntese, elas dependem da sacarose presente no meio de cultura como fonte de energia. É necessário um mínimo de 6% de sacarose no meio de cultura. (Freire, 1998).

O fator temperatura no cultivo *in vitro* é crucial, para uma tuberização ideal a temperatura deve estar entre 20 e 25°C, temperaturas maiores ou menores reduzirão o processo de tuberização. (Freire, 1998). Portanto, o cultivo *in vitro* de batata é uma técnica promissora que pode contribuir significativamente para a melhoria da produção de batata de forma eficiente e sustentável.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL E CONDIÇÕES GERAIS DE CULTIVO.**

Os materiais vegetais das cultivares de batata Ágata (*Solanum tuberosum* L.) utilizados neste trabalho foram adquiridos na forma de batata semente de produtores convencionais da região de Guarapuava, PR. As batatas sementes foram colhidas durante o mês de março de 2022 e posteriormente encaminhadas à UFFS, Campus Laranjeiras do Sul. Foi utilizado o Laboratório de Microbiologia, Laboratório de Sementes e Laboratório de Microscopia, da UFFS campus Laranjeiras do Sul, Paraná.

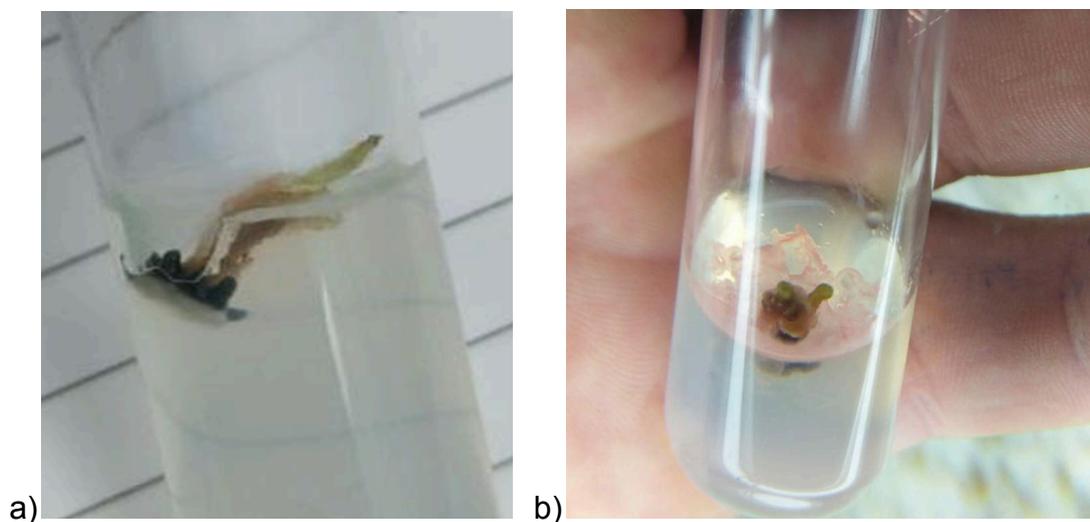
### 3.2 ASSEPSIA DOS EXPLANTES, INTRODUÇÃO *IN VITRO* E CONDUÇÃO DAS PLÂNTULAS

Os materiais vegetais utilizados como fonte de explantes foram brotações apicais regeneradas a partir de batatas sementes. Os ápices meristemáticos foram retirados das brotações e padronizados no tamanho de 1,5 cm de comprimento e após lavados em água corrente por 30 min. Após esta etapa, os explantes receberam um pré-tratamento com álcool 70% por 5 minutos, em seguida recebem uma tríplice lavagem em água deionizada autoclavada. Após isso, os explantes recebem um tratamento contendo 4% de hipoclorito de sódio por 30 minutos. No final da assepsia, os explantes receberam outra tríplice lavagem, em água deionizada autoclavada, de 1, 3 e 5 minutos, agitando suavemente. O estabelecimento da cultura ocorreu em condições assépticas controladas em câmara de fluxo laminar. Foram isolados 1 explante por tubo de ensaio (1,5 cm de diâmetro e 15 cm de altura), contendo 2 mL de meio nutriente básico MS (Murashigue & Skoog, 1962) + sacarose (20 g.L), e (7 g.L) de ágar, e em cada tubo de ensaio, foram preparadas soluções com as seguintes concentrações de Benzilaminopurina: 0, 1, 2, 3, 4 e 5 mg/L. Os tubos foram então incubados em uma câmara de BOD a 25°C por um período de 28 dias, até a data da primeira avaliação. Após o período de crescimento, foram avaliadas conforme a formulação já descrita de Benzilaminopurina (BAP), nas concentrações de 0 (Controle), 1, 2, 3, 4 e 5 mg.L<sup>-1</sup> de BAP.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por 6 tratamentos, com 5 repetições por tratamento. A primeira avaliação ocorreu após 28 dias, e as outras duas avaliações ocorreram em intervalos de 7 dias cada. No total, foram realizadas 3 avaliações do material. Nessas avaliações, foram analisados a emissão de brotações, a contaminação por fungos e bactérias, e a mortalidade no meio (Figura 03).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, quando significativos e as médias foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

