

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Sorhaila Camila Batistel

**PRODUÇÃO DE MINIESTACAS, BROTAÇÃO DE
TUBÉRCULOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE
BATATA**

Santa Maria, RS

2018

Sorhaila Camila Batistel

**PRODUÇÃO DE MINIESTACAS, BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS E
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE BATATA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dilson Antônio Bisognin, PhD.

Santa Maria, RS
2018

Batistel, Sorhaila Camila
PRODUÇÃO DE MINIESTACAS, BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS E
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE BATATA / Sorhaila
Camila Batistel.- 2018.
64 p.; 30 cm

Orientador: Dilson Antônio Bisognin
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2018

1. semente básica 2. miniestaquia 3. dormência 4.
dominância apical 5. ácido giberélico I. Bisognin, Dilson
Antônio II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2018

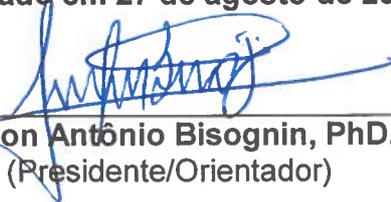
Todos os direitos autorais reservados a Sorhaila Camila Batistel. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.
E-mail: sc.batistel@hotmail.com

Sorhaila Camila Batistel

**PRODUÇÃO DE MINIESTACAS, BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS E
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE BATATA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 27 de agosto de 2018



Wilson Antônio Bisognin, PhD.
(Presidente/Orientador)



Luciane Almeri Tabaldi (UFSM)



Liege Camargo da Costa (FEPAGRO)

Santa Maria, RS
2018

*Aos meus pais Ivolane e Arildo Batistel, ao meu namorado Renan Vidor, à nossa afilhada
Cecília Petricowski e aos meus avós Leontina Pierini Batistel, Natal Batistel, Ivone Minatti e
Lauro Stresser*

Dedico...

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

À Arildo Batistel e Ivollane Stresser da Silva Batistel, meus amados pais e o melhor de mim, meu exemplo de vida, meus melhores amigos e maiores incentivadores e o motivo pelo qual retornei à minha região. Agradeço por sonharem comigo, por serem meu alicerce.

Ao meu namorado Renan Vidor, pelo zelo, carinho, paciência, compreensão, apoio e dedicação. Você é meu grande amor e você foi peça chave para a conclusão dessa etapa.

Aos meus sogros Cassiane Polo Vidor e Giovanni Vidor, pelo apoio, carinho e compreensão durante esta jornada, pela acolhida em sua família e confiança depositados.

À todos os meus familiares de maneira geral, por incentivarem esse caminho apesar da distância e pela compreensão de minha ausência nos momentos de festa e de dor. Para mim, família não é muito, família é TUDO!

Ao meu orientador Prof. Dr. Dilson Antônio Bisognin pela dedicação, paciência, confiança, apoio e conhecimentos repassados.

Aos colegas do Núcleo de Melhoramento e Propagação de Plantas, em especial aos "escudeiros da batata": Claudia, Tamires, Franciele, Gabriel, Gabrieli, Carolina, Maximus e Uilian pelo comprometimento na execução das tarefas e coleta de dados. Também agradeço ao bolsista de iniciação científica Claudinei Ascoli (*in memorian*) e ao mestrando Francisco S. Gnocato, pela produção dos tubérculos, realização dos experimentos de armazenamento, avaliação a campo e análise dos dados. Nunca se esqueçam de que: "**A batata é muito especial!**"

Aos funcionários do departamento de Fitotecnia, Sr. João, Zézinho, Beto e Roger, pela ajuda na montagem dos sistemas de produção, idéias compartilhadas e momentos de descontração.

À CAPES, pela concessão de apoio financeiro, possibilitando o desenvolvimento desta pesquisa.

Às melhores pessoas que Ele poderia ter colocado em meu caminho: minhas amigas-irmãs Tamires M. Somavilla e Cláudia Burin, que tornaram os meus dias mais agradáveis, que compartilharam alegrias e tristezas, que contribuíram nos

experimentos, que acompanharam no campo, que fizeram companhia no almoço e que sempre me deram apoio. Levo vocês em meu coração.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, especialmente à amiga RaíssaSchwalbert, pelos conhecimentos compartilhados e momentos de lazer.

À Universidade Federal de Santa Maria - UFSM e a todos os professores do Curso de Mestrado em Agronomia pela oportunidade de aprendizado e crescimento, pessoal e profissional, durante o curso.

Às professoras Liege Camargo da Costa e Luciane AlmeriTabaldi, por aceitarem avaliar este trabalho.

Ao pessoal da AgroSoczek, principalmente à Sérgio Soczek, GracianeRempel Ebert, Rayane Matos e Giorgia Argenta, pela oportunidade, pela amizade sincera, companheirismo fundamental, paciência e pelo presente de conhecer mais sobre esse encanto que é o cultivo da batata. Vocês fazem parte da minha história. Agradeço à vida por proporcionar este encontro!

E à todos que, de alguma maneira, contribuíram para que este momento se tornasse realidade, se este trabalho não foi melhor, seguramente não foi por falta de amigos!!!

Muito obrigada!!

“(...)Quando a solidão doeu em mim
Quando o meu passado não passou por mim
Quando eu não soube compreender a vida
Tu vieste compreender por mim

Quando os meus olhos não podiam ver
Tua mão segura me ajudou a andar
Quando eu não tinha mais amor no peito
Teu amor me ajudou a amar

Quando os meus sonhos vi desmoronar
Me trouxeste outros pra recomeçar
Quando me esqueci que era alguém na vida
Teu amor veio me lembrar

Que Deus me ama
Que não estou só
Que Deus cuida de mim
Quando fala pela tua voz
E me diz: coragem!”

(Pe. Fábio de Melo)

RESUMO

PRODUÇÃO DE MINIESTACAS, BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE BATATA

AUTORA: Sorhaila Camila Batistel
ORIENTADOR: Dilson Antônio Bisognin

O trabalho teve como objetivo estudar a produção de miniestacas e a brotação de tubérculos de clones de batata armazenados em diferentes condições. Um experimento foi conduzido para avaliar o efeito de duas densidades de plantas matrizes (128 covas m^{-2} e 400 covas m^{-2}) sobre a produtividade de miniestacas de quatro clones de batata (Macaca, SMINIA73101-3, SMINIA05011-3 e SMINIA06066-10) e o número ideal de coletas, na primavera de 2016 e outono de 2017. Um experimento foi conduzido para avaliar a dormência e a dominância apical de três clones de batata (Asterix, SMINIA793101-3 e SMINIA00017-6) de dois tamanhos (<35mm e >35mm) de tubérculos, submetidos à aspersão de doses de ácido giberélico (0, 15 e 30 $g L^{-1}$) e armazenados sob duas temperaturas (10°C e 20°C), durante 81 dias. Outro experimento foi conduzido utilizando os mesmos tubérculos avaliados no armazenamento em condições de campo. Os tubérculos foram plantados na densidade de três covas por metro linear e espaçamento de 0,80 m entre linhas, divididos nos mesmos tratamentos do experimento de armazenamento. Foram avaliados o número de dias até a emergência, o número de hastes, o comprimento de haste, o número de tubérculos grandes e médios e a massa fresca de tubérculos grandes e médios. A densidade que apresentou maior produtividade de miniestacas foi a de 400 covas m^{-2} , com destaque para a Macaca. A produção de miniestacas foi maior na primavera, sendo que três coletas de miniestacas foram consideradas ideais, tanto na primavera quanto no outono. A dormência e a dominância apical variou entre clones. A aplicação de ácido giberélico (GA) por aspersão nos tubérculos acelera a brotação e a emergência. A dormência é menor em tubérculos armazenados sob temperaturas mais elevadas. Tubérculos maiores possuem dormência menor, porém com a manipulação da temperatura e da aplicação de GA é possível uniformizar a brotação dos mesmos. Tubérculos maiores possuem maior número de hastes, maior comprimento de hastes e também maior produtividade.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.. Propagação vegetativa. Ácido giberélico. Dormência. Brotação.

ABSTRACT

MINICUTTINGS PRODUCTION, SPROUTING TUBERS AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF POTATO CLONES

AUTHOR: Sorhaila Camila Batistel

ADVISOR: Dilson Antônio Bisognin

The present study had as objective to study the production of mini-cuttings and the budding of tubers of potato clones stored under different conditions. An experiment was carried out to evaluate the effect of two plant densities (128 and 400 plants per square meter) on the yield of mini-cuttings of four potato clones (Macaca, SMINIA73101-3, SMINIA05011-3 and SMINIA06066-10) and the ideal number of collections in spring 2016 and fall 2017. An experiment was carried out to evaluate the dormancy and apical dominance of three potato clones (Asterix, SMINIA793101-3 and SMINIA00017-6) two tuber sizes (<35mm and > 35mm) sprayed with three doses (0, 15 and 30 g^{L-1}) of gibberellic acid (GA) and stored under two temperatures (10°C and 20°C) for 81 days. Another experiment was carried out with these same tubers and treatments in the field. Tubers were planted at the density of three hills per linear meter and spacing of 0.80 m between rows. Number of days until emergence, number of stems, stem length, number of large and medium tubers and fresh mass of large and medium tubers were evaluated. The 400 plants per square meter resulted in the highest productivity of mini-cuttings. Macaca had the highest mini-cutting production in the spring, with three harvest considered ideal, for both spring and autumn seasons. Potato clones differed for dormancy and apical dominance. Spaying tubers with GA tubers accelerates sprouting and plant emergence in the field. The dormancy is lower in tubers stored under higher temperature. Larger tubers have smaller dormancy, but managing GA and storage temperature it is possible to standardize sprouting. Larger tubers have a larger number of stems, longer stems and higher yield in the field.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Vegetative propagation. Gibberellic acid. Dormancy. Sprouting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Planta de batata após retirada do meio de cultura para implantação no minijardim clonal (A), haste na qual foi realizada a miniestaquia de gema única (B) e arranjo de plantas no microjardimclonal(C).	27
Figura 2 – Microjardim clonal antes (A) e após (B) a coleta das miniestacas.	28
Figura 3 – Média da produtividade de miniestacas (m^{-2}) nas densidades de 128 covas m^{-2} e 400 covas m^{-2} , nas duas estações de produção.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produtividade de miniestacas por m ² nas densidades de 128 covas m ⁻² e 400 covas m ⁻² na primavera de 2016 e outono de 2017.....	28
Tabela 2 –Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de tubérculos de batata de dois tamanhos, tratados com diferentes doses de ácido giberélico e armazenados em duas temperaturas.....	41
Tabela 3 – Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de três clones de batata e dois tipos de tubérculos.....	43
Tabela 4 – Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de tubérculos tratados com diferentes doses (0, 15 ou 30 mg L ⁻¹) de ácido giberélico e armazenados a 10 °C ou 20 °C.	45
Tabela 5 – Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de dois tipos de tubérculos tratados com diferentes doses de ácido giberélico.....	46
Tabela 6 – Desempenho agrônômico de tubérculos grandes e pequenos de três clones de batata.....	48
Tabela 7 – Desempenho agrônômico de tubérculos grandes e pequenos de três clones de batata tratados com diferentes doses de ácido giberélico e armazenados a 10 °C ou 20 °C.	50
Tabela 8 – Desempenho agrônômico de tubérculos grandes e pequenos de três clones de batata tratados com diferentes doses de ácido giberélico e armazenados a 10 °C ou 20 °C.	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA BATATA	15
3.2 PRODUÇÃO DE BATATA NO BRASIL.....	16
3.3 CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS	17
3.4 PROPAGAÇÃO RÁPIDA.....	19
3.5 DENSIDADE DE PLANTAS MATRIZES.....	21
3.6 QUEDRA DE DORMÊNCIA	22
4. CAPÍTULO I	24
4.1 INTRODUÇÃO	25
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.4 CONCLUSÕES.....	32
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
5. CAPÍTULO II	35
5.1 INTRODUÇÃO.....	36
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.4 CONCLUSÕES.....	51
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS	57
REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

Cultivada em mais de 125 países, a batata (*Solanum tuberosum* L.), está entre os alimentos mais consumidos no mundo, sendo superada apenas pelo trigo, milho e arroz (FAO, 2017). Em 2016, a produção mundial de batata foi de 376.826.967 toneladas, em uma área de 19.246.462 hectares e produtividade média de 19,6 t ha⁻¹. No Brasil foram produzidas 3.851.396 toneladas em uma área colhida de 140.361 hectares, alcançando a produtividade média de 29,66 t ha⁻¹ (FAO, 2016).

Apesar de a produção nacional ter avançado nos últimos anos, a produção de batata no Brasil ainda depende do mercado externo para atender a demanda por batata-semente. No Brasil são produzidos tubérculos-sementes de alta qualidade, porém o sistema ainda é altamente dependente da cultura de tecidos (HAYASHI, 2007), que demanda mão de obra qualificada, apresenta baixa taxa de multiplicação e interfere diretamente no custo de produção, culminando em baixa adesão pelos bataticultores (SOUZA-DIAS, 2006). Assim, o desenvolvimento de sistemas de produção de batata-semente que garantam alta qualidade com menor custo resultará em aumentos significativos da produtividade e qualidade da batata no Brasil.

Novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, porém a produção de minitubérculos no Brasil possui uma média de 3 a 7 minitubérculos por planta, produzidos em vasos ou caixas (DANIELS; PEREIRA; FORTES, 2000). Recentemente, o uso de sistemas hidropônicos tem sido apontado como uma das principais estratégias para a produção de batata-semente. As principais desvantagens do sistema são a vulnerabilidade à falta de energia (FARRAN; MINGO-CASTEL, 2006; CHANG et al. 2012) e o alto investimento inicial (RODRIGUEZ et al. 2013). Desta maneira, buscar um sistema de baixo custo, que proporcione ao produtor sementes de qualidade para altas produtividades, com baixo investimento e de fácil manejo e manutenção são os principais gargalos da cadeia produtiva nacional.

Além da produção de batata-semente, o manejo pós-colheita interfere na sua qualidade fisiológica e conseqüentemente, no potencial produtivo das lavouras. Após a colheita, o tubérculo encontra-se em um estado de dormência, no qual mesmo sob condições ideais não ocorre a brotação (SONNEWALD; SONNEWALD, 2014). Esse estado dormente, considerado um mecanismo adaptativo, pode ter diferentes

respostas para cultivares (CARLI et al., 2010), idade do tubérculo-semente (MÜLLER, 2010), temperatura de armazenamento e aplicação de hormônios vegetais (BISOGNIN; CENTENARO; MISSIO, 1998). Após a superação da dormência, o tubérculo passa pelo estado de dominância apical, em que apenas a gema apical encontra-se brotada e as laterais seguem dormentes. É considerado superada a dominância apical quando o tubérculo encontra-se com dois brotos de pelo menos 2 mm.

