

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

**QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E TEMPO DE  
ARMAZENAMENTO DOS TUBÉRCULOS DE CLONES  
DE BATATA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cassiane Ubessi**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E TEMPO DE  
ARMAZENAMENTO DOS TUBÉRCULOS DE CLONES DE  
BATATA**

**por**

**Cassiane Ubessi**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação  
em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Universidade  
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do  
grau de

**Mestre em Agronomia**

**Orientador: Prof. Dilson Antônio Bisognin, PhD.**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

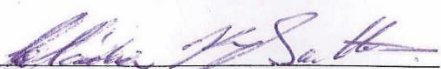
**QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E TEMPO DE  
ARMAZENAMENTO DOS TUBÉRCULOS DE CLONES DE BATATA**

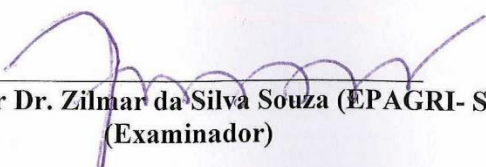
elaborada por  
**Cassiane Ubessi**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Dilson Antônio Bisognin, PhD.**  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Kaehler Sautter (UFSM)**  
(Examinadora)

  
\_\_\_\_\_  
**Pesquisador Dr. Zilmar da Silva Souza (EPAGRI- SC)**  
(Examinador)

**Santa Maria, 24 de julho de 2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me guiado neste longo período de estudo, pela saúde, pela coragem e força nos momentos difíceis.

A minha família pelo apoio e amor.

Ao Luis Costa pela compreensão, companheirismo e ajuda em todos os momentos.

Ao professor Dilson Antônio Bisognin pela orientação e amizade.

Aos co-orientadores Auri Brackmann e Marlene Terezinha Lovatto pelo auxílio.

A professora Cláudia Kaehler Sautter e ao pesquisador Zilmar da Silva Souza que aceitaram participar da Banca de Defesa.

A Estação Experimental da EPAGRI em São Joaquim - SC, que possibilitou a realização dos experimentos.

Aos bolsistas do Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade.

A todos que contribuíram de alguma forma para viabilizar a realização deste trabalho.

*“A felicidade aparece para aqueles que choram.  
Para aqueles que se machucam.  
Para aqueles que buscam e tentam sempre.  
E para aqueles que reconhecem a importância  
das pessoas que passam por suas vidas.”*

*Clarice Lispector*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E TEMPO DE ARMAZENAMENTO DOS TUBÉRCULOS DE CLONES DE BATATA

AUTOR: CASSIANE UBESSI

ORIENTADOR: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN

Santa Maria, 24 de Julho de 2015.

Os tubérculos de batata são destinados tanto para a alimentação quanto para a propagação. Ambas as finalidades são influenciadas pelas condições de armazenamento, que é capaz de promover mudanças fisiológicas nos tubérculos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de processamento e o tempo de armazenamento até a brotação dos tubérculos de clones avançados de batata. Foram avaliados 13 clones de batata e duas testemunhas, que foram submetidos ao armazenamento em câmara refrigerada a uma temperatura de 10 °C em dois anos. A qualidade de processamento foi avaliada no momento do armazenamento, imediatamente após a cura, e aos 30, 60, 90 e 120 dias. Os caracteres avaliados foram massa fresca e seca, coloração de *chips* e o teor de açúcares redutores. Também foi anotado o número de dias para o rompimento da dormência e da dominância apical, quando respectivamente os tubérculos apresentaram um e dois brotos com pelo menos 2 mm de comprimento. O experimento foi um fatorial de clones e épocas de avaliação segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O percentual de perda de massa fresca foi crescente ao longo do armazenamento refrigerado, sobretudo aos 120 dias. Os clones avaliados apresentaram teor de massa seca entre 17,4 % a 25,2 % ao longo do armazenamento refrigerado. A coloração de *chips* apresentou uma tonalidade amarela intensa e uma classificação aceitável para a indústria, mesmo com o aumento no teor de açúcares redutores após o armazenamento. O armazenamento a 10 °C prolongou o processo de brotação em até 100 dias de armazenamento. O armazenamento refrigerado promove mudanças fisiológicas nos tubérculos, mas estas mudanças não comprometem a utilização na indústria de processamento, e também possibilita armazenar os tubérculos por um longo período para o consumo e plantio.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L., dormência, dominância apical, qualidade de processamento.