Figura 03 - Emissão de brotação (a), brotações contaminadas por fungos e bactérias de explantes de batata Ágata submetidas a diferentes concentrações de BAP (b).



Fonte: Rudke, 2023.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados de acordo com as condições metodológicas estabelecidas são apresentados na tabela 1.

**Tabela 01.** Efeito do regulador de crescimento, Benzilaminopurina (BAP) no número de brotações, das micros estacas de batata (*Solanum tuberosum* L.) CV. Ágata após 28 dias de cultivo *in vitro* em meio de cultura MS (Murashigue e Skook. 1962).

Concentrações de BenzilAminoPurina (mg.L <sup>-1</sup> )		Número de brotações
Controle	0	15bc
	1	25d
	2	20cd
	3	15bc
	4	5a
	5	10ab
	<b>CV%</b>	<b>32.77</b>

As médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Estes resultados foram avaliados após 28 dias de cultivo do material vegetal *in vitro*. Com relação ao número de brotações, os melhores resultados foram verificados nos tratamentos 1 mg.L<sup>-1</sup> de (BAP), com número de 25 brotações médias por tratamento, respectivamente. Para a variável porcentagem de contaminações, predominante fúngicas, o teste de tukey a nível de 5 % não detectou diferenças significativas nos tratamentos. O mesmo foi observado para a porcentagem de mortalidade dos explantes.

Sobre cultivar Ágata, não há muitos trabalhos relatando o seu desenvolvimento com Benzilaminopurina (BAP). Segundo Otubo *et al.* (1999) avaliaram os desempenhos de seis genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) quanto à produção de microtubérculos *in vitro*, a partir de segmentos apicais, empregando-se três diferentes meios de cultura e três épocas de avaliação. O meio de cultura BT2 contendo BAP (5,0 mg.L<sup>-1</sup>), sacarose (80 g.L<sup>-1</sup>) e Cycocel (500 mg.L<sup>-1</sup>) mostrou os melhores resultados quanto ao número total e à frequência de microtubérculos médios e pequenos induzidos *in vitro*.

Silva *et al.* (2011) estudaram o efeito da aplicação de reguladores de crescimento AIB, GA3, BAP e 2,4D em brotos destacados de batata-semente na produção de minitubérculos; na brotação de minitubérculos e na produção comercial originada dos minitubérculos. Conclui-se que os brotos menores destacados de batata-semente, cv. Bintje sem tratamento, devem ser preferidos para a produção de minitubérculos sementes.

Em seu estudo, Sharde *et al.* (2023) empregaram os reguladores de crescimento Benzilaminopurina (BAP) e Ácido Naftaleno Acético (ANA). Durante o processo de indução de batatas em ambiente controlado, os pesquisadores observaram melhora no estímulo à brotação, bem como aumento na quantidade e comprimento dos envoltórios. Além disso, os autores realizaram experimentos utilizando uma combinação de Ácido Indolbutírico AIB (AIB), que foi realizada em maior eficiência de tratamento radicular, juntamente com maior número e comprimento de raízes.

O impacto dos reguladores de crescimento auxina, ácido giberélico e 6-benzilaminopurina no crescimento de brotos e tuberização da batata em cultura *in vitro* foi avaliado por Zhang, Zhou & Li (2005) em seu estudo. Quando o ácido giberélico e o Ácido Indol Acético (IAA) foram combinados, ocorreu um aumento

notável no crescimento dos brotos. Por outro lado, a introdução de 6-Benzilaminopurina (BAP) é eficaz na prevenção do crescimento.

Freire (1998) a fim de examinar as especificações da utilização de minitubérculos produzidos *in vitro* como propágulos de batata em campo, investigou o teste de oito diferentes balanços de fitorreguladores. Em relação ao peso total e ao peso médio, o uso de auxina na concentração 1mg/l apresentou os melhores resultados.