A dormência pode ser uma vantagem para situações em que se armazena batata tanto para consumo quanto para processamento durante longos períodos, principalmente em países nos quais não é possível realizar mais de uma safra por ano. Nestes casos, a ocorrência de brotação reduz a qualidade nutricional, sensorial e de processamento de tubérculos, ocasionando perdas econômicas. (DELAPLACE et al., 2008). Apesar de indesejáveis no mercado de consumo e de indústria, quando o uso da batata é destinado à semente, brotos vigorosos são de interesse, portanto é necessário manejar a dormência, de maneira a adiantar ou atrasar o início da brotação. Esse é um dos maiores desafios para a indústria de processamento, para o mercado de produtos frescos e para os produtores de sementes (COLEMAN 2000).

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O presente estudo teve como objetivo estudar a produção de miniestacas e a brotação de tubérculos de clones de batata armazenados em diferentes condições.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Ajustar a densidade de plantas matrizes para maximizar a produtividade de miniestacas de diferentes clones de batata e o número ideal de coletas;
- b) Avaliar o período de dormência e de dominância apical de clones de batata de diferentes tamanhos de tubérculos;
- c) Estudar o desempenho agrônomico destes tubérculos em campo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA BATATA

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma dicotiledônea da família Solanaceae, pertencente ao gênero *Solanum*. Existem cerca de 4000 variedades de batata que apresentam tubérculos de diferentes tamanhos, cores e formas, dentre estas, o gênero *Solanum* possui mais de 2000 espécies, e destas, cerca de 160 são produtoras de tubérculos, porém somente 20 espécies são cultivadas (HAWKES, 1994). Também existem 151 espécies de batatas silvestres que não são comestíveis, mas apresentam características como resistência a pragas, doenças e condições climáticas adversas, sendo essas espécies importantes fontes de atributos para o melhoramento genético (CIP, 2016).

A origem exata da batata apresenta controvérsias, porém a presença de biótipos silvestres evidencia que seja nativa de duas áreas, das regiões altas da Cordilheira dos Andes, que vão do Peru ao norte da Argentina, e de terras baixas do centro-sul do Chile, dependendo do nível e ploidia das espécies. A difusão da batata no mundo ocorreu por volta de 1570, quando conquistadores espanhóis levaram a batata andina para a Europa, e cerca de 200 anos depois a batata tornou-se um alimento básico para os europeus e também para habitantes de outros continentes (LOPES; BUSO, 1997). Para europeus, norte-americanos e latino-americanos, a batata constitui a base da dieta alimentar diária. No entanto, no Brasil, é utilizada em menor escala, como hortaliça (FILGUEIRA, 2005).

A batata encontra-se em quarto lugar em importância alimentar do mundo, sendo superada pelo trigo, milho e arroz, e é a primeira commodity não grão (FAO, 2017). Os tubérculos, de preparo versátil e consumidos de diversas formas, são constituídos de 76% de água, 17% de carboidratos, 2,0% de proteínas, 0,3% de açúcares redutores, 1,1% de cinzas, 25 mg 100g⁻¹ de vitamina C e quantidades irrisórias de lipídios (SABLANI; MUJUMDAR, 2006). Consumida in natura ou industrializada de diversas formas, essa solanácea tem importância econômica, social e cultural devido a sua ampla adaptabilidade a diversos agro ecossistemas e ao elevado potencial produtivo (TÖFOLI et al., 2013).

Por ser uma cultura promissora no combate a fome, por seus benefícios produtivos e nutricionais, o ano de 2008 foi eleito pela Food and Agriculture Organization (FAO) como o ano Internacional da Batata. Estima-se que mais de um bilhão de pessoas consomem batata diariamente no mundo.

3.2 PRODUÇÃO DE BATATA NO BRASIL

No cenário nacional, a batata é a hortaliça mais importante, tanto em área de cultivo quanto economicamente. A cadeia produtiva da batata que era considerada em outros tempos como uma atividade de pequenos produtores, atualmente assume características empresariais bem definidas, com contínuos avanços tecnológicos e gerenciamento avançado de todo processo produtivo (TÖFOLI et al., 2013).

A área plantada no ano de 2017 foi de 140.361 ha, com uma produtividade média de 30,5 t ha⁻¹, com produção concentrada principalmente nos estados da Bahia, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (IBGE, 2017). Segundo relatórios do IBGE (2018), a produtividade brasileira aumentou cerca de 17% nos últimos 10 anos. Entretanto, a produtividade nacional ainda está abaixo de lavouras Norte Americanas, que possuem média nacional de produtividade superior a 49t ha⁻¹(FAO, 2016).

Como a propagação da batata é vegetativa, através de tubérculos (caules modificados), durante o processo ocorre o acúmulo de patógenos, principalmente vírus, a cada ciclo, o que resulta na degeneração da cultivar com drásticas reduções de produtividade (FORTES; PEREIRA, 2003). Portanto, a utilização de material propagativo de alta qualidade fitossanitária é indispensável para a instalação da lavoura (PEREIRA et al., 2005). Infelizmente, o Brasil não é auto-suficiente na produção de batata-semente e a escassez de material certificado de preço acessível ao produtor obriga a implantação de lavouras com tubérculos-semente de baixa qualidade fitossanitária, sendo este um dos principais fatores que tem afetado negativamente a produção nacional (MEDEIROS et al., 2002).

Até o mês de maio de 2018, foram importados 3.084.300 kg de tubérculos para plantio, no valor de US\$ 4.356.985,00 (ALICEWEB, 2018). Porém, esse material é repassado ao produtor a um valor muito elevado. A insuficiência de sementes de qualidade e com preço acessível se deve principalmente a baixa taxa de multiplicação do sistema de produção de batata-semente atualmente usado, que

depende basicamente da cultura de tecidos e do alto custo dessa técnica. A importação de sementes, além do elevado custo, apresenta o risco de introdução de pragas e organismos fitopatogênicos no país. Dessa maneira é primordial desenvolver técnicas que aumentem a taxa de multiplicação da batata-semente nacional.

3.3 CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS

A cultura de tecidos vegetais é uma importante ferramenta da biotecnologia que consiste em um conjunto de técnicas do crescimento *in vitro* de células, tecidos ou órgãos das plantas, sob condições assépticas (ANDRADE, 2002), em um meio nutritivo artificial (GEORGE, 1996). Os fragmentos retirados das plantas são denominados explantes, e estes, sob as condições de indução do meio de cultura, regeneram-se (TORRES et al., 2000). A capacidade de regeneração está relacionada ao fato de que as células vegetais se organizam em tecidos e posteriormente em plantas completas (KERBAUY, 1997), esse potencial regenerativo é denominado totipotência (TORRES et al., 2000). A capacidade de regeneração depende do estado fisiológico do explante, da maturidade e do tecido utilizado, mas de maneira geral se utilizam tecidos jovens e em crescimento para essa técnica (ANDRADE, 2002).

O meio de cultura utilizado para o cultivo *in vitro* deve atender as necessidades nutricionais específicas da espécie em questão, sendo que a composição do meio interfere nas respostas das células nele cultivadas (BORGATTO et al., 2002). Uma das combinações de componentes nutritivos mais utilizados para o cultivo *in vitro* é o meio MS, desenvolvido por Murashige e Skoog (1962), sendo que a composição do meio pode ser modificada de acordo com a necessidade de cada tipo de explante (TORRES et al., 2001).

A cultura de tecidos vegetais é amplamente utilizada na cultura da batata, na obtenção de batata-semente de categoria básica. Para disponibilizar sementes de alta qualidade fitossanitária e em quantidade, as técnicas mais utilizadas são a cultura de ápices caulinares e a micropropagação. Essas duas técnicas estão muito bem estabelecidas para a cultura da batata, porém elevam os custos de produção da batata semente por exigirem estrutura e mão de obra especializada.

A multiplicação através de tubérculos, órgãos vegetativos, leva à necessidade da limpeza clonal pois, diferente do controle de fungos e bactérias, a interação do vírus com as células da planta não permite controle químico destes patógenos (PEREIRA; FORTES, 2003). Assim, é necessária a obtenção de plantas livres de patógenos através da cultura de ápices caulinares. A técnica consiste em excisar a cúpula meristemática com um os dois primórdios foliares, onde possivelmente não haja conexão com o sistema vascular da planta matriz, e introduzi-lo em meio de cultura adequado, onde irá se diferenciar em raiz e parte aérea (TORRES et al., 1998). Os vírus presentes nas plantas podem apresentar latência e, portanto, não serem identificados visualmente. Assim, após a regeneração do ápice caulinar *in vitro*, as plantas devem ser indexadas para comprovar a ausência dos vírus que atacam a cultura. Os testes realizados podem ser biológicos, imunológicos ou moleculares, sendo que para batata, um dos testes mais utilizados é o teste de enzyme-linked immuno sorbent assay (ELISA) e suas variações, um teste imunológico, previsto na Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (BRASIL, 2003). Comprovada a ausência de patógenos, as plantas podem ser micropropagadas.

A micropropagação é uma das mais importantes aplicações comerciais da cultura de tecidos, e a de maior impacto na agricultura. É utilizada na cultura da batata, especialmente na obtenção de material propagativo de alta qualidade fitossanitária, beneficiando diretamente os bataticultores pelo aumento da produtividade (ASSIS, 1999). Os explantes mais comumente utilizados para este tipo de multiplicação clonal são órgãos meristemáticos pré-formados, por garantirem estabilidade genética (FARIA et al., 2007), como microestacas de gema única, podendo estas apresentarem ou não folha e para esta espécie, as microestacas basais são as mais produtivas (PEREIRA et al., 2005).

O processo para produção de batata-semente de categoria básica sempre passará pela cultura de tecidos vegetais, porém por essas técnicas apresentarem custos elevados, se faz necessária a busca de outras técnicas utilizadas na sequencia que possibilitem o aumento da taxa de multiplicação (PEREIRA; FORTES, 2003), principalmente das plantas matrizes utilizadas para a produção de minitubérculos de batata-semente básica.

3.4 PROPAGAÇÃO RÁPIDA

A produção de minitubérculos no Brasil ocorre principalmente pelo plantio em substratos agrícolas em vasos ou caixas, com média de produção de 3 a 7 tubérculos por planta (DANIELS; PEREIRA; FORTES, 2000). Além disso, também são utilizados os brotos destacados de batata-semente para a produção de tubérculos-semente em telados, com produção média de 2 a 3 tubérculos por broto. (SOUZA-DIAS, 2008). Apesar da busca constante por alternativas para aumentar o volume de produção de batata-semente de qualidade fitossanitária, poucos avanços tecnológicos foram obtidos.

O aumento da taxa de multiplicação de plantas matrizes pode ser obtido com o auxílio de técnicas de multiplicação rápida. Dentre as técnicas, a produção de mudas por miniestaquia tem sido a mais promissora em experimentos preliminares realizados pelo grupo de pesquisa em sistema de cultivo sem solo (BISOGNIN et al., 2015). As miniestacas podem ser produzidas em minijardim clonal e também a partir de material vegetativo coletado de plantas em produção de minitubérculos, desde que em ambiente controlado e em sistema de cultivo sem solo. Ambos os tipos de mudas podem ser utilizados para a produção de minitubérculos, o que maximiza a taxa de multiplicação das plantas matrizes micropropagadas.

A miniestaquia vem se mostrando como uma alternativa frente aos altos custos da cultura de tecidos. A técnica consiste em retirar miniestacas de plantas recém aclimatizadas e até mesmo de plantas adultas (BISOGNIN et al., 2015), já em sistema de produção de minitubérculos. O material vegetal obtido com a poda verde representa uma fonte importante de miniestacas para a produção de mudas (BISOGNIN; DELLAI, 2015). Isso somente pode ser viabilizado com a produção de minitubérculos em sistema de cultivo sem solo, por possibilitar o aumento da oferta de batata-semente livre de patógenos (BISOGNIN et al., 2015). A maior produtividade normalmente obtida comparada ao cultivo tradicional se deve, fundamentalmente, à ausência de enfermidades radiculares, desde que utilizado material isento de patógenos, e ao melhor controle sobre a nutrição das plantas, através do uso de solução nutritiva adequada à espécie (CALDEVILLA; LOZANO, 1993).

Devido à disponibilidade de nutrientes, a parte aérea da planta tende a crescer, atingindo elevados índices da área foliar (IAF), que aumentam o consumo

de solução nutritiva, reduzem o índice de colheita e a partição de assimilados para os tubérculos (BISOGNIN; DELLAI, 2015). A área da folha da batata é uma característica importante na avaliação da eficiência fotossintética das plantas, na determinação de danos bióticos e abióticos (LARCHER, 2000), na análise de crescimento (BIANCO; PITELLI; CARVALHO, 2002), relacionado com o acúmulo de matéria seca, metabolismo vegetal, produção final, qualidade e maturação das culturas (TAIZ; ZEIGER, 2006). O IAF pode incrementar o rendimento das culturas agrícolas até atingir um máximo, onde a taxa fotossintética na base da planta torna-se baixa ou mesmo nula (GÚLIAS et al., 2003). Plantas de batata em condições de campo apresentam IAF máximo de 3,0 a 4,0 (OLIVEIRA, 2000), e segundo Khurana; McLaren (1982) IAF de 4,0 interceptam 95% da radiação, e o máximo de matéria seca é produzido em IAF de 3,5 a 4,5.

Em condições de casa de vegetação e cultivo de primavera, similares as que foram conduzidos os experimentos, IAF de até 24 foram encontrados para a cultivar Macaca (MÜLLER et al., 2007). As condições ambientais de primavera, como dias mais longos comparados ao inverno que favorece a tuberização precoce, acompanhada de temperaturas naturalmente mais elevadas e intensificadas pelas condições de cultivo em telado, combinado com a alta disponibilidade de nutrientes, promovem o crescimento da parte aérea em detrimento dos tubérculos. Uma maneira para restringir esse crescimento exagerado da parte aérea é a aplicação da poda verde, destinada para direcionar os fotossintatos para os órgãos de acúmulo e reserva (SANDRI et al., 2002; TREVISAN et al., 2006). Bisognin; Dellai (2015) realizaram diferentes intensidades de poda em plantas de batata com base no IAF e concluíram que podas a 30 cm são eficazes para controle do IAF e tem menor efeito no índice e no número de tubérculos colhidos do que na produção de matéria seca dos minitubérculos. Além disso, o material retirado na poda apresenta alta qualidade fitossanitária e nutricional, podendo ser utilizado como fonte de propágulos para produção de miniestacas, que no caso da batata não necessitam de um ambiente com condições específicas de enraizamento nem aplicação de hormônios para o enraizamento. Assim, as mudas produzidas se constituem em uma forma prática e econômica de aumentar a taxa de multiplicação das plantas matrizes, o que proporciona um aumento da oferta de batata-semente de alta qualidade (BISOGNIN et al., 2015).