## **ABSTRACT**

Master Thesis

Graduate Program of Agronomy

Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **PROCESSING QUALITY AND TUBER STORABILITY OF POTATO CLONES**

**AUTHOR: CASSIANE UBESSI**

**ADVISER: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN**

Santa Maria, July 24<sup>th</sup>, 2015.

Potato tubers are used as food and seed. Post-harvest conditions affect tubers for both usages, since physiological changes occur during tuber storage. The objective of this work was to assess the processing quality and time until tuber sprouting of advanced clones of potato. We evaluate thirteen clones and two check varieties of potato in a storage room at 10°C in two years. The processing quality was evaluated right before loading and after 30, 60, 90 and 120 days of storage for the fresh and dry weight content, chip color and reduced sugars. The experiment was a factorial of clone and storage time in the complete random design, with four repetitions. The percentage of fresh weight loss increased over time during storage, mainly at 120 days. The assessed clones presented dry weight content between 17.4% to 25.2 % during the cold storage. Chip color showed an intense yellow tone and acceptable color classification for the processing industry, even with the increase of reduced sugars during storage. The storage at 10 °C extended in a 100 days the sprout process. The refrigerated storage promote physiological changes on the tubers, but this changes don't compromise the use in the industry processing and also allows to increase the storability period of the tubers for both consumption and seeds.

**Key Words:** *Solanum tuberosum* L., dormancy, apical dominance, processing quality.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1– Diagrama CIELAB com a sequência de cores e orientações do ângulo hue (Adaptado de CHITARRA; CHITARRA, 2005). Santa Maria (RS), 2015. .... 23
- Figura 2– Avanço da idade fisiológica dos tubérculos de batata (Adaptado de HELDWEIN et al., 2009). Santa Maria (RS), 2015. .... 25
- Figura 3– Progressão do rompimento da dormência de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado na safra 2013/14 e 2014/15. Santa Maria (RS), 2015. .... 53
- Figura 4– Progressão do rompimento da dominância apical de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado na safra 2013/14 e 2014/15. Santa Maria (RS), 2015. .... 56



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Percentual de perda de massa fresca de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015. ....	34
Tabela 2– Teor de massa seca de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.....	36
Tabela 3– Luminosidade de <i>chips</i> de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015. ....	38
Tabela 4– Tonalidade de <i>chips</i> de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015. ....	40
Tabela 5– Intensidade da coloração de <i>chips</i> de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015. ....	42
Tabela 6– Teor de açúcares redutores de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015. ....	44
Tabela 7– Número de dias até o rompimento da dormência de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015. ....	52
Tabela 8– Número de dias até o rompimento da dominância apical de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015. ....	55

Tabela 9– Diferença no número de dias entre o rompimento da dominância apical e da dormência de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015. .... 58

Tabela 10– Área abaixo da curva de progressão do percentual de rompimento da dormência de tubérculos submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015. .... 59

Tabela 11– Área abaixo da curva de progressão do percentual de rompimento da dominância apical de tubérculos submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015. ... 60