Prado (1992), determinado que o balanço hormonal de AIB com BAP, nas concentrações de 1 e 10 ppm respectivamente, foi o que demonstrou a maior produção de minitubérculos para a cultivar Chiquita.

Pereira e Fortes (2004), estudaram a influência da consistência do meio de cultura sobre a organogênese de ápices meristemáticos de batata nas etapas de isolamento e multiplicação *in vitro*, das cultivares Baronesa, Eliza e Pérola, o melhor resultado de crescimento e multiplicação dos meristemas. se teve em meio de isolamento semi sólido por 30 dias, em seguida do cultivo em meio líquido sob agitação por mais 21 dias.

Dias *et al.* (2015) a fim de avaliar as diferentes concentrações do fitorregulador BAP na multiplicação *in vitro* de Goji Berry determinou que o uso do fitorregulador BAP viabiliza a multiplicação *in vitro* de Goji Berry. As concentrações 0,20 e 0,40 mg L<sup>-1</sup> favorecem o comprimento da maior brotação e o número de gemas respectivamente.

Rodrigues *et al.* (2013) avaliou o cultivo *in vitro* de de *Physalis peruviana* L. utilizando o meio de cultura MS nas seguintes concentrações: 0, 25, 50, 75 e 100%, combinadas com diferentes concentrações de BAP: 0, 0,5, 1,0 e 2,0 mg L<sup>-1</sup>. obteve o resultado de que adição da citocinina 6-benzilaminopurina (1,3 mg L<sup>-1</sup>) no meio MS com 50% dos sais foi eficiente para a multiplicação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o meio de cultura MS suplementado com 1 mg.L<sup>-1</sup> de Benzilaminopurina (BAP) demonstrou se adequado para o desenvolvimento das plântulas. Futuros estudos podem ser realizados para completar o protocolo de

obtenção de mudas *in vitro* e enraizamento e a obtenção das plantas em casa de vegetação.

## Referências

ALMEIDA, W. S. *et al.* **Cultivo in vitro de batata**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 12, n. 3, p. 309-317, 2017.

ANDRADE, S. R. M. **Princípios da Cultura de Tecido Vegetais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 16 p.- (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 58).

DIAS, C. S. ALBUQUERQUE, I. SILVA, J. P. CHUCH, M. W. **Concentrações de BAP na multiplicação in vitro de Goji Berry**. SEMANA INTEGRADA/ENSINO/PESQUISA/EXTENSÃO. UFPEL, 2015. XVII ENPOS, Encontro de Pós - Graduação, UFPEL.

DUARTE, H. S. S. **Resistência de cultivares de batata a requeima**. 2009. 61f. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/4370>. Acesso em: 12 jan. 2024.

DUTRA, L. F. *et al.* **Micropropagação de Batata 'BRS Ana': Produção de Material Básico com Alta Sanidade**. Embrapa. Pelotas, RS. 2011. 4 p.

FELTRAN, L. C.; LEMOS, L. B. **Características agronômicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata**. Científica, v. 33, n. 1, p. 106-113, 2005.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS**. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at:

<<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERNANDES A. M. *et al.* (2011). **Produtividade e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata produzidos na safra de inverno**. Rev. Ciênc. Agron., v. 42, n. 2, p. 502-508, abr-jun, 2011.

FERNANDES, A. M. *et al.* **Sistema de Produção da Batata**. Embrapa, 2ª edição Nov/2015.

Fernandes, H. *et al.* **Efeito do estresse hídrico na produção de tubérculos de batata**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, 13(1), 180-186. 2019.

FIGUEIREDO, P. G. *et al.* (2011). **Cultivares, qualidade de tubérculos e comercialização da batata no Brasil**. Revista Raízes e Amidos Tropicais, volume 7, p.42-52, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FREIRE, Martin, Oliveira; **Minitubérculos Produzidos 'In Vitro' como Método de Propagação Alternativa para a Produção Comercial de Batata (Solanum Tuberosum L.)**. UFRRJ, INSTITUTO DE AGRONOMIA, CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA DISSERTAÇÃO - 1998. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/1651/2/1998%20-%20Martin%20de%20Oliveira%20Freire.pdf> . Acesso em 28 de nov. 2023.

HENZ, G. P.; BRUNE, S. **Redução de perdas pós-colheita em batata para consumo**. Circular técnica, n. 34, 10p. 2004.