3.5 DENSIDADE DE PLANTAS MATRIZES

De acordo com a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003), plantas matrizes são as plantas fornecedoras de material de propagação que mantêm as características da planta básica (obtida por melhoramento genético) da qual seja proveniente. A manutenção deste conjunto de plantas fornecedoras de material de propagação, sejam plantas matrizes ou básicas, de maneira geral, é feita em unidades chamadas de jardins clonais (CARVALHO; SILVA, 2012).

As plantas matrizes de batata são aquelas provenientes da micropropagação, que após o processo de aclimatização e plantio no minijardim clonal, produzirão minitubérculos ou das quais serão retiradas as miniestacas (nodais e apicais) para a produção de mudas enraizadas de batata (BANDINELLI, 2013), que também produzirão minitubérculos de categoria básica.

O acúmulo de biomassa para a realização da miniestaquia depende tanto da disponibilidade de radiação solar que chega ao dossel vegetal quanto da fração de radiação que é absorvida para a realização da fotossíntese (DELLAI et al., 2005) e o principal parâmetro relacionado à absorção da radiação solar é o IAF (ANDRIOLO, 1999). Plantas de batata cultivadas em sistema de cultivo sem solo apresentam um grande crescimento de parte aérea, excessivo ao necessário para a máxima interceptação da radiação e produção de minitubérculos (KHURANA; MCLAREN, 1982). Nestas condições, uma cobertura vegetal homogênea é formada precocemente, diferente do que ocorre no campo, onde valores maiores de área foliar são atingidos nas fases intermediárias da fase de produção (HAMMER; VANDERLIP, 1989; OLIVEIRA, 2000).

A batateira apresenta plasticidade, adaptando-se às condições de manejo e ambientais através de modificações na morfologia e na partição de matéria seca entre os órgãos (FONTES; NUNES; MOREIRA, 2012), e sob altas densidades o valor do filocrono pode aumentar, ou seja, maior é o tempo necessário para o surgimento de folhas (DELLAI et al., 2005). Portanto, quando se objetiva a maior produção de miniestacas que darão origem às mudas, o adensamento das plantas matrizes deve ser adequado para o máximo de produção de parte aérea, melhor uso

do espaço e nutrientes e de forma que o valor do filocrono seja reduzido, proporcionando maior rendimento de miniestacas.

3.6 QUEDRA DE DORMÊNCIA

A dormência é um estado fisiológico que, mesmo em condições ideais, não há brotação do tubérculo (SUTTLE, 2007; SONNEWALD; SONNEWALD, 2014). Isso ocorre pois nesse período a atividade metabólica é baixa (HIRANO, 2003; RODRIGUEZ; MORENO, 2010; SOUZA, 2003) e pelo balanço hormonal, onde inibidores da brotação possuem efeito maior que promotores (HEMBERG, 1985).

Os tubérculos podem apresentar três tipos de dormência: endodormência, paradormência e ecodormência (LANG et al., 1987). Esse processo inicia-se na tuberização (HANCOCK; ROBERTS; VIOLA, 2008; NAMBARA; MARION-POLL, 2005) e é reduzido gradualmente no armazenamento (CAMPBELL et al., 2008; SUTTLE; DESTEFANO-BELTRÁN, 2008). Apesar das descobertas a respeito desse processo, muita informação ainda é desconhecida.

Os tubérculos de batata são consumidos principalmente frescos, gerando uma demanda constante durante todo o ano e tornando o armazenamento a longo prazo de tubérculos após a colheita necessário. Durante o armazenamento, brotar é um fator que contribui para a perda de qualidade, levando à remobilização de compostos de armazenamento, principalmente amido e proteínas e ao encolhimento do tubérculo, devido à perda de água (COLEMAN, 1987; SONNEWALD, 2001; BÖRNKE; SONNEWALD; BIEMELT, 2007). O período de dormência permite o armazenamento dos tubérculos, tornando possível disponibilizar ao consumidor tubérculos com aparência adequada e qualidade na entressafra. Além disso, a dormência permite a conservação da qualidade fisiológica de tubérculos destinados à semente para o próximo plantio, sendo que, caso não apresentassem esse mecanismo, a alta perecibilidade da batata tornaria impossível o armazenamento de semente de um ano para o outro (BISOGNIN et al., 2008).

Por outro lado, quando existe a necessidade de plantio na safra seguinte, é necessária a manipulação desta condição para que as sementes possam estar em estágio de plena brotação, que é o estágio fenológico mais adequado para o plantio.

Para que ocorra a brotação é necessário que os hormônios endógenos

promotores estejam em maiores concentrações em detrimento aos inibidores. Apesar de ser um caráter genético, algumas práticas podem alterar a resposta dos tubérculos em relação a este fenômeno. As práticas podem ser realizadas durante o cultivo da batateira, como por exemplo quando produzidos sob baixas doses de N, apresentam brotação mais precoce (THORNTON et al., 1994) ou via aplicação foliar de ácido giberélico cerca de uma semana antes da dessecação das plantas (ITTERSUM; SCHOLTE; WARSHAVSKY, 1993).

Como forma de manipular a dormência, o uso de ácido giberélico apresentou resultados positivos na indução da brotação (BENEDETTI et al., 2005; BISOGNIN; CENTENARO; MISSIO, 1998; NICKELL, 1983). A temperatura de armazenamento também deve ser considerada na quebra de dormência. Tubérculos armazenados abaixo de 3°C não apresentam brotações, independente do estado de dormência (SUTTLE, 2007) enquanto temperaturas de 16 a 20°C são adequadas para crescimento de brotos (BEUKEMA; VAN DER ZAAG, 1979).

O tamanho do tubérculo também é um indicativo de maturação fisiológica. Como numa mesma cova existe a formação de tubérculos em diferentes períodos, tubérculos maiores apresentam dormência menor, pela idade fisiológica mais avançada (MÜLLER et al., 2010). Além disso, os tecidos apresentam diferentes sensibilidades à aplicação de hormônios, sendo que esta muda conforme a idade fisiológica e o tempo após a colheita (VIOLA et al., 2007)

A dominância apical, período após a superação de dormência em que um broto apenas tem crescimento, está ligada à dormência e é a inibição do crescimento das gemas laterais por conta do balanço hormonal. Considera-se superação da dominância apical quando o tubérculo contém dois brotos maiores de 2mm (VIOLA et al., 2007).

4. CAPÍTULO I

DENSIDADE DE PLANTAS MATRIZES E PRODUTIVIDADE DE MINIESTACAS DE BATATA

Resumo—Apesar de estar em terceiro lugar em importância alimentar no mundo, a cadeia produtiva da batata apresenta grandes entraves, como a baixa disponibilidade de material propagativo e do alto custo, resultando em um baixo percentual de utilização de batata-semente certificada. Batata-semente de alta qualidade fitossanitária e fisiológica é essencial para expressar o potencial produtivo da cultivar. O objetivo deste estudo foi ajustar a densidade de plantas matrizes para maximizar a produtividade de miniestacas de batata e determinar o número de coletas das mesmas em minijardim clonal, com a finalidade de reduzir o custo de produção de minitubérculos de batata-semente básica. Foi conduzido um experimento em casa de vegetação telada, coberta com policarbonato alveolar de 10 mm, com plantas micropropagadas de quatro clones de batata pertencentes ao Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas. As plantas micropropagadas e aclimatizadas foram plantadas nas densidades de 178 e 400 plantas m^{-2} . O experimento foi conduzido em um fatorial 4 x 2 (clones x densidade de plantas matrizes) na primavera de 2016 e outono de 2017, no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. A produtividade de miniestacas em minijardim clonal foi maior na densidade de 400 covas m^{-2} e apresentou diferenças entre clones, sendo o a Macaca a mais produtiva. A primavera proporcionou as maiores produtividades de miniestacas em minijardim clonal de batata, principalmente pela temperatura mais elevada. Foram consideradas três coletas por ciclo como ideal nas duas estações de cultivo, proporcionando tempo suficiente para o estabelecimento das mudas e produção dos minitubérculos.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L. Propagação vegetativa. Minitubérculos. Semente básica. Taxa de multiplicação

DENSITY OF STOCK PLANTS AND PRODUCTIVITY OF POTATO MINICUTTINGS

Abstract- Despite being the third most important food source in the world, the potato production chain presents great obstacles such as the low availability of propagating material and its high cost, resulting in a low percentage of certified seed potatoes usage. Phytosanitary and physiological high quality of seeds are essential to express the yield potential of the potato cultivar. The objective of this study was to adjust the plantlet density to maximize the productivity of potato mini-cuttings in a clonal garden to reduce the production costs of potato mini-tubers. An experiment was carried out in a greenhouse, covered with 10 mm alveolar polycarbonate, with micropropagated plants of four potato clones of the Plant Breeding and Vegetative Propagation Center. The micropropagated and acclimatized plantlets were planted at densities of 178 and 400 plants per m^{-2} . The experiment was conducted in a 4 x 2 factorial (clones x plantlets density) in the spring of 2016 and autumn of 2017, in a randomized complete block design with three replicates. The productivity of mini-cuttings in clonal minijardim was higher in the density of 400 m^{-2} and presented differences between clones, being the Macaca the most productive. The spring provided the highest productivities of mini-cuttings in clonal minijardim of potato, mainly by the higher temperature.

showed differences among clones, being the Macaca clone the most productive. Spring yielded the highest productivity of mini-cuttings in the clonal garden, mainly due to the highest temperature. Three collections of mini-cuttings per cycle were considered ideal in both evaluated seasons, providing sufficient time for the plantlet establishment and production of mini-tubers.

Keywords: *Solanum tuberosum* L. Asexual propagation. Minitubers. Basic seeds. Multiplication rate.

4.1 INTRODUÇÃO

A falta de material propagativo de boa qualidade fitossanitária com valor acessível ao produtor é uma das razões do atual cenário nacional em relação a cadeia produtiva da batata. Por ser propagada através de tubérculos, de forma vegetativa, patógenos (vírus, bactérias e fungos) se acumulam ao longo dos ciclos, resultando na degeneração da cultura. A implantação da lavoura com tubérculo-semente de baixa qualidade fitossanitária é a principal causa da baixa produtividade (CHANG et al., 2000; MEDEIROS et al., 2002). No Brasil, estima-se que cerca de 13% da produção da cultura seja direcionada para batata-semente e destes, apenas 20% a 30% seja batata-semente certificada (PEREIRA; FORTES, 2003). Assim, para a melhora produtiva da cultura da batata, a qualidade fitossanitária do material propagativo é indispensável.

Os materiais livres de patógenos podem ser obtidos através do uso da semente botânica ou da cultura de tecidos. No entanto, o uso da semente verdadeira (botânica) para multiplicação da batata é utilizado geralmente em programas de melhoramento genético, pois este material apresenta grande variabilidade das plantas produzidas, não sendo de interesse para plantio comercial (KACZMARCZYC; ROKKA; KELLER, 2010). As técnicas de cultura de tecidos, principalmente a cultura de ápices caulinares e a micropropagação, representam um instrumento importante na obtenção de plantas de alta qualidade fitossanitária, podendo esta ser micropropagada em grande escala.

Apesar de ser uma maneira eficiente de se propagar plantas de batata isentas de doenças, a micropropagação ou multiplicação *in vitro* implica em alto custo, que se reflete no custo final pago pelo produtor (SOUZA-DIAS, 2006). Nesse contexto, a

produção de miniestacas de batata a partir de plantas micropropagadas vem como uma maneira de maximizar a taxa de multiplicação, permitindo produzir mudas comprovadamente livres de patógenos e reduzir os custos de produção da cultura (BISOGNIN et al, 2015), que é onerado em média, de 40% a 50% devido ao custo da batata-semente (contato pessoal). A utilização de técnicas de multiplicação rápida, como a produção de miniestacas em minijardim clonal ou até mesmo oriundas de plantas em produção de minitubérculos, é decisiva para a redução dos custos de produção de minitubérculos de batata.

A densidade de plantas matrizes no minijardim clonal também é um fator importante para maximizar a taxa de multiplicação e, com isso, a produção de minitubérculos por planta matriz, trazendo reflexos nos custos de produção. A combinação das técnicas de multiplicação rápida com o sistema fechado de cultivo sem solo é fundamental para a manutenção da qualidade fitossanitária dos minitubérculos produzidos e para garantir a identidade genética e a pureza varietal compatíveis com batata-semente básica.

O objetivo deste trabalho foi ajustar a densidade de plantas matrizes para as duas épocas de cultivo de batata e estudar o número de coletas para maximizar a produção de miniestacas de batata em minijardim clonal.

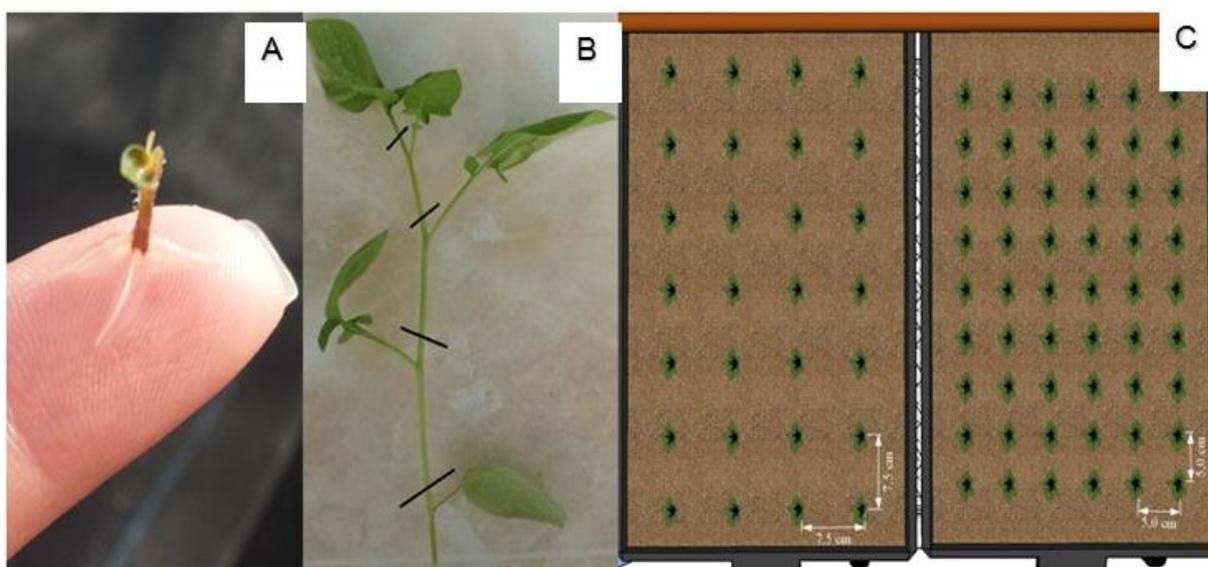
4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em telado, pertencente ao Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP), Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil, nas épocas de outono e primavera dos anos de 2016 e 2017. As plantas da cultivar Macaca e dos clones avançados SMINIA793101-3, SMINIA05011-3 e SMINIA06066-10 de batata necessárias para a instalação dos experimentos foram micropropagadas a partir de plântulas livres de vírus. Os explantes de segmentos nodais foram inoculados em frascos de 150 ml, contendo 20 ml meio de cultura com $\frac{1}{2}$ da concentração de sais do meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), sacarose na proporção de 30 g L⁻¹ (BANDINELLI et al., 2013) e ágar na proporção de 6,75 g L⁻¹, com pH corrigido para 5,7. Os frascos contendo o meio de cultura foram autoclavados durante 20 minutos, a 120 °C e pressão de 1 atm. Após a inoculação, os frascos permaneceram em câmara de crescimento com temperatura controlada

(25 ± 2 °C) e fotoperíodo de 16 horas, com iluminação fornecida por lâmpadas fluorescentes brancas frias, até o desenvolvimento das plântulas. As plântulas foram retiradas do meio de cultura e as raízes foram lavadas em água corrente para retirada do excesso de meio e aclimatizadas segundo Bandinelli et al. (2013).