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo Geral .....	15
2.2. Objetivos Específicos .....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1. Importância econômica da batata .....	16
3.2. Descrição das cultivares .....	17
3.3. Época de cultivo .....	18
3.4. Qualidade de processamento industrial de tubérculos.....	19
3.4.1. Massa Seca .....	20
3.4.2. Açúcares Redutores .....	21
3.4.3. Coloração de <i>chips</i> .....	21
3.5. Armazenamento dos tubérculos .....	24
3.6. Idade fisiológica dos tubérculos .....	25
4. CAPÍTULO I – QUALIDADE DE PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE TUBÉRCULOS DE BATATA SUBMETIDOS AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO .....	28
4.1. Resumo .....	28
4.2. Abstract.....	29
4.3. Introdução.....	30
4.4. Material e Métodos.....	31
4.5. Resultados e Discussão.....	33
4.6. Conclusões.....	46
5. CAPÍTULO II – BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE BATATA SUBMETIDOS AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO .....	47
5.1. Resumo .....	47
5.2. Abstract.....	48
5.3. Introdução.....	49
5.4. Material e Métodos.....	50

5.5. Resultados e Discussão.....	51
5.6. Conclusões.....	62
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
7. CONCLUSÕES .....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67

## 1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é considerada um alimento básico em razão da alta produtividade por hectare, qualidade nutricional e baixo preço. No Brasil a produção é destinada em grande parte para o consumo *in natura* e gera inúmeros empregos em toda a cadeia produtiva.

A crescente transformação dos hábitos alimentares refletiu no aumento do consumo de produtos processados e de fácil preparo em relação aos produtos *in natura*. Essa mudança estimulou a expansão e o aperfeiçoamento das indústrias brasileiras de processamento de batata. No entanto, o processamento industrial exige cultivares apropriadas a este fim, para a obtenção de um produto final com qualidade e aceitação dos consumidores.

Os tubérculos destinados ao processamento industrial devem atender um padrão de qualidade em relação à composição química. A indústria busca cultivares que apresentam altos teores de massa seca (> 20 %), baixos teores de açúcares redutores (10 a 15 mg g<sup>-1</sup> de massa seca) e uma coloração de *chips* clara. Ambas as características tem componente genético associado a cada cultivar, mas são altamente influenciadas pelas condições de cultivo e armazenamento.

No Brasil é possível cultivar batata durante o ano todo. No Sul, com predomínio do clima subtropical, são recomendadas duas épocas de plantio: o cultivo de primavera e de outono. Ambas apresentam condições contrastantes de temperatura e fotoperíodo. Isso resulta em teores diferenciados de massa seca e açúcares redutores nos tubérculos. Em regiões com altitudes superiores a 600 m, como os Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul e no Planalto Catarinense, onde predomina o clima temperado úmido com verão ameno, é possível fazer apenas um cultivo por ano, com plantio em outubro e podendo se alongar até janeiro. Nessas regiões, devido às condições ambientais que favorecem o crescimento vegetativo, são alcançadas as maiores produtividades de tubérculos, com alta qualidade de processamento industrial.

Após a colheita, os tubérculos são armazenados e tal prática visa fornecer matéria-prima às indústrias de processamento como também retardar o processo de envelhecimento fisiológico, desencadeado pelo início da brotação. No entanto, a temperatura de armazenamento pode causar alterações fisiológicas nos tubérculos e isso reflete na qualidade do produto final. O armazenamento em ambiente refrigerado pode promover o acúmulo de açúcares redutores e diminuir a qualidade de processamento, já as altas temperaturas

favorecem o início da brotação, que deprecia o valor comercial do tubérculo. Assim, o acondicionamento dos tubérculos em baixas temperaturas pode prolongar o fornecimento de matéria-prima às indústrias e também retardar a brotação dos tubérculos. O armazenamento dos tubérculos em condições controladas permite retardar o processo de brotação e isso possibilita o fornecimento e o consumo dos tubérculos por mais tempo, como também, preserva a idade fisiológica dos tubérculos para o plantio da batata-semente.