HORTIFRUTI/CEPEA: **Efeitos do El Niño no desenvolvimento das hortaliças no verão 2023/24**. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-efeitos-do-el-nio-no-desenvolvimento-das-hortalicas-no-verao-2023-24.aspx>. Acesso em: 19 de mar. 2024.

MURASHIGE T; SKOOG F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*.15: 473-497.

OTUBO, B. M. R. *et al.* **RESPOSTAS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE BATATA À TUBERIZAÇÃO IN VITRO**. *Bragantia*, Campinas, 57(2):227-233, 1999.

PASTORINI, L. H. Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, 2003, Volume 21, n. 4.

PEETEN MGH, FOLKERTSMA S, SCHIPPER JK, BAARVELD HR & KLEIN S (2011) **Netherlands catalogue of potato varieties**. The Hague, Nivap. 285p.

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

PINTO CABP, TEIXEIRA AL NEDER DG, ARAÚJO RR, SOARES ARO, RIBEIRO GHMR & LEPRE AL (2010) Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, 28:399-405.

PRADO, M. A. **Estudo de tuberização “in vitro” de batata (*Solanum tuberosum*)**. Tese de Mestrado UFRRJ, 1992. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/jspui/1651/2/1998%20-%20Martin%20de%20Oliveira%20Freire.pdf>. Acesso em: 11 de abr. 2024.

REIS, João, Carlos, Seixas; **CULTIVO DE BATATA cv. ÁGATA SOB DIFERENTES FONTES E CONCENTRAÇÕES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2008. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2020/10/joao-carlos-seixas-reis1.pdf>. Acesso em: 10 de nov. 2023.

REZENDE, R. K. S. *et al.* **Organogênese in vitro de batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic visando transformação genética.** 2008. 75 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Lavras- UFLA. Lavras, MG. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/10301/pdf>. Acesso em: 23 de mar. 2024.

RODRIGUES, F. A. PENONI, E. S. SOARES, J. D. R. PASQUAL, M. **DIFFERENT CONCENTRATIONS OF THE MS MEDIUM AND BAP ON MULTIPLICATION IN VITRO OF *Physalis peruviana* L.** Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 77-82, Jan./Feb. 2013.

SANTOS, Alexandra Pereira dos. **Farinha de Batata (*Solanum tuberosum* L.): Obtenção, caracterização físico-química, funcional, elaboração e caracterização de sopas desidratadas.** 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (uesb), Itapetinga, Ba, 2009. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/ALEXANDRA-SANTO S.pdf>. Acesso em: 04 de maio 2024.

SHARDE, R.; TRIPATHI, M.K.; BHATT, D. *et al.* (2023). **Influence of plant growth regulators on in vitro morphogenesis in sprout culture of potato (*Solanum tuberosum* L)** Potato Research. <https://doi.org.ez132.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11540-023-09640-w>.

SILVA, E. C. *et al.* Uso de reguladores de crescimento em brotos destacados de batata-semente. **Horticultura Brasileira.**, v. 29, n. 4, out. - dez. 2011.

SOUZA, Z. S., *et al.* **Cadeias produtivas do estado de Santa Catarina.** Boletim técnico, 104. Florianópolis: EPAGRI, 1999. 84p.

PEREIRA, A.; CASTRO, C. M. **Batata 'Macaca'(Macaquinha, Rosa Redonda, Rosa Maçã).** Comunicado técnico. n. 147, 2006, 2p.

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

TEIXEIRA, A. L. C.; SILVA, A.; PEIXOUTO, L. S.; LEPRE, A. L. **EFICIÊNCIA NA EMERGÊNCIA E PRODUTIVIDADE DOS DIFERENTES TIPOS DE BATATA-SEMENTE**. Scientia Agraria, Curitiba, v.11, n.3, p.215-220, May/Jun. 2010.

TOFOLI, J. G.; MELO, P. C. T.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. **CONTROLE DA REQUEIMA E PINTA PRETA DA BATATA POR FUNGICIDAS: CONCEITOS, EVOLUÇÃO E USO INTEGRADO**. Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, Biológico, São Paulo, v.75, n.1, p.41-52, jan./jun., 2013.

Zhang, Z.; Zhou, W.; & Li, H. (2005). **The role of GA, IAA and BAP in the regulation of in vitro shoot growth and microtuberization in potato**. Acta Physiologiae Plantarum. 27(3B), 363-369.