As plantas micropropagadas e aclimatizadas foram plantadas em sistema fechado de cultivo sem solo, em bandejas de polietileno (55 x 34 x 15 cm), contendo uma camada de aproximadamente 4 cm de brita média, uma tela de polietileno (1 mm) e uma camada de aproximadamente 10 cm de areia grossa como substrato, conforme metodologia descrita por Bisognin et al.(2015), nas densidades de 178 covas m^{-2} e 400 covas m^{-2} , onde a combinação de cada densidade com cada clone avaliado consistiu em um tratamento. O experimento foi conduzido em um fatorial 4 x 2 (clones x densidade de plantas matrizes) na primavera de 2016 e outono de 2017, no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, aleatorizadas dentro de cada bandeja (Figura 1).

Figura 1 –Planta de batata após retirada do meio de cultura para implantação no minijardim clonal (A), haste na qual foi realizada a miniestaquia de gema única (B) e arranjo de plantas no microjardimclonal(C).



Fonte: AUTORA (2017)

A coleta de miniestacas foi iniciada aos 30 dias após a aclimatização das plantas. Foram retiradas miniestacas nodais e apicais, que tiveram a área foliar reduzida à metade (Figura 1B) e enraizadas no mesmo sistema conforme Bandinelli et al. (2013). As podas ocorriam a cada 21 dias (Figura 2). Foram quantificados o

número de miniestacas por coleta e por minicepa e comparadas as duas densidades. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias de clones foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro e as médias de densidades pelo teste F.

Figura 2 – Microjardim clonal antes (A) e após (B) a coleta das miniestacas.



Fonte: Banco pessoal.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às densidades observou-se diferença significativa ($p > 0,05$) para o número de miniestacas produzidas tanto na safra de primavera de 2016 quanto na safra de outono de 2017. A densidade de 400 covas m^{-2} foi a que apresentou maior produtividade de miniestacas para todos os clones, com destaque para o clone Macaca, que não diferiu do clone SMINIA 06066-10 (Tabela 1).

Tabela 1 – Produtividade de miniestacas $porm^{-2}$ nas densidades de 128 covas m^{-2} e 400 covas m^{-2} na primavera de 2016 e outono de 2017.

Clone	Primavera 2016				Outono 2017			
	128 covas m^{-2}		400 covas m^{-2}		128 covas m^{-2}		400 covas m^{-2}	
Macaca	15.978	Ab ¹	34.519	Aa	11.215	Ab	19.000	Aa
793101-3	5.741	Bb	19.459	Ba	4.000	Bb	9.081	Ba
05011-3	17.222	Aa	21.259	Ba	5.259	Ba	6.222	Ba
06066-10	13.630	Ab	25.948	Ba	7.141	Ba	16.652	Aa
CV (%)	20,69				23,75			

Média	19.219,45	9.821,30
-------	-----------	----------

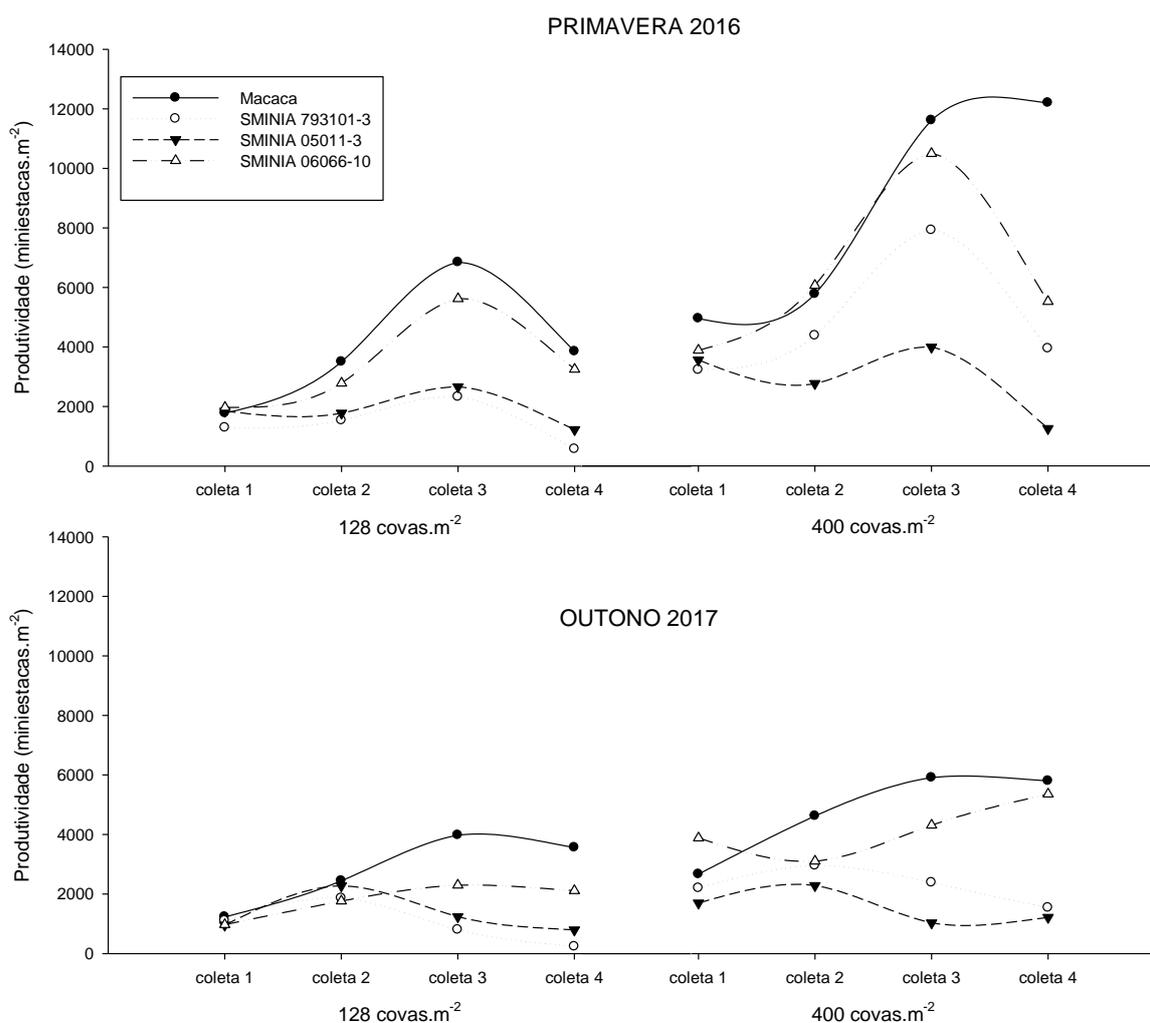
¹ Valores seguidos da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste F à 5% de probabilidade de erro; valores seguidos da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade de erro.

O maior valor encontrado na densidade de 400 covas.m⁻² pode ser atribuído à competição intraespecífica que o adensamento de plantas causa no ambiente produtivo, promovendo maior crescimento. Índices de área foliar de até 19 m² foram encontrados nesse sistema para a mesma densidade (DELLAI et al., 2008) bem como a maior altura de haste principal (DELLAI et al., 2005). Densidades altas causam diferenças na partição de assimilados para a parte aérea em detrimento aos tubérculos. Porém, neste estudo, o objetivo foi avaliar a produtividade de miniestacas, de maneira que o arranjo de plantas deve beneficiar o crescimento de parte aérea e o melhor aproveitamento do espaço e de nutrientes. Além disso, a poda faz com que a parte aérea seja um dreno durante todo o ciclo da batateira, diminuindo a produção de minitubérculos dessas plantas. Isso ocorre devido à competição entre o crescimento da parte aérea e dos tubérculos, levando à redução na produtividade e podendo culminar em morte da planta (HUTCHINGS; JOHN, 2004).

A mortalidade de plantas de 55% na densidade de 400 covas m⁻² encontrada por Dellai et al. (2008) em virtude da alta densidade e sombreamento de plantas, presença de plantas dominantes e dominadas e a competição por luz não foi observada na fase inicial deste estudo. Após a terceira coleta, observou-se queda na produção de miniestacas (Figura 3), devido a mortalidade média de 8,03% para a menor densidade e 13,04% para a maior densidade na primavera e mortalidade média de 35,7% para a menor densidade e 34,22% para a maior densidade no outono. O fato de não haver mortalidade inicial pode estar ligado ao material propagativo utilizado ser de plantas obtidas na micropropagação e a brotação inicial ser mais uniforme do que quando utilizados tubérculos para implantar o minijardim clonal. A mortalidade maior no cultivo de outono está relacionada às temperaturas mais baixas, além da alteração no comprimento do dia, que induz às plantas à tuberização, mudando a partição de assimilados da parte aérea para a tuberização, levando às plantas ao esgotamento. Temperaturas mais elevadas estimulam o crescimento da parte aérea, em detrimento dos tubérculos (FONTES; FINGER,

1999) e essa elevação pode ter favorecido a maior síntese de giberlina (FIGUEIREDO-RIBEIRO; CHU; ALMEIDA, 2004) e estas produzem efeitos nas plantas como o alongamento dos ramos, estímulo da divisão celular e do alongamento celular (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). Também está relacionada e ao filocrono, sendo que em períodos com temperaturas mais amenas o intervalo para emissão de novas folhas é maior (DELLAI et al., 2005).

Figura 3 – Média da produtividade de miniestacas (m^{-2}) nas densidades de 128 covas m^{-2} e 400 covas m^{-2} , nas duas estações de produção.



Foram consideradas ideais três coletas por época, levando em consideração período de implantação, início das coletas e enraizamento das miniestacas para transplântio para o sistema de produção de minitubérculos. Na primeira coleta

(Figura 3), um número baixo de miniestacas é obtido. Isso está relacionado ao fato das plantas estarem em início de ciclo, da temperatura média diária não ser tão elevada e não proporcionar crescimento acelerado da parte aérea e existir uma única haste para a poda. Quando da retirada do ápice das plantas, ocorre a quebra da dominância apical (TAIZ; ZEIGER, 2006), ocasionando o brotamento das gemas laterais, aumentando o número de miniestacas obtidos na segunda coleta. A quebra de dominância apical ocorre especialmente pela remoção da fonte de auxinas. A partir da terceira coleta, as matrizes já estão emitindo estolões e como já comentado acima, a incidência de luz no estolão acaba fazendo com que este se diferencie em parte aérea e, portanto, proporcionando a maior coleta de miniestacas do ciclo. Na quarta coleta, as plantas já estão esgotadas de reservas para nova brotação e as estacas já são relativamente mais fracas. Assim, na terceira coleta ainda seria possível permitir a recuperação da planta e o enchimento dos tubérculos que ela possui que se tornarão sementes e que caso não possuam tamanho comercial podem servir de sementes básicas para o próximo plantio em estufa.

É importante lembrar que neste sistema, a última coleta deve ser realizada com tempo suficiente para enraizamento e implantação das mudas no sistema de produção de minitubérculos, com tempo suficiente para a produção dos tubérculos semente antes que a temperatura (alta, em casos de coletas de primavera, e baixas em coletas de outono) prejudiquem o desenvolvimento das plantas e a produção de minitubérculos.

Para tornar o projeto mais prático e visível aos produtores, pode-se fazer uma simples análise de custo. Considerando que uma planta micropropagada custa em média R\$1,10 e considerando uma produtividade de miniestacas por m² de 19.000 (média dos clones estudados), cerca de 48 miniestacas por planta, durante todo o ciclo, com uma média de enraizamento de 87% (BANDINELLI, 2009) o custo da planta seria reduzido à R\$0,02. Além disso, tubérculos que não atingissem tamanho suficiente para plantio de campo poderiam ser utilizados na próxima safra como fonte de miniestacas para continuar o sistema. As miniestacas também podem ser retiradas de plantas em produção de minitubérculos, já que no sistema hidropônico existe um crescimento excessivo da parte aérea (BISOGNIN;DELLAI, 2015). Para diluir ainda mais os custos do tubérculo-semente é necessário saber a produção de minitubérculos de mudas provenientes da micropropagação e de miniestacas para

então saber quantas mudas micropropagadas teriam que ser adquiridas para atingir a quantidade de batata-semente demandada pelo produtor e testar as condições de armazenamento dos tubérculos excedentes para a produção de semente para o próximo plantio.

4.4 CONCLUSÕES

A primavera proporciona as maiores produtividades de miniestacas em minijardim clonal de batata em virtude da temperatura mais elevada, proporcionando maior crescimento da parte aérea, mas também é possível produzir miniestacas no outono.

A produtividade de miniestacas em minijardim clonal é maior na densidade de 400 covas m^{-2} , nas duas estações produtivas. A produtividade também varia em função do clone utilizado, sendo Macaca o mais produtivo.