A maioria das cultivares comercializadas no Brasil não apresentam aptidão para o processamento industrial ou não toleram o armazenamento refrigerado, este fato estimula que nos programas de melhoramento genético sejam buscadas cultivares adaptadas às condições de cultivo, que atendam o padrão de qualidade para a indústria de processamento e que toleram o armazenamento refrigerado, para suprir a crescente demanda do mercado consumidor.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a qualidade de processamento e o tempo de armazenamento até a brotação dos tubérculos de clones avançados de batata, com a finalidade de conhecer o comportamento de cada clone submetido ao armazenamento refrigerado.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar clones com alta qualidade de processamento industrial após o armazenamento a 10 °C.
  
- Determinar o tempo de armazenamento que os tubérculos mantenham a qualidade de processamento industrial.
  
- Avaliar o período de armazenamento a 10 °C até a superação da dormência e dominância apical dos tubérculos para serem utilizados como semente.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Importância econômica da batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) pertence à família Solanaceae e apresenta sistema radicular fasciculado e superficial com raízes originadas na base das hastes (FILGUEIRA, 2003). A parte subterrânea da planta é formada pelas raízes e estolões (caules subterrâneos), na extremidade dos quais os tubérculos são formados. Os tubérculos são caules subterrâneos e considerados como órgãos de reserva, sendo o amido o principal constituinte (TAVARES et al., 2010).

A batata é considerada um dos principais alimentos em vários países (FERNANDES et al., 2010a), em especial aqueles em desenvolvimento (FORTES; PEREIRA, 2003; ARAUJO, 2014). É cultivada mundialmente em virtude da sua elevada produtividade e qualidade nutricional de seus tubérculos (EVANGELISTA et al., 2011), pois encontra-se entre os cinco alimentos mais produzidos no mundo (FAOSTAT, 2013). Dentre os maiores produtores mundiais cita-se a China, Índia, Rússia, Ucrânia e Estados Unidos (FAOSTAT, 2013).

No Brasil a produção de batata está concentrada nas regiões Sudeste e Sul. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional, seguido do Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul (IBGE, 2013). Em 2014 a produção nacional atingiu 3.744.685 toneladas, já para 2015 é esperado uma redução com expectativa de produção de 3.507.533 toneladas (IBGE, 2015). No Rio Grande do Sul, os municípios de São Francisco de Paula, São José dos Ausentes, Bom Jesus e Ibiraiaras apresentam os maiores montantes de produção de batata (IBGE, 2013). Nacionalmente, a batata é a hortaliça de maior importância econômica (ZORZELLA et al., 2003b) e também social, pois gera grande número de empregos e renda em todos os segmentos da cadeia produtiva (GERALDINI et al., 2011). O cultivo é destinado principalmente para a comercialização *in natura* ou de mesa (VENDRUSCO; ZORZELLA, 2002), para o processamento industrial (POPP, 2005) e, em menor quantidade, para a propagação na forma de batata-semente (QUEIROZ et al., 2013).

A maioria das cultivares adotadas para cultivo no Brasil são de origem estrangeira, em grande parte de países europeus (FONTES, 2005; ARAUJO, 2014), isso ocorre por que a



maior parte das cultivares comercializadas no país não possui aptidão para fritura, originando assim produtos processados com baixíssima qualidade, encharcados de óleo e sem apresentação, que gera insatisfação no mercado consumidor (CARMO et al., 2007). Atualmente, as cultivares de batata mais plantadas no Brasil são: Ágata, Asterix, Bintje, Monalisa, Mondial e Atlantic (CONAB, 2006).

### 3.2. Descrição das cultivares

Dentre as cultivares plantadas no Brasil, cabe destacar a Atlantic e a Asterix pelo padrão de qualidade que possibilita o uso para a indústria de processamento e, no caso da Asterix, também para o mercado *in natura*, o que justifica a utilização como testemunhas em avaliações de futuras cultivares.

A cultivar Atlantic pode ser armazenada sem alterar significativamente o produto final (QUADROS, 2007) e apresenta tubérculos de excelente qualidade de processamento. Também, baixo teor de açúcares redutores, fator ideal para uso no processo de fatias fritas e para o processamento como palitos fritos (ROBLES, 2003). A cultivar Atlantic é empregada pela indústria e corresponde a 80 % do mercado formal de batata processada na forma de fatias fritas (FILGUEIRA, 2003; PASTORINI et al., 2003).