O número de 3 coletas de miniestacas foi considerado ideal para as duas estações, em virtude de permitir recuperação da planta matriz e possibilitar que esta produza minitubérculos que podem ser utilizados tanto como sementes para o campo quanto para estabelecer um novo minijardim clonal na safra seguinte e também por proporcionar às mudas originárias de miniestacas enraizadas o melhor período para produção de minitubérculos, não sendo afetadas por temperaturas elevadas em condições de primavera-verão e de baixas temperaturas em casos de outono-inverno.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANDINELLI, M. G. et al. Concentração dos sais e da sacarose do meio MS na multiplicação *in vitro* e na aclimatização de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 242-247, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v31n2/11.pdf>>. Acesso em: jun. 2016.
- BANDINELLI, M. G. Micropropagação e miniestaquia na propagação de batata. Dissertação de mestrado. UFSM. 2009
- BISOGNIN, D. A et al. Rooting potential of mini-cuttings for the production of potato plantlets. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 366-371, 2015. Disponível em: <[10.4236/ajps.2015.62042](http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.62042)>. Acesso em: maio 2018.
- BISOGNIN, D. A.; DELLAI, J. Shoot growth restriction in dry matter partitioning and minituber production of potato plantlets. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1917-1924, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130393>>. Acesso em: jun. 2016.
- CHANG, D.C. et al. Hydroponic culture system for the production of seed tubers without soil. **American Journal of Potato Research**, v. 77, n. 6, p. 394, 2000.
- DELLAI, J. et al. Densidade de plantio na produção hidropônica de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1534-1539, 2008.
- DELLAI, J. et al. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1269-1274, 2005.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L.; CHU, E. P.; ALMEIDA, V. P. Tuberização. In G. B. Kerbauy (Ed.), **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Edi. Guanabara. 2004.
- FONTES, P.C.R.; FINGER, F.L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, v.20, p.24-29, 1999.
- HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A. The effects of environmental heterogeneity on root growth and root/shoot partitioning. **Annals of Botany**, v.94, p.1-8, 2004.
- KACZMARCZYK, A.; ROKKA, V.; KELLER, E. R. J. Potato Shoot Tip Cryopreservation. **Potato Research**. 2010. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11540-010-9169-7>>. Acesso em abril de 2016.
- MEDEIROS, C. A. B. et al. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.110-114, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000100022>>. Acesso em: jun 2016
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R. L. Protocolo para produção de material propagativo de batata em meio líquido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1035-1043, 2003.

RAVEN, P. H.; EVERT, F. R.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogam. 2001. 906 p.

SOUZA-DIAS, J. A. C. Tecnologia do broto/batata-semente: uma idéia que está brotando na bataticultura. **O Agrário**. v. 7, n. 7. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p.

5. CAPÍTULO II

BROTAÇÃO, ESTABELECIMENTO E PRODUTIVIDADE DE DIFERENTES TAMANHOS DE TUBÉRCULOS DE BATATA SUBMETIDOS À DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Resumo – A dormência em batata se estabelece com o início da tuberização e termina com a brotação dos tubérculos. Esta peculiaridade torna possível o armazenamento por longos períodos, proporcionando oferta, tanto de semente quanto de batata para o consumo em períodos de entressafra. O objetivo deste estudo foi avaliar a brotação, o estabelecimento das plantas e a produtividade de diferentes tamanhos de batata-semente de três clones de batata tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico e submetidos a duas temperaturas de armazenamento. Os tubérculos foram produzidos no outono na área experimental de fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), separados em dois tamanhos, tratados com três doses de ácido giberélico e armazenados em duas temperaturas por 81 dias. O rompimento da dormência e dominância apical foi considerado quando o tubérculo possuía um ou dois brotos de 2 mm, respectivamente. O experimento foi conduzido em um fatorial de três clones (SMINIA00017-6, SMINIA793101-3 e Asterix), duas temperaturas de armazenamento (10°C e 20°C), dois tipos de tubérculos (menor diâmetro superior ou inferior a 35 mm) e três doses de ácido giberélico (0, 15 e 30 mg L⁻¹) no delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 repetições de 14 tubérculos cada. Concluído o período de avaliação, os tubérculos foram plantados a campo na densidade de três covas por metro linear e espaçamento de 0,80 m entre linhas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições de 14 tubérculos. Foram avaliados emergência, número de hastes, número e massa de tubérculos produzidos. Os clones SMINIA00017-6, SMINIA793101-3 e Asterix apresentam diferentes períodos de dormência. A aspersão dos tubérculos com ácido giberélico acelera a brotação e emergência. A dormência é menor em tubérculos armazenados sob temperaturas mais elevadas. Tubérculos maiores possuem dormência menor, porém com a manipulação da temperatura de armazenamento e dose de ácido giberélico é possível uniformizar a brotação dos mesmos. Tubérculos maiores possuem maior número e comprimento de hastes e maior produtividade.

Palavras-chave: dormência; dominância apical; giberelinas; temperatura; *Solanum tuberosum* L.

BROWSING, ESTABLISHMENT AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT POTATO TUBER SIZES SUBMITTED TO DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

Abstract – Dormancy in potato begins with tuberization and ends with tuber sprouting. Dormancy makes possible to store tubers for long periods, supply both seed and consumption markets between harvest seasons. The objective of this study

was to evaluate tuber sprouting, establishment of plants and productivity of different seed sizes of three clones treated with different doses of gibberellic acid and submitted to two storage temperatures. Tubers were harvested in autumn at the Federal University of Santa Maria (UFSM) experimental area, separated into two sizes, treated and stored for 81 days. Dormancy and apical dominance breaking was considered when tubers had one or two sprouts of 2 mm, respectively. The experiment was carried out in a factorial of three clones (SMINIA00017-6, SMINIA793101-3 and Asterix), two storage temperatures (10°C and 20°C), two types of tubers (smaller or bigger than 35 mm) and three doses of gibberellic acid (0, 15 and 30 mg L⁻¹) in a complete random design, with 4 replicates of 14 tubers each. After sprouting evaluations, tubers were planted in the field at the density of three hills per linear meter and spacing of 0.80 m between rows. The experiment was a randomized block design, with four replicates of 14 tubers. Emergence, number of stems, and number and mass of tubers were evaluated. Clones SMINIA00017-6, SMINIA793101-3 and Asterix present different dormancy periods. Spraying gibberellic acid on tubers accelerates sprouting and emergence. The dormancy is lower in tubers stored under higher temperatures. Larger tubers have smaller dormancy, but it is possible to standardize tuber sprouting by manipulating storage temperature and doses of gibberellic acid. Larger tubers have a larger number of longer stems and greater productivity.

Keywords: dormancy; apical dominance; gibberellins; temperature; *Solanum tuberosum* L.

5.1 INTRODUÇÃO

A batata, tanto para consumo quanto para semente, é armazenada completamente hidratada, diferente de outros vegetais e cereais que tem sua umidade reduzida até certo teor. Essa peculiaridade, possível por conta da dormência, além de onerar o custo de produção com o armazenamento e transporte, faz com que o produto seja extremamente perecível. As perdas em pós-colheita podem chegar a 15% e a brotação prematura é um dos fatores mais limitantes (FIRMAN; ALLEN, 2007).

A dormência é denominada como a suspensão temporária do crescimento visível de qualquer estrutura vegetal contendo um meristema (LANG; MARTIN; DARNELL, 1987) e, considerada um mecanismo adaptativo, com evidências de que é regulada pelo estado metabólico celular, fatores genéticos e ambientais (MUKERJEA; ROBYT; 2005). Na batata, a dormência tem início com a tuberização e termina com a emissão de pelo menos um broto. Esse estado do metabolismo, chamado dormência, é necessário para manter tubérculos viáveis para a propagação, em períodos desfavoráveis ao plantio (MANI, 2014). Na batata, a

dormência pode ser dividida nas fases de: endodormência, ecodormência e paradormência, que geralmente se sobrepõem (MUTHONI et al., 2014). A endodormência é aquela que impede a brotação por um fator fisiológico interno, ecodormência é caracterizada quando a brotação não ocorre por conta de fatores ambientais externos como por exemplo baixas temperaturas e a paradormência quando a brotação não ocorre por fatores fisiológicos externos, como a dominância apical (VREUGDENHIL, 2007).

Este mecanismo permite o fornecimento de tubérculos ao consumidor durante a entressafra com qualidade visual e sensorial adequada, porém quando a superação da dormência ocorre em períodos não desejados, as mudanças bioquímicas decorridas do início da brotação, são prejudiciais à qualidade nutricional e ao processamento da batata (CLAASSENS, 2002; SUTTLE, 2004; SUTTLE; MORNET, 2005) e causam perdas consideráveis, para produtores e processadores (DESTEFANO-BELTRÁN et al., 2006; DESTEFANO-BELTRÁN et al., 2006a; CAMPBELL et al., 2008; SUTTLE; DESTEFANO-BELTRÁN, 2009).

A dormência também pode atrapalhar o estabelecimento da lavoura em regiões em que a batata é cultivada em mais de uma safra a cada ano. Nesses casos, há necessidade de manipulação da dormência, pois a semente deve ser plantada no estágio de brotação plena (BISOSGNIN et al., 1996) proporcionando uma emergência e arranque inicial mais rápidos, com melhor aproveitamento dos nutrientes presentes no solo e potencial de competição com plantas daninhas.

O período de dormência pode ser afetado tanto pelas condições de cultivo (EZEKIEL; SINGH, 2003), quanto pelo manejo na pós-colheita (BISOSGNIN et al., 2008; MULLER et al., 2010). Fatores intrínsecos como o genótipo e a idade fisiológica do tubérculo, e extrínsecos como a temperatura e a aplicação de hormônios vegetais, podem alterar o período de dormência dos tubérculos. Para ofertar sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária no período de demanda, é essencial conhecer o comportamento da semente durante o armazenamento e quais os fatores que podem acelerar ou retardar o processo de brotação.

O objetivo deste estudo foi avaliar a brotação, a dominância apical, o estabelecimento das plantas e a produtividade de diferentes tamanhos de batata-semente de três clones tratados com diferentes concentrações de ácido giberélico e submetidos a duas temperaturas de armazenamento.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os tubérculos dos clones SMINIA793101-3 e SMINIA00017-6, do Programa de Genética e Melhoramento de Batata da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e da cultivar Asterix utilizados para o estudo foram produzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, durante o cultivo de outono. Para facilitar a redação, a cultivar Asterix será referida como clone. As recomendações de plantio, tratamentos culturais, manejo e dessecação de parte aérea foram realizadas com paraquat, 10 dias antes da colheita conforme recomendações técnicas para o cultivo da batata (BISOGNIN, 1996). Os tubérculos dos três clones foram colhidos separadamente e armazenados em câmara de 20°C pelo período de 15 dias para o processo de cura e então foram separados em dois tamanhos (<35 mm e >35 mm).

Os tubérculos de cada clone foram tratados com as diferentes concentrações de ácido giberélico (0, 15 e 30 mg L⁻¹), acomodados em caixas para armazenamento de batata-semente e colocados nas câmaras de 10°C e 20°C ± 2°C, para avaliação do período de dormência. A umidade relativa no interior das câmaras foi mantida em 85% ± 5%.

As avaliações de número de broto ocorreram a cada 3 dias, até os 81 dias após o armazenamento. Foi considerado rompimento de dormência e de dominância apical quando o tubérculo apresentou um ou dois brotos, respectivamente. Foi considerado broto quando o mesmo tinha pelo menos 2 mm de comprimento (COLEMAN, 1998). Tubérculos que não apresentaram superação de dormência ou dominância apical no período de 81 dias não foram usados para a análise.

O experimento consistiu em um fatorial de 3 clones (SMINIA793101-3, SMINIA00017-6 e Asterix), 2 tamanhos de tubérculo (maiores que 35 mm e menores que 35 mm), 3 doses de ácido giberélico (0, 15 e 30 mg L⁻¹) e 2 temperaturas de armazenamento (10°C e 20°C), no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 14 tubérculos cada.

Os dados de número de dias até a superação da dormência e dominância apical, número e tamanho de brotos foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan à 5% de probabilidade de erro.

Após a última avaliação para as variáveis descritas acima, os tubérculos

foram plantados na área experimental do departamento de Fitotecnia da UFSM, no início do mês de outubro. Os tubérculos de cada tratamento foram distribuídos em uma fileira de 5 m de comprimento, separadas de 0,80 m. A amontoa foi realizada no final do mês de outubro.

Foram quantificados o número de dias até emergência das plantas, quando as hastes se encontravam acima do solo. Para o número de hastes definitivas, a avaliação foi realizada no início da tuberização. A variável altura de planta foi medida do nível do solo até a inserção da última folha e na colheita foram avaliados o número de tubérculos grandes e médios e a produtividade ($t\ ha^{-1}$). Tubérculos inferiores a 23 mm de diâmetro não foram colhidos por não apresentarem valor comercial.

Os dados de número de dias até a emergência, número de hastes, altura de planta, número de tubérculos e produtividade foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan, à 5% de probabilidade de erro.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou diferenças significativas ($P < 0,05$) para clones, temperaturas, tamanho do tubérculo semente e doses de ácido giberélico.

O clone Asterix diferiu dos clones SMINIA793101-3 e SMINIA00017-6, no tempo, em dias até o rompimento da dormência e da dominância apical, necessitando de um período menor para o rompimento da dormência e um tempo maior até o rompimento da dominância apical (Tabela 2). Essas diferenças podem ser atribuídas à genética, visto que essa característica, apesar de poder ser manipulada, é uma condição intrínseca da cultivar (HELDWEIN; STRECK; BISOGNIN, 2009; BURTON, 1989).

Os valores encontrados para a dormência de Asterix diferem dos encontrados por Muller et al., 2010, onde Asterix apresentou período de dormência 29% maior que do clone SMINIA00017-6. Uma explicação para a pequena diferença observada entre clones pode estar no fato do hormônio ácido abscísico (ABA), responsável por promover a dormência, ser sintetizado em maior parte nas folhas em fim de ciclo, e como a parte aérea é dessecada ainda em atividade metabólica, isso pode ter

acarretado redução no período de dormência (RODRIGUEZ E MORENO, 2010). A dormência também pode estar relacionada às condições climáticas e práticas culturais sob a qual os tubérculos foram produzidos. Temperaturas elevadas durante a fase de tuberização têm efeitos negativos na formação de tubérculos e acúmulo de matéria seca, além de proporcionarem um brotamento precoce dos mesmos (LEVY; VEILLEUX, 2007) e a temperatura é o fator não-controlável que mais afeta o crescimento e o rendimento da batateira (SMITH, 1968).

Os três clones diferenciaram-se estatisticamente para o número de brotos, sendo que o clone SMINIA00017-6 apresentou maior número, seguido pelo SMINIA793191-3 e o clone Asterix, com menor número de brotos e o maior comprimento do broto (Tabela 2). O maior número de brotos encontrado para o clone SMINIA00017-6 pode estar ligado a quebra de dominância apical mais precocemente que os demais clones avaliados, assim, ocorrem a brotação de várias gemas simultaneamente. O mesmo raciocínio deve ser utilizado para o clone Asterix, que foi o último a quebrar a dominância apical. Os valores encontrados podem ser explicados pela dormência longa, típico de Asterix. Esse clone provavelmente precisa de mais tempo nas condições de avaliação para igualar-se aos demais. Braun (2007) avaliou que Asterix apresentou quebra de dormência com 70 dias após a colheita.

Com relação ao tamanho de broto, é esperado que os resultados sejam inversos aos observados para número de brotos, pois os brotos tornam-se drenos para o tubérculo, e com maior número de brotos maior a divisão de energia para o crescimento de cada um deles, bem como o menor número de brotos permite que todo o aporte de energia seja para a gema em brotação. Para solucionar esse entrave a prática da desbrota é realizada para eliminar a dominância apical dos brotos, aumentando no campo o número de hastes e número de tubérculos (IAC, 2000).