A cultivar Asterix é versátil, pois apresenta aptidão tanto para o cozimento quanto para fritas, devido ao seu alto teor de massa seca e formato oval alongado é utilizada industrialmente na fabricação de pré-fritas congeladas, pois proporciona um ótimo aproveitamento no corte em palitos (ABBA, 2006). Além da fritura, pode ser usada na forma de purê, salada ou para consumo de mesa nas diferentes regiões do Brasil (FELTRAN et al., 2004; BREGAGNOLI, 2006; FREITAS et al., 2006a; SOUZA, 2010).

As cultivares Atlantic e Asterix são frequentemente utilizadas como controle nas pesquisas de novas cultivares de batatas para fritura, em virtude de suas excelentes características como alto teor de massa seca, formato e coloração clara de *chips* (PEREIRA; CAMPOS, 1999; SALAMONI et al., 2000; CHAPPER et al., 2002; ZORZELLA et al., 2003b). Os principais critérios de seleção de novas cultivares estão focados na alta produtividade, boa qualidade para processamento e na resistência de campo às principais doenças e pragas (BISOGNIN, 2003). Assim, devem ser utilizados somente clones avançados que já foram selecionados para produtividade e qualidade de processamento e, de preferência, clones com reconhecida capacidade combinatória. A obtenção de novas cultivares adaptadas,

produtivas e com qualidade pode viabilizar o negócio da batata para processamento no Brasil, com grande contribuição econômica e social (SOUZA, 2010). A escassez de cultivares aptas ao processamento industrial é um estímulo aos programas de melhoramento genético na busca de novas cultivares que atendam as exigências do mercado consumidor.

### 3.3. Época de cultivo

No Brasil é possível cultivar batata durante o ano todo. A época de plantio é definida de acordo com o risco de ocorrência de geadas, médias das temperaturas mínimas e máximas, probabilidade de deficiência hídrica durante o ciclo de desenvolvimento e, a partir do início da senescência, a probabilidade de excesso hídrico (HELDWEIN et al., 2009). A época de plantio recomendada e o zoneamento agroclimático de cada Estado também variam de acordo com os elementos meteorológicos limitantes ao cultivo nas regiões produtoras (ZANON, 2011).

No Sul do Brasil, com predomínio do clima subtropical, sem estação seca definida e com verões quentes (Cfa, classificação de Köppen), são recomendadas duas épocas de plantio, o cultivo de primavera ou “safra” (plantio de julho a setembro) e o cultivo de outono ou “safrinha” (plantio de janeiro a março) (HELDWEIN et al., 2009). Em regiões com altitudes superiores a 600 m, como os Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul e no Planalto Catarinense, onde predomina o clima temperado úmido com verão ameno (Cfb, classificação de Köppen), é possível fazer um único cultivo por ano, onde o plantio é recomendado de outubro e pode se alongar até janeiro (EPAGRI, 2002; HELDWEIN et al., 2009). Nessas regiões, devido às condições ambientais que favorecem o acúmulo de massa seca e um longo ciclo de cultivo, decorrentes de temperaturas amenas nos meses de verão e fotoperíodos longos (MENEZES et al., 2001), são alcançadas as maiores produtividades de tubérculos (SOUZA, 2010). Nessas condições de ambiente é esperada maior produção de tubérculos pelo balanço favorável entre a fotossíntese e a respiração (VAN DER ZAAG, 1973) e pela maior produção de fotoassimilados (AUGUSTIN et al., 2012).