O tamanho da semente não influenciou a dormência nem a dominância apical (Tabela 2). O resultado corrobora com os encontrados por Burton (1989) ediferem dos encontrados por Muller et al., (2010), onde tubérculos maiores apresentaram brotação cerca de 10 dias antes dos tubérculos menores. Essa diferença está relacionada ao fato de que em uma mesma cova, são produzidos tubérculos de diferentes tamanhos, visto que a indução da tuberização não ocorre de maneira

única e sim durante um período de tempo. A brotação desses tubérculos tende a aumentar com o aumento da idade do tubérculo (KRIJTHE, 1958) e, tubérculos menores apresentam maior período de dormência que tubérculos maiores, que possuem idade fisiológica mais avançada (PÓGI; BRINHOLI, 1995).

O número de brotos e o tamanho do broto foram maiores no tubérculo maior. A sensibilidade aos hormônios promotores da brotação aumenta com a maturidade do tubérculo e o tempo de pós-colheita (VIOLA et al., 2007). Os níveis de citocinina (SUTTLE, 2004) bem como a sensibilidade a este hormônio aumentam no interior do tubérculo, com o aumento do tempo de armazenamento e as alterações endógenas de ácido-indol-acético e de giberelinas influenciam o crescimento do broto (RODRIGUEZ; MORENO, 2010). Além disso, sementes maiores possuem maior número de gemas e mais reservas para destinarem à esta finalidade.

Tabela 2 –Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de tubérculos de batata de dois tamanhos, tratados com diferentes doses de ácido giberélico e armazenados em duas temperaturas.

Tratamentos	D (dias)	DA (dias)	NB	CB (cm)
Clones				
SMINIA793101-3	33,33 a	43,47 b	3,58 b	1,92 c
SMINIA00017-6	31,97 a	41,14 b	4,11 a	2,23 b
Asterix	30,20 b	49,48 a	3,33 c	2,56 a
Diâmetro (mm)				
Menor que 35	32,44 a	46,04 a	3,15 b	1,99 b
Maior que 35	31,23 a	43,36 a	4,19 a	2,49 a
Temperatura (°C)				
10	33,91 a	44,87 a	3,86 a	2,27 a
20	29,76 b	44,52 a	3,48 b	2,21 a
Dose de Ác. Giberélico (g.L ⁻¹)				
0	45,31 a	72,00 a	1,97 c	1,27 c
15	25,60 b	32,68 b	4,28 b	2,36 b
30	24,60 b	29,41 b	4,77 a	3,09 a
CV (%)	13,04	19,15	13,79	18,74
Média	31,84	44,70	3,67	2,24

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

A temperatura de armazenamento influencia a duração da dormência. Ao avaliar os dias necessários para que ocorresse o rompimento da dormência, verificou-se que na temperatura mais elevada (20°C), o tubérculo necessitou de menos dias para romper a dormência, quando comparada a temperatura menor (10°C) (Tabela 2). Muller et al., (2010) corroboram com este fato, pois altas temperaturas durante o armazenamento aceleram a brotação, e o aumento da temperatura de 10°C para 20°C influencia mais a superação da dormência que a dominância apical. A temperatura é o fator ambiental que mais afeta o comprimento da dormência, com armazenamento a frio sendo a principal tecnologia usada mundialmente para atrasar a brotação (ESHEL; TEPER-BAMNOLKER, 2012). A dormência tende a ser inversamente proporcional à temperatura de armazenamento na faixa compreendida entre 4 e 25 °C, ou seja, quanto maior a temperatura, menor a dormência (CARLI et al., 2010).

Notou-se a redução no número de dias até que ocorresse a quebra da dormência e a superação da dominância apical quando testadas as doses de ácido giberélico (Tabela 2). Estes resultados demonstram que o GA foi eficaz na quebra da dormência e da dominância apical dos tubérculos, conforme já havia sido verificado por Benedetti et al. (2005), Bisognin et al. (1996), e Bisognin et al. (1998). Esse efeito está relacionado ao nível endógeno de giberelinas, sendo mais eficiente a aplicação em cultivares com menor dormência (BISOGNIN et al., 1998) e mais efetivo quando aplicado em tubérculos recém colhidos do que após certo período de armazenamento (NICKELL, 1983).

O número e comprimento de broto também apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Tabela 2). A brotação das gemas laterais está ligada aos níveis de AIA e de GA, sendo que a aplicação de GA induz o aumento no número de brotos no tubérculo (LINDBLOM, 1966).

Ao analisar isoladamente os fatores clone x tamanho de tubérculo, observou-se que existem diferenças entre clones (Tabela 3). O clone SMINIA00017-6 foi o que apresentou o menor número de dias até o rompimento da dormência, para a semente de menor calibre, diferindo estatisticamente do tubérculo maior, que levou 4,12 dias a mais para emitir a brotação. Diferente deste clone, Asterix apresentou brotação no tubérculo de maior diâmetro, com uma diferença de 7,92 dias. O fator genético pode ser o mais significativo no controle da dormência (AKSENOVA et al.,

2013). Porém, tubérculos maiores tendem a apresentar maior idade fisiológica, apresentando período de dormência mais curto (VIOLA et al., 2007).

Com relação à dominância apical, houve diferença estatística apenas para o clone Asterix, no menor tubérculo, sendo que este precisou de 7,12 dias a mais para a quebra da dominância apical (Tabela 3). Este fato pode estar relacionado à imaturidade fisiológica do menor tubérculo (SUTLLE, 2007), e a dormência longa do clone, que pode atrasar o acúmulo de AIA e GA nas gemas laterais.

O maior número de brotos foi alcançado pelo tubérculo maior do clone SMINIA 00017-6, sendo que este também foi o tubérculo que apresentou o maior comprimento de broto (Tabela 3). Esses valores podem estar relacionados à brotação e quebra da dominância apical mais precocemente que os demais do estudo. O clone com menor número de brotos foi o Asterix, no tubérculo menor, que não diferiu estatisticamente do tubérculo maior. O menor comprimento de broto foi encontrado no clone SMINIA793101-3 de menor diâmetro, não diferindo estatisticamente da semente de maior diâmetro. Isso pode ser uma característica do clone (SUSNOSCHI, 1981).

Tabela 3 – Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de três clones de batata e dois tipos de tubérculos.

Diâmetro do tubérculo semente (mm)	D (dias)	DA (dias)	NB	CB (cm)
SMINIA 793101-3				
Menor que 35	33,25 a	43,25 a	3,29 a	1,89 a
Maior que 35	33,41 a	43,71 a	3,87 a	1,97 a
SMINIA 00017-6				
Menor que 35	29,92 b	41,83 a	3,48 a	1,96 b
Maior que 35	34,04 a	40,46 a	4,74 a	2,51 a
Asterix				
Menor que 35	34,17 a	53,04 a	2,70 a	2,12 b
Maior que 35	26,25 b	45,92 b	3,96 a	3,00 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Investigando os fatores temperatura de armazenamento x doses de ácido giberélico, foi possível perceber que o aumento da temperatura acelera a superação

da dormência (Tabela 4). Na dose de 0 mg L⁻¹ de ácido giberélico houve uma redução de 15,04 dias para o início da brotação na temperatura maior em relação à temperatura menor, indicando que o aumento da temperatura proporciona quebra de dormência. Com o uso do ácido giberélico, pode-se perceber a uniformização da brotação dos tubérculos, independente da temperatura de armazenamento. Foi encontrada uma diferença de 28,62 dias levando em consideração os extremos (menor temperatura e dose 0 x maior temperatura e dose de 30 mg L⁻¹).

Para a dominância apical comportamento semelhante foi encontrado, sendo que sem aplicação do hormônio a temperatura mais elevada promoveu brotação de mais de uma gema, com uma redução de 14 dias, diferença estatística significativa. A dose de 15 mg L⁻¹ apresentou comportamento contrário aos demais tratamentos, sendo que a temperatura mais elevada causou um aumento de 8,46 dias para a quebra da dominância apical. No tratamento de 30 mg L⁻¹ não se observou efeito da temperatura, sendo os valores encontrados nesse tratamento os menores para dominância apical. (Tabela 4). A superação da dominância apical é tão importante quanto a superação da dormência, visto que o acontecimento apenas na quebra da dormência não proporciona bons resultados no campo. A superação simultânea de dormência e dominância apical seria ideal, por proporcionar o crescimento de brotos de maneira uniforme, caracterizando o estágio de plena brotação.

O maior número de brotos foi encontrado na temperatura de 10^o na dose de 30 mg L⁻¹ de ácido giberélico (Tabela 4). Esse comportamento também foi percebido na dose de 15 mg L⁻¹ de ácido giberélico. Para este tratamento, uma leve redução no número e tamanho de broto foi verificada na temperatura de 20^oC. Este fato pode estar relacionado ao consumo de reservas ser maior sob maiores temperaturas, e ao aumento da taxa respiratória (BISOGNIN et al., 2008).

Quanto ao comprimento de broto, comportamento semelhante ao número de brotos foi observado. O maior broto foi observado na combinação de 30 mg L⁻¹ com temperatura de 10^oC. É importante lembrar que o número de brotos é um parâmetro mais importante que o comprimento do broto, visto que a formação de brotações mais vigorosas proporciona um arranque inicial mais veloz, proporcionando cobertura de solo, redução na competição com plantas daninhas e aproveitamento maior dos nutrientes.

Tabela 4 – Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de tubérculos tratados com diferentes doses (0, 15 ou 30 mg L⁻¹) de ácido giberélico e armazenados a 10 °C ou 20 °C.

Temperaturas (°C)	D (dias)	DA (dias)	NB	CB (cm)
		0 mg L ⁻¹ de ácido giberélico		
10	52,83 a	79,00 a	1,48 b	0,91 b
20	37,79 b	65,00 b	2,47 a	1,63 a
		15 mg L ⁻¹ de ácido giberélico		
10	24,71 a	28,46 b	4,77 a	2,54 a
20	26,50 a	36,92 a	3,79 b	2,18 b
		30 mg L ⁻¹ de ácido giberélico		
10	24,21 a	27,17 a	5,34 a	3,37 a
20	25,00 a	31,67 a	4,20 b	2,81 b

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Para as variáveis tamanho e doses de ácido giberélico, observou-se que assim como temperatura, o tamanho do tubérculo também influencia a superação da dormência (Tabela 5). O tubérculo de maior diâmetro apresenta menor número de dias até o início da brotação na dose 0 mg L⁻¹ de ácido giberélico. Isso está relacionada à idade fisiológica do tubérculo. Quando as doses do hormônio são aplicadas, percebe-se a uniformidade de início de brotação. Na dose de 15mg L⁻¹ não foi possível observar efeito de tamanho de tubérculo, bem como a diferença para a superação de dormência para a maior dose aplicada foi de apenas 1,58 dias. Apesar de o tratamento com giberelinas proporcionar uniformidade de brotação, é importante que os tubérculos grandes e pequenos sejam plantados separadamente, para facilitar as operações de manejo (MULLER et al., 2010)..

A dominância apical não apresentou influência do tamanho de semente (Tabela 5). Mesmo que não tenha sido observadas diferenças entre tamanhos de sementes, a aspersão com ácido giberélico reduziu o período de dominância apical em 44,92 dias. O menor número de dias para a quebra da dominância apical foi observado no maior tubérculo, aspergido com dose mais alta de ácido giberélico e esse valor não diferiu estatisticamente do menor tubérculo avaliado. A dormência do tubérculo é, em geral, quebrada com giberelinas exógenas (RAPPAPORT; TIMM; LIPPERT, 1958), mas as pesquisas indicam que as giberelinas endógenas estão relacionadas com o alongamento do broto (SUTTLE, 2004)

Quanto ao número de brotos, observou-se influência do tamanho de semente para todas as doses de ácido giberélico, sendo que as sementes maiores apresentaram maior número de brotos (Tabela 5). O maior dado para esta variável foi observado no tratamento de 30 mg L⁻¹ de ácido giberélico e o menor número foi observado na semente de diâmetro menor, na dose de 0 mg L⁻¹. O mesmo efeito foi observado para o comprimento de broto, sendo o maior broto o da semente maior que 35mm, na dose de 30 mg L⁻¹ de ácido giberélico, e o menor na dose 0 mg L⁻¹ na semente de menor diâmetro. Isso ocorre pois tubérculos maiores possuem maior número de gemas e maior quantidade de reservas (LOPES; ROSSATO, 2011).

Tabela 5 – Número de dias até o rompimento da dormência (D) e da dominância apical (DA), número (NB) e comprimento do maior broto (CB) de dois tipos de tubérculos tratados com diferentes doses de ácido giberélico.

Diâmetro do tubérculo semente (mm)	D (dias)	DA (dias)	NB	CB (cm)
0 mg L ⁻¹ de ácido giberélico				
Menor que 35	47,83 a	73,50 a	1,76 b	1,03 b
Maior que 35	42,79 b	70,50 a	2,18 a	1,52 a
15 mg L ⁻¹ de ácido giberélico				
Menor que 35	25,54 a	34,38 a	3,67 b	2,07 b
Maior que 35	25,67 a	31,00 a	4,88 a	2,65 a
30 mg L ⁻¹ de ácido giberélico				
Menor que 35	23,96 a	30,25 a	4,03 b	2,87 b
Maior que 35	25,25 a	28,58 a	5,51 a	3,30 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Quando levados a campo, não foi observada influência do tamanho da semente para o número de dias até a emergência dos 3 clones (Tabela 6).

Para o número de hastes, todos os clones apresentaram número superior na semente maior. O mesmo foi observado para a variável altura de haste, onde as maiores hastes foram observadas nos tubérculos-semente de maior diâmetro (Tabela 6). Os dados observados vão de encontro aos obtidos no estudo de

superação de dormência. De maneira geral, tubérculos maiores dispõem de um maior número de gemas, produzindo maior número de hastes e plantas mais vigorosas, garantindo desenvolvimento inicial mais vigoroso, além da maior quantidade de reservas (LOPES; ROSSATO, 2011). O fato de o produtor ter preferência por tubérculos-semente menores está ligado principalmente ao fator econômico. Como a semente de batata é vendida em caixas de 30 kg, adquirindo tubérculos pequenos, maior extensão de área será plantada se comparada ao plantio de 30 kg de tubérculos grandes.

Quanto ao número de tubérculos produzidos considerados grandes (diâmetro > 35mm), para os dois clones SMINIA foi observado um valor mais alto para tubérculos-mãe de diâmetro maior. Para o clone Asterix, além de um baixo número de tubérculos, não houve diferença significativa para os tamanhos de semente. Quanto ao número de tubérculos médios produzidos (diâmetro < 35mm), para todos os clones a produção foi maior no tubérculo-semente de maior diâmetro.

Para a massa fresca produzida de batatas grandes ($t\ ha^{-1}$), apenas o clone SMINIA00017-6 apresentou influência do tamanho da semente-mãe. O clone Asterix apresentou produtividade baixa, muito diferente dos clones SMINIA. Para a massa fresca produzida de batatas médias ($t\ ha^{-1}$), todos os clones apresentaram valores superiores para a semente-mãe maior (Tabela 6). Tubérculos maiores favorecem emergência mais rápida e desenvolvimento precoce, mas o tamanho da semente influencia pouco no rendimento econômico, desde que se ajuste o espaçamento (SILVA et al., 1988). Neste estudo, os tubérculos tanto grandes quanto pequenos foram semeados na mesma densidade, e isso pode ter causado as diferenças de produção. O número de hastes m^{-2} é um componente a se considerar no rendimento da batateira, sendo que para a produção de batata consumo este deve estar entre 10 e 15 hastes m^{-2} e para a produção de batata-semente o valor deve ser de 16 a 20 hastes m^{-2} (BISOGNIN, 1996).

Tabela 6 – Desempenho agrônômico de tubérculos grandes e pequenos de três clones de batata.

Diâmetro do tubérculo semente (mm)	SMINIA793101-3	SMINIA00017-6	Asterix
	Emergência (dias)		
Menor que 35	15,17 a	15,63 a	16,37 a
Maior que 35	15,41 a	15,04 a	15,58 a
	Nº de haste		
Menor que 35	1,29 b	1,27 b	1,48 b
Maior que 35	1,85 a	2,60 a	2,37 a
	Altura de haste (cm)		
Menor que 35	27,39 b	26,60 b	23,95 b
Maior que 35	31,51 a	32,40 a	31,64 a
	Nº de tubérculos grandes		
Menor que 35	14,29 b	15,54 b	2,21 a
Maior que 35	19,00 a	22,04 a	3,86 a
	Nº de tubérculos médios		
Menor que 35	25,79 b	22,00 b	14,13 b
Maior que 35	38,59 a	46,83 a	27,29 a
	Massa fresca de tubérculos grandes t ha ⁻¹		
Menor que 35	6,67 a	6,56 b	0,92 a
Maior que 35	7,63 a	8,75 a	1,73 a
	Massa fresca de tubérculos médios t ha ⁻¹		
Menor que 35	5,03 b	3,99 b	2,48 b
Maior que 35	6,77 a	8,42 a	4,95 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Quando avaliados a influência em campo dos fatores temperatura x doses de ácido giberélico, nota-se que tubérculos armazenados na temperatura mais alta tendem a emergir antes dos tubérculos armazenados na temperatura de 10°C (Tabela 7).

Para o número de hastes, a temperatura não mostrou influência sobre a dose de 15 mg L⁻¹, sendo que para as outras duas doses, a altura foi maior na temperatura maior. A altura de hastes foi superior para todas as doses aplicadas na temperatura de armazenamento de 20°C (Tabela 7). Essa diferença estatística é reduzida, porém é mantida mesmo com a aplicação do hormônio. Isso comprova o fato de a temperatura ser o fator que mais influencia a dormência.

Quanto ao número de tubérculos produzidos considerados grandes (diâmetro > 35 mm), para a dose de 15 mg L⁻¹ não foi observado o efeito de temperatura. Para as doses 0 e 30 mg L⁻¹ a produção foi maior na maior temperatura, sendo que a dose de 30 mg L⁻¹ produziu cerca de 3 tubérculos a mais. Para o número de tubérculos médios produzidos (diâmetro < 35mm), observou-se influência da temperatura apenas para a dose 0 mg L⁻¹ de GA. Para as doses de 15 e 30 mg L⁻¹, a produção de tubérculos médios foi maior na temperatura de 20°C, sendo que a dose de 15mg L⁻¹ nesta temperatura produziu cerca de 4 tubérculos a mais que a dose de 30 mg L⁻¹. (Tabela 7).

Para a massa fresca produzida de batatas grandes (t ha⁻¹), apenas a dose de 15 mg L⁻¹ não foi afetada pela temperatura, sendo que as demais tiveram maiores resultados na temperatura de 20°C. Para a massa fresca produzida de batatas médias (t ha⁻¹), apenas o tratamento com 0 mg L⁻¹ apresentou influência da temperatura de armazenamento, produzindo mais à 20°C. Nas doses de 15 e 30 mg L⁻¹ de ácido giberélico a produção foi maior à 20°C, porém não diferiu estatisticamente da temperatura de 10°C. A maior produtividade foi alcançada na aspersão dos tubérculos com 15 mg L⁻¹ de ácido giberélico, na maior temperatura (Tabela 7). Os efeitos da aplicação de GA sobre tubérculos ainda não estão todos elucidados, mas, pode-se afirmar que acelera a brotação dos tubérculos, aumenta o número de brotos, reduz o período do plantio à emergência (BISOGNIN et al, 1998) e promove intensa alongação celular que resulta em plantas inicialmente mais altas, além de aumentar rendimento e número de tubérculos produzidos por planta.

Quando considerados os parâmetros tamanhos x doses de ácido giberélico percebe-se que o tamanho do tubérculo tem influência apenas para a dose 0 mg L⁻¹ de ácido giberélico, sendo a emergência mais veloz em sementes maiores. Os tratamentos de 15 e 30 mg L⁻¹ promoveram uniformidade de emergência das plantas. Para o número de hastes, independente da dose de hormônio utilizada, o número de hastes foi superior no tubérculo maior. As alturas de haste seguiram o mesmo comportamento que o número de hastes, sendo mais altas em covas em que os tubérculos-sementes eram maiores (Tabela 8).

Quanto ao número de tubérculos produzidos considerados grandes (diâmetro > 35 mm), para a dose de 15 mg L⁻¹ não foi observado o efeito de tamanho de semente. Para as doses 0 e 30 mg L⁻¹ a produção foi maior na maior semente.

Quanto ao número de tubérculos médios produzidos (diâmetro < 35mm), observou-se influência do tamanho para todas as doses de GA, sendo que a produção de tubérculos médios foi maior em tubérculos-semente maiores (Tabela 8).

Tabela 7 – Desempenho agrônômico de tubérculos grandes e pequenos de três clones de batata tratados com diferentes doses de ácido giberélico e armazenados a 10 °C ou 20 °C.

Temperaturas °C	0 mgL ⁻¹	15 mgL ⁻¹	30 mgL ⁻¹
	Emergência (dias)		
10	20.00 a	15.70 a	15.33 a
20	14.75 b	13.92 b	13.50 b
	Nº de haste		
10	1.28 b	1.92 a	1.85 b
20	1.66 a	1.85 a	2.29 a
	Altura de haste (cm)		
10	23.77 b	28.36 b	27.37 b
20	29.49 a	32.06 a	32.49 a
	Nº de tubérculos grandes		
10	9.33 b	13.33 a	10.04 b
20	13.33 a	13.96 a	16.96 a
	Nº de tubérculos médios		
10	19.88 b	30.58 a	28.42 a
20	28.79 a	35.21 a	31.75 a
	Massa fresca de tubérculos grandes t ha ⁻¹		
10	3.63 b	5.86 a	4.02 b
20	5.70 a	5.93 a	7.32 a
	Massa fresca de tubérculos médios t ha ⁻¹		
10	3.44 b	5.54 a	5.24 a
20	5.20 a	6.28 a	5.95 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Para a massa fresca produzida de batatas grandes (t ha⁻¹), apenas a dose de 15 mg L⁻¹ não foi afetada pelo tamanho, sendo que as demais tiveram maiores resultados com o maior tamanho de semente. Para a massa fresca produzida de batatas médias (t ha⁻¹), apenas o tratamento com 0 mg L⁻¹ apresentou influência do tamanho da semente, produzindo mais com o uso de tubérculos maiores. Nas doses de 15 e 30 mg L⁻¹ de ácido giberélico a produção foi maior para a semente maior, porém, não diferiu estatisticamente do tubérculo menor. A maior produtividade foi

alcançada na aspersão dos tubérculos com 15 mg L⁻¹ de ácido giberélico, com tubérculos-semente de diâmetro superior à 35 mm (Tabela 8).

Tabela 8 – Desempenho agrônômico de tubérculos grandes e pequenos de três clones de batata tratados com diferentes doses de ácido giberélico e armazenados a 10 °C ou 20 °C.

Diâmetro do tubérculo semente (mm)	0 mgL ⁻¹	15 mgL ⁻¹	30 mgL ⁻¹
	Emergência (dias)		
Menor que 35	17.92 a	14.67 a	14.58 a
Maior que 35	16.83 b	14.96 a	14.25 a
	Nº de haste		
Menor que 35	1.23 b	1.39 b	1.41 b
Maior que 35	1.71 a	2.38 a	2.73 a
	Altura de haste (cm)		
Menor que 35	23.99 b	27.26 b	26.70 b
Maior que 35	29.27 a	33.15 a	33.13 a
	Nº de tubérculos grandes		
Menor que 35	8.46 b	13.25 a	10.33 b
Maior que 35	14.21 a	14.04 a	16.67 a
	Nº de tubérculos médios		
Menor que 35	16.92 b	24.04 b	20.96 b
Maior que 35	31.75 a	41.75 a	39.21 a
	Massa fresca de tubérculos grandes t ha ⁻¹		
Menor que 35	3.57 b	5.73 a	4.51 b
Maior que 35	5.76 a	6.07 a	6.83 a
	Massa fresca de tubérculos médios t ha ⁻¹		
Menor que 35	3.03 b	4.46 a	4.01 a
Maior que 35	5.60 a	7.37 a	7.18 a

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

5.4 CONCLUSÕES

Os clones apresentam diferentes períodos de dormência. A aspersão de ácido giberélico nos tubérculos acelera a brotação, a quebra da dominância apical e a emergência no campo, proporcionando um arranque inicial e estabelecimento mais rápidos das plantas.

A dormência é menor em tubérculos armazenados sob temperaturas mais elevadas e isso está relacionado ao envelhecimento fisiológico que a temperatura promove nos tubérculos. A idade fisiológica também está relacionada ao tamanho do tubérculo-semente, sendo que tubérculos maiores possuem dormência menor, porém com a aplicação de ácido giberélico ou mesmo com a manipulação da temperatura de armazenamento é possível uniformizar a brotação dos mesmos.

Os tubérculos maiores possuem maior número de hastes, maior comprimento de hastes e também maior produção, isso está ligado principalmente ao maior número de gemas e reservas disponíveis.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKSENOVA, N. P. et al. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.60, p.301-312, 2013.

BENEDETTI, M. et al. Quebra de dormência de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**. v. 35 n.1.Santa Maria, 2005.

BISOGNIN, D. A. et al. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**: Campinas v. 67 n. 1. 2008

BISOGNIN, D. A.; CENTENARO, R.; MISSIO, L. Uso do ácido giberélico na quebra de dormência e de dominância apical em batata. **Ciência Rural**, v.28, n.2, p.205-213, 1998.

BISOGNIN, D. A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 64p.

BRAUN, H. **Qualidade pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata influenciada por doses de nitrogênio**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BURTON, W. G. Dormancy and sprout growth. In: **The Potato** 3rd ed. Longman Scientific and Technical. Longman Group Ltd, p. 471–504. 1989.

CAMPBELL, M. A. Dormancy in potato tuber meristems: chemically induced cessation in dormancy matches the natural process based on transcript profiles. **Functional & Integrative Genomics**, v.8, p. 317-328, 2008.

CARLI, C. et al. Assessment of dormancy and sprouting behavior of cip elite and advanced clones under different storage conditions. **Potato Research**, v.53, p.313-323, 2010.

CLAASSENS, M.M.J. **Carbohydrate metabolism during potato tuber dormancy and sprouting**. Tese de doutorado. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 2002.

COLEMAN, W.K. Carbon dioxide, oxygen and ethylene effects on potato tuber dormancy release and sprout growth. **Annals of Botany**, Oxford, v.82, p.21-27, 1998. Disponível em:

<<http://aob.oxfordjournals.org/cgi/reprint/82/1/21?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=1&title=Carbon+dioxide%2C+oxygen+and+ethylene+effects+on+potato+tuber+dormancy+release+and&andexacttitle=and&andexacttitleabs=and&andexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>>. Acesso em maio 2018.

DESTEFANO-BELTRÁN, L. J. Chemically forced dormancy termination mimics natural dormancy progression in potato tuber meristems by reducing ABA content and modifying expression of genes involved in regulating ABA synthesis and metabolism. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, p. 2879-2886, 2006.

DESTEFANO-BELTRÁN, L. J. Effects of postharvest storage and dormancy status on ABA content, metabolism, and expression of genes involved in ABA biosynthesis and metabolism in potato tuber tissues. **Plant Molecular Biology**, v.61, p. 687-697, 2006a.

ESHEL, D.; TEPPER-BAMNOLKER, P. Can loss of apical dominance in potato tuber serve as a marker of physiological age? **Plant Signaling & Behavior**, v. 7, p. 1158-1162, 2012.

EZEKIEL, R.; SINGH, B. Influence of relative humidity on weight loss in potato tubers stored at high temperatures. **Indian Journal Plant Physiol.**, v. 8, p. 141-144, 2003.

FIRMAN, D. M.; ALLEN, E. J. Agronomic practices. p. 719-738. En: VREUGDENHIL, D. et al. (eds.). **Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives**. Elsevier, Amsterdam, 2007.

HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A. Batata. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. cap. 2, p. 281-293.

IAC - Instituto Agronômico. Tecnologias: Minitubérculos de batata-semente: alternativa econômica para viveiristas de citros. **O Agrônomo**, Campinas, v. 52(2/3), 2000.

KRIJTHE, N. Changes in the germinating power of potatoes from the time of lifting onwards. **European Potato Journal**, v. 1, p. 69-72, 1958.

LANG, G. A.; MARTIN, G.C.; DARNELL, Y. R. L. Ende-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**, v. 22, p. 371-377, 1987.

LEVY, D.; VEILLEUX, R. E. Adaptation of potato to high temperatures and salinity - a review. **American Journal Potato Research.**, v. 84, p. 487-506, 2007.

LINDBLOM, H. **Apical dominance in relation to indole-3-acetic acid and gibberellic acid**. Zurich: Triennial Conference of European Association for Potato Research, 1966. p.184-185.

LOPES, C. A.; ROSSATO, M. Tamanho do tubérculo-semente de batata não interfere na manifestação da murcha bacteriana. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 250-252, 2011.

MANI, F. T. Physiological mechanisms for potato dormancy release and sprouting: A review. **African Crop Science Journal**, v. 22, p. 155-174, 2014.

MUKERJEA, R.; ROBYT, J. F. Starch biosynthesis: further evidence against the

primer non reducing-end mechanism and evidence for the reducing-end two-site insertion mechanism. **Carbohydrate Research**, v. 340(13), p. 2206-2211, 2005.

MÜLLER, D. R. et al. Dormência e dominância apical de diferentes tamanhos de tubérculos de batata. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2454-2459, 2010.

MUTHONI, J. et al. Regulation of potato tuber dormancy: A review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 5, p. 754 –759, 2014.