Os cultivos de primavera e outono ocorrem em condições contrastantes de temperatura, fotoperíodo e disponibilidade de radiação solar (SOUZA et al., 2011; AUGUSTIN et al., 2012), o que afeta a produção e a qualidade dos tubérculos para processamento industrial (FREITAS et al., 2006a; BISOGNIN et al., 2008a; MÜLLER et al., 2009; FREITAS et al., 2012). O cultivo de primavera é feito em condições que maximizam a

produção e o teor de massa seca dos tubérculos e a coloração de *chips* clara (ZORZELLA et al., 2003b; FREITAS et al., 2006a; PEREIRA et al., 2007; MÜLLER et al., 2009). Os dias são mais longos, a radiação solar incidente e o período para as plantas crescerem são maior, normalmente suficiente para a emissão e o crescimento dos órgãos vegetativos e reprodutivos (ANDREU, 2005; BISOGNIN et al., 2008a).

As condições de outono são desfavoráveis à qualidade, principalmente em razão do acúmulo de açúcares redutores (FREITAS et al., 2006a; MÜLLER et al., 2009) e do aumento do período de dormência dos tubérculos (BISOGNIN et al., 2008b). A radiação solar é o fator mais limitante no cultivo de outono (BISOGNIN et al., 2008a). O plantio é realizado no final do verão e o ciclo se estende até o final do outono, o qual, frequentemente, coincide com o início das geadas e elevada umidade no solo (BISOGNIN, 1996). Tal fato, afeta a qualidade dos tubérculos, por serem colhidos imaturos, apresentando menores teores de massa seca e maiores teores de açúcares redutores, além de limitar a sua produção (BISOGNIN et al., 2008a; BISOGNIN et al., 2008b).

### **3.4. Qualidade de processamento industrial de tubérculos**

Há um aumento na procura por produtos industrializados da batata devido às mudanças nos hábitos alimentares e pelo aumento das cadeias de restaurantes, o que demanda matéria-prima de alta qualidade para processamento industrial (SOUZA et al., 2011), principalmente produtos que podem ser consumidos diretamente, como *chips* e batata palha, ou, prontos para serem preparados, como batatas descascadas ou cortadas em palitos resfriados e pré-fritas congeladas (ZORZELLA et al., 2003a). A praticidade dos produtos industrializados requer menor tempo de preparo e facilidade de estocagem, o que não ocorre com os produtos *in natura*, em razão da rápida deterioração (BARBOSA, 2011).

Para o processamento industrial os tubérculos devem atender a um padrão de qualidade referente aos teores de açúcares redutores e massa seca (PASTORINI et al., 2003; ZORZELLA et al., 2003a; BRAUN et al., 2010; FERNANDES et al., 2010a; QUADROS et al., 2010). A indústria busca altos teores de massa seca (> 20 %) (PINELI et al., 2006; MÜLLER et al., 2009) e baixos teores de açúcares redutores (10 a 15 mg g<sup>-1</sup> de massa seca) (POPP, 2000; ZORZELLA et al., 2003a; MÜLLER et al., 2009; QUADROS et al., 2010), como a glicose e a frutose (RODRIGUES; PEREIRA, 2003).

### 3.4.1. Massa Seca

A composição do tubérculo divide-se basicamente entre água (63 - 87 %) e massa seca (13 - 37 %). A massa seca é composta por carboidratos (aproximadamente 82,4 %), proteínas (aproximadamente 12,4 %) e minerais (aproximadamente 5,2 %), sendo o principal carboidrato de reserva o amido. O teor de massa seca é considerado um parâmetro de qualidade pelas indústrias de processamento (GOULD, 1999).

A batata é uma das principais espécies fornecedoras de amido, o qual é considerado muito puro comparado aos outros tipos. O amido de batata apresenta aproximadamente 20 % de amilose e 80 % de amilopectina, entretanto, diversos fatores podem influenciá-lo como a cultivar e o estágio de desenvolvimento da planta (ARAUJO, 2014). Amidos com altos teores de amilose são preferidos para a obtenção de produtos fritos, pois apresentam menor absorção de gordura durante e após o processamento (CARMO et al., 2012; PÁDUA et al., 2010). O amido também é o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados (WALTER et al., 2005; GARCIA, 2013).