NICKELL, L. G. Application of plant growth regulators to potatoes: production and research, In: **Plant growth regulating chemicals**, v. 2, p. 161-176, 1983.

PÓGI, M. C.; BRINHOLI, O. Efeitos da maturidade, do peso da batata-semente e da quebra da dormência sobre a cultivar de batata (*Solanum tuberosum* L.) Itará (IAC 5986). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1305-1311, 1995.

RAPPAPORT, L.; TIMM, H.; LIPPERT, L. F. Gibberellin on white potatoes applied to freshly harvested, resting potato tubers, or used in pre harvest foliar sprays, gibberellin promotes sprouting. **California Agriculture**, v. 12, p. 4-5, 1958.

RODRÍGUEZ, L. E.; MORENO, P. Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión. **Agricultura Colombiana**. v. 28, n. 2, 2010.

SILVA, A. C. F. et al. Efeito do espaçamento e tamanho de tubérculos-semente inteiros e cortados no rendimento da batata consumo. **Horticultura Brasileira**, v. 6, p. 27-29, 1988.

SMITH, O. Potatoes: Production, Storing, Processing. **The Avi Publishing Company**, Inc., Westport, Connecticut, 1968.

SUSNOSCHI, M. Seed potato quality as influenced by high temperatures during the growth period. 1. Effect of storage temperature on sprout growth. **Potato Research**. v. 24: 371-379. 1981

SUTTLE, J.C. Dormancy and sprouting. p. 287-309. En: Vreugdenhil, D., J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D.K.L. MacKerron y H.A. Ross (eds.). **Potato biology and biotechnology advances and perspectives**. Elsevier, Amsterdam, 2007.

SUTTLE, J.C.. Physiological regulation of tuber dormancy. *Amer. J. Potato Research*, v. 81, p. 253-262, 2004b.

SUTTLE, J.C.; DESTEFANO-BELTRÁN, L. Role of metabolism in ABA homeostasis during potato tuber dormancy. **American Journal Potato Research**, v. 86(2), p. 159, 2009.

SUTTLE, J.C.; MORNET, R. Mechanism-based irreversible inhibitors of cytokinin dehydrogenase. **Journal Plant Physiology**, v. 162(11), p. 1189-1196, 2005.

VIOLA, R. et al. Symplastic connection is required for bud outgrowth following dormancy in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. **Plant, Cell & Environment**, v 30, p. 973-983, 2007.

VREUGDENHIL, D. The canon of potato science: 39 dormancy. **Potato Research**, v. 50, p. 371–373, 2007.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar a densidade de plantas para maximizar a produtividade de miniestacas que serão mudas para o sistema de produção de minitubérculos. Neste trabalho ficou estabelecido que a densidade de 400 covas m^{-2} é a mais adequada para maximizar a produção de miniestacas e que a produção é maior na primavera, apesar de também ser possível produzir miniestacas no outono. São necessários estudos que avaliem a produção de mudas originárias da miniestaquia em relação às plantas micropropagadas, para assim então validar a tecnologia de multiplicação rápida para a batata e reduzir os custos de produção dos minitubérculos.

Com relação aos fatores que afetam o comportamento de tubérculos-semente armazenados, constatou-se que a dormência e dominância apical variam com os clones e com o tamanho dos tubérculos de batata, mas que podem ser manipuladas pela temperatura de armazenamento e pela dose de ácido giberélico aplicados. A aplicação de ácido giberélico proporcionou a superação mais rápida da dormência e dominância apical, bem como resultou no maior número de brotos. A diferença encontrada para a brotação nos tamanhos de tubérculo-semente por conta da idade fisiológica foi superada pela aplicação de ácido giberélico. Apesar da brotação tornar-se uniforme, vale lembrar que o plantio ainda deve ser feito separado, com base no tamanho dos tubérculos, pois isso estabelece um campo com densidade de hastes adequada e facilita as operações de manejo. Proporcionar condições ideais para que a batata-semente seja levada ao campo no estágio de brotação plena garante um estabelecimento mais rápido da cultura, melhorando o aproveitamento dos insumos e o retorno econômico ao produtor.

REFERÊNCIAS

- ALICEWEB. Disponível em < <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>,>. Acesso em jun. 2018.
- ANDRADE, S. R. M. **Princípios da Cultura de Tecidos Vegetais**. Planaltina DF: Embrapa Cerrados, 2002. 16 p.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.
- ASSIS, M. Novas tecnologias na propagação de batata. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 30-33, mar/abr., 1999.
- BANDINELLI, M. G. et al. Concentração dos sais e da sacarose do meio MS na multiplicação *in vitro* e na aclimatização de batata. **Horticultura Brasileira**. vol.31 no.2 Vitoria da Conquista, 2013.
- BENEDETTI, M. et al. Quebra de dormência de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**. v. 35 n.1. Santa Maria, 2005.
- BEUKEMA, H. P.; VAN DER ZAAG, D. E. Potato improvement: some factors and facts. **International Agricultural Centre**. Wageningen., p. 224, 1979.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 20, p. 353-356, 2002.
- BISOGNIN, D. A et al. Rooting potential of mini-cuttings for the production of potato plantlets. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 366-371, 2015. Disponível em: <10.4236/ajps.2015.62042>. Acesso em: maio 2018.
- BISOGNIN, D. A. et al. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**: Campinas v. 67 n. 1, 2008.
- BISOGNIN, D. A.; CENTENARO, R.; MISSIO, L. Uso do ácido giberélico na quebra de dormência e de dominância apical em batata. **Ciência Rural**, v.28, n.2, p.205-213, 1998.
- BISOGNIN, D. A.; DELLAI, J. Shoot growth restriction in dry matter partitioning and minituber production of potato plantlets. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1917-1924, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130393>>. Acesso em: jun. 2016.
- BORGATTO, F. et al. Calcium, potassium and magnesium treatment of *Chrysanthemum morifolium* cv. "bi time" and callogenesis *in vitro* **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 689-693, 2002.

BÖRNKE, F.; SONNEWALD, U.; BIEMELT, S. Potato. In: Pua EC, Davey MR (eds) **Biotechnology in agriculture and forestry**. Springer, Heidelberg, pp 297–315, 2007.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências.[Diário Oficial da República Federativa do Brasil], Brasília, D.F. 2003.

CALDEVILLA, E. M.; LOZANO, M. G. **Cultivos Sin Suelo: Hortalizas en Clima Mediterráneo**. 3rd Edición, Editorial Réus, Espanha, 1993.

CAMPBELL, M. A. et al. Dormancy in potato tuber meristems: chemically induced cessation in dormancy matches the natural process based on transcript profiles. **Functional & Integrative Genomics**. v. 8, p. 317-328, 2008.

CARLI, C. et al. Assessment of dormancy and sprouting behavior of cip elite and advanced clones under different storage conditions. **Potato Research**, v.53, p.313-323, 2010.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. M. de A. Plantas Matrizes na propagação vegetativa. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. 40 p. (Embrapa Algodão)

CHANG, D. C. et al. Growth and tuberization of hydroponically grown potatoes. **Potato Research**, v. 55, p. 69-81, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s11540-012-9208-7>.

CIP - Centro Internacional de la Papa. Wild Potato Species. Disponível em: <<http://cipotato.org/potato/wild-species>>. Acesso em: junho 2016.

COLEMAN, W. K. Dormancy release in potato tubers: a review. *Am Potato J*;64:57–68, 1987.

COLEMAN, W. K. Physiological ageing of potato tubers: A review. *The Annals of Applied Biology* 137: 189–199, 2000.

DANIELS, J.; PEREIRA, A. S.; FORTES, G. R.L. Verticalização da produção de batata-semente por produtores de agricultura familiar no Rio Grande do Sul. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 4p. (Comunicado Técnico). 2000.

DELAPLACE, P. et al. Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber physiological age index is a valid reference frame in postharvest ageing studies. **Postharvest Biology and Technology** 50: 103–106. 2008.

DELLAI, J. et al. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1269-1274, 2005.

FAOSTAT. Food and Agricultural commodities production. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>>. Acesso em: abril de 2018.

FARIA, G. A. et al. Meio de cultura e tipo de explante no estabelecimento in vitro de espécies de maracujazeiro. **Bragantia**, v. 66, pp. 535-543, 2007.

FARRAN, I.; MINGO-CASTEL, A. Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. **American Journal of Potato Research**, v. 83, p. 47-53, 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. Batata inglesa ou andina? **Batata Show**, v. 5, n. 13, p. 20-21, 2005.

FONTES, P. C. R.; NUNES, J. C. S.; MOREIRA, M. A. Produção classificada de batata em resposta ao espaçamento e critério de recomendação da adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 404-412, 2012.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Batata-semente Pré-básica: Cultura de Tecidos. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 421-433, 2003.

GEORGE, E. F. Plant propagation by tissue culture, part 1 - the technology. Ed. Edington: Exegetics Limited. 1574 p. 1996

GULÍAS, J. et al. Relationship between maximum leaf photosynthesis, nitrogen content and specific leaf area in balearic endemic and non endemic mediterranean species. **Annals of Botany**, v. 92, p. 215-222, 2003. Disponível em: <<http://aob.oxfordjournals.org/content/92/2/215.full.pdf>>. Acesso em jun. 2016.

HAMMER, G. L.; VANDERLIP, R. L. Genotype by environment interaction in grain sorghum. I. Effects of temperature on radiation use efficiency. **Crop Science**, v.29, p.370-376, 1989.

HANCOCK, R. D.; ROBERTS, A. G.; VIOLA, Y. R. A role for symplastic gating in the control of the potato tuber life cycle. **Plant Signaling & Behavior**. v. 3, p. 27-29, 2008.

HAWKES, J. G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J. E.; MACKAY, R. R. **Potato Genetics**. Cambridge: CAB International, p. 3-42, 1994.

HAYASHI, P. Mutação em batata. **Batata Show**,v. 7, p. 26-26, 2007.

HEMBERG, T. Potato rest. In: LI, P.H. **Potato Physiology**. Orlando.,p.353-388,1985.

HEMBERG, T. Potato rest. In: Potato Physiology. Orlando, FL: Academic Press; p. 354-388, 1985.

HIRANO, E. Colheita e pós-colheita de batata-semente. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. C..**O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, p.509-528, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z>>. Acesso em: junho 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z>> Acesso em: junho 2018.

ITTERSUM, M. K.; SCHOLTE, K. V.; WARS HAVSKY, S. Advancing growth vigor of seed potatoes by a haulm application of gibberellic acid and storage temperature regimes. **American Potato Journal**, United States, v. 70. n. 1, p. 21-34, 1993.

KERBAUY, G. B. Clonagem de plantas in vitro. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 30-33, 1997.

KHURANA, S. C.; McLAREN, I. S. The influence of leaf area, light interception and season on potato growth and yield. **Potato Research**, v.25, p.329-342, 1982. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF02357290?null>>. Acesso em: junho 2016.

LANG, G. A. et al. Endo-, para and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hortscience**. Alexandria, v.22, p.371-378, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1997. 36p.

MEDEIROS, C. A. B. et al. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.110-114, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000100022>>. Acesso em junho de 2016.

MÜLLER, D. R. et al. Dormência e dominância apical de diferentes tamanhos de tubérculos de batata. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2454-2459, 2010.

MULLER, D.R. et al. Produção hidropônica de batata em diferentes concentrações de solução nutritiva e épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.647-653, 2007.

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

NAMBARA, E.; MARION-POLL, A. Abscisic acid biosynthesis and catabolism. **Annu. Plant Biology**, v. 56, p. 165-185, 2005.

NICKELL, L. G. Application of plant growth regulators to potatoes: production and research, In: **Plant growth regulating chemicals**, v. 2, p. 161-176, 1983.

OLIVEIRA, C. A. S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 939-950, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000500011>>. Acesso em: jun. 2016.

PEREIRA, A. S. et al. **Produção de batata no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 16 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 48).

PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R. L. Protocolo para produção de material propagativo de batata em meio líquido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1035-1043, 2003.

RODRIGUEZ, J. R. et al. Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. **American Journal of Potato Research**, v. 90, p. 357-368, 2013.

RODRÍGUEZ, L. E.; MORENO, P. Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión. **Agricultura Colombiana**. v. 28, n. 2, 2010.

SABLANI, S. S.; MUJUMDAR, A. S. Drying of potato, sweet potato, and other roots. In: **HANDBOOK of industrial drying**. 3rd ed. New York: Mujumdar, Taylor & Francis, p. 647-646, 2006.

SANDRI, M. A. et al. High density of defoliated tomato plants in protected cultivation and its effects on development of trusses and fruits. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 485-489, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000300018>>. Acesso em: jun. 2016.

SONNEWALD, S.; SONNEWALD, U. Regulation of potato tuber sprouting. **Planta** 239: 27–38. 2014.

SONNEWALD, U. Control of potato tuber sprouting. **Trends Plant Science**. p. 333-335, 2001.

SOUZA, Z. S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, A.S; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Clima Temperado. p.80-104. 2003.

SOUZA-DIAS, J. A. C. Tecnologia do broto/batata-semente: uma idéia que está brotando na bataticultura. **O Agrário**, v. 7, p. 7-7, 2006.

SOUZA-DIAS, J. A. C. Viroses da batata e a revolucionária tecnologia IAC do broto/batata-semente. **DBO Agrotecnologia** 5: 16-20, 2008.

SUTTLE, J. C. Dormancy and sprouting. In: VREUGDENHIL, D. (ed). **Potato biology and biotechnology**. Advances and perspectives.,p.287-309, 2007.

SUTTLE, J.C.; DESTEFANO-BELTRÁN L. Hormone metabolism during potato tuber dormancy. In: **Plant and Animal Genome XVI**. San Diego, CA., p. 23, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p.

THORNTON, M. K. Effect of nitrogen management on Russet Burbank tuber dormancy and response to CIPC. **American Potato Journal**, United States, v. 71, n. 10, p.705, 1994.

TÖFOLI, J.G.; et al. Requeima e pinta preta na cultura da batata: importância, características e manejo sustentável. **Biológico**, v. 75, n. 1, p. 33-40, 2013.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUZZO, J. A. **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas.**, v. 1, ed. 2. Brasília, Embrapa, 1998. 864 p.

TORRES, A.C. et al. Meio e condições de incubação para a cultura de tecidos de plantas: formulações de meios de cultura de tecidos de plantas. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 19p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 24).

TORRES, C. A. et al. Glossário de biotecnologia vegetal. Brasília: Embrapa Hortaliças, 128 p., 2000.

TREVISAN, R. et al. Uso de poda verde, plásticos refletivos, antitranspirante e potássio na produção de pêssegos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 10, p. 1485-1490, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006001000005>>. Acesso em: jun. 2016.

VIOLA, R. et al. Symplastic connection is required for bud outgrowth following dormancy in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. **Plant Cell & Environment**.v 30, p 973-983, 2007.