O teor de massa seca é relevante para o processamento industrial, sendo critério preponderante para a indústria classificar os tubérculos de batata (BRAUN et al., 2010). Pois, o alto teor de massa seca (> 20 %) reduz a absorção de gordura durante a fritura, melhora a textura e a crocância e diminui o custo de produção por ser responsável pelo rendimento e qualidade do produto final (PEREIRA, 2003; FREITAS et al., 2006b; BHERING et al., 2009). Os autores Cacace et al. (1994) descrevem que as cultivares de batata podem ser agrupadas em alto teor de massa seca (superior a 20 %); teor intermediário (18 a 19,9 %) e baixo teor de massa seca (inferior a 17,9 %), sendo estes importantes parâmetros para estimar o potencial dos tubérculos para produzir produtos processados com alta qualidade.

Uma das etapas do processamento industrial é a fritura que consiste em um processo de secagem. Assim, quanto maior o conteúdo de água nos tubérculos menor será o teor de sólidos, ocasionando grande gasto de energia para retirar essa água. Isso reflete em maior absorção de óleo no processo de fritura e aumenta o custo de produção (GOULD, 1999). Deste modo, os altos teores de massa seca estão relacionados positivamente com a textura, sabor e qualidade geral de *chips* (ZORZELLA et al., 2003b). Assim, a determinação do conteúdo de massa seca dos tubérculos é imprescindível para a especificação da aptidão da cultivar e a modalidade de processamento, principalmente para a fritura que é a forma de consumo preferida pelos brasileiros (NARDIN, 2009; ARAUJO, 2014).

### 3.4.2. Açúcares Redutores

O teor de açúcares é uma característica importante na escolha da cultivar para o mercado da batata, principalmente no Brasil, uma vez que influencia a qualidade do produto processado. Os altos teores de açúcares redutores ( $> 15 \text{ mg g}^{-1}$  de massa seca) promovem um escurecimento enzimático e sabor amargo nos alimentos, depreciando assim a apresentação do produto final (PÁDUA et al., 2012a). A quantidade de açúcares redutores requerida pela indústria varia entre 10 a 15  $\text{mg g}^{-1}$  de massa seca (ZORZELLA et al., 2003a; QUADROS et al., 2010).

Os açúcares redutores (glicose e frutose) e os não-redutores (sacarose) são importantes para o processamento de batatas, pois durante a fritura ocorre a reação de Maillard que produz uma coloração escura e diminui a qualidade do produto final (SALAMONI et al., 2000; CHAPPER et al., 2002). A reação de Maillard é uma reação de escurecimento não enzimático (SHIBAO; BASTOS, 2011) resultante do processo de aquecimento dos alimentos. Nos tubérculos, ocorre principalmente naqueles que apresentam alto teor de açúcares redutores, que, no momento da fritura, promovem uma reação entre esses açúcares e os aminoácidos causando o escurecimento do produto processado (MELO, 1999; HAASE, 2007). O produto final desta reação são pigmentos castanhos escuros denominados melanoidinas (LINDSAY, 2000; HAASE, 2007), responsáveis pelo escurecimento do alimento frito. Portanto, o conteúdo de açúcares redutores está diretamente ligado com a cor dos produtos industrializados e pelo escurecimento dos produtos processados (ARAUJO, 2014). Apesar de causarem o escurecimento dos *chips*, os açúcares redutores não são completamente indesejáveis nos tubérculos destinados à industrialização, pois níveis baixos acabam deixando o produto final muito claro (FREITAS et al., 2006a; BHERING et al., 2009).

### 3.4.3. Coloração de *chips*

A coloração da batata quanto frita é afetada por diversos fatores como: cultivar; ciclo de cultivo; fertilização e maturidade na colheita; estresse durante o crescimento; colheita e armazenamento; o método de processamento (temperatura, duração etc.), entre outros. Indubitavelmente, é o atributo de qualidade mais difícil de ser mantido dentro de uma faixa aceitável para o processamento (GOULD, 1999). No entanto, atualmente dispõe-se de equipamentos de medição de cores padronizados e precisos na determinação da posição de

uma cor no espaço colorimétrico tridimensional (SILVA, 2004). Assim a avaliação da coloração de *chips* é extremamente importante para a caracterização do produto e a adequação das condições de armazenamento, de forma a minimizar o escurecimento excessivo durante e após o processamento (SAONA; WROLSTAD, 1997). Pois, a cor dos *chips* é um dos parâmetros mais importantes na avaliação dos tubérculos destinados ao processamento, e na forma de *chips* é mais evidente a expressão da cor em relação ao corte em palitos, devido a maior área de resposta (VENDRUSCULO; ZORZELLA, 2002; ANDREU; PEREIRA, 2004; MÜLLER et al., 2009). A cor é fundamental no julgamento da qualidade pelo consumidor, sendo que o escurecimento excessivo indica baixa qualidade do produto (PASTORINI et al., 2003; PEREIRA, 2003; RODRIGUES; PEREIRA, 2003).

É desejável que as batatas fritas apresentem coloração dourada clara, sem chegar ao marrom e ausência de pontos ou traços escuros. A coloração do produto final depende principalmente da composição química do tubérculo, que é influenciada pela cultivar e pelas condições de cultivo e armazenamento (MORAES, 2007). O principal componente que afeta a coloração da batata frita é o teor de açúcares redutores presentes nos tubérculos (ZORZELLA et al., 2003b; FELTRAN et al., 2004; GRIZOTTO, 2005; FREITAS et al., 2006a; ARAUJO, 2014), que é altamente influenciado pelas condições de armazenamento (PASTORINI et al., 2003). As condições de armazenamento podem aumentar o teor de açúcares redutores (GRIZOTTO, 2005; PEREIRA et al., 2007; QUADROS et al., 2010), repercutindo na cor do produto final.

O escurecimento dos *chips* também pode ser influenciado pela quantidade de polifenóis presentes nos tubérculos. Este processo de escurecimento ocorre antes da fritura dos *chips* e a quantidade nos tubérculos está sob controle genético (LESZCZYNSKI, 1989). É também caracterizado como escurecimento enzimático e está relacionado à ação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidases (POD), que utilizam os compostos fenólicos como substrato e provocam alterações indesejáveis na cor, sabor e aroma dos vegetais (VALDERRAMA et al., 2001).

A quantificação numérica da coloração de *chips* é feita por meio da colorimetria, uma técnica científica que através de modelos matemáticos procura descrever, quantificar e simular a percepção da cor pelo homem (ARAUJO, 2014), bem como, estabelecer um padrão de qualidade de um produto *in natura* ou processado (RIBEIRO et al., 2012). O método mais utilizado mundialmente é o sistema tridimensional L\*a\*b\* proposto pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE ou CIELab) em 1976 que busca proporcionar diferenças de cores mais uniformes em relação às diferenças visuais (KONICA MINOLTA, 2003).

A leitura da coloração dos *chips* é formada com a determinação dos valores de  $L^*$  (indica luminosidade),  $a^*$  (indica variação de cor do verde até o vermelho) e  $b^*$  (indica variação de cor do azul até o amarelo) (PAPADAKIS et al., 2000; KONICA MINOLTA, 2003). Para análise dos valores da escala  $L^*$ , que varia do preto ao branco e indica a luminosidade (0: *chips* escuros e 100: *chips* claros), segue-se a classificação proposta por Coleman (2004), cuja cor de *chips* é classificada em  $L^* < 55$  é inaceitável,  $L^* \geq 55$  e  $\leq 70$  é aceitável e  $L^* > 70$  é de alta qualidade. A escala  $L^*$  é o principal parâmetro utilizado pela indústria e também o caráter preponderante para a determinação de *chips* claros ou escuros. Com os valores de  $a^*$  e  $b^*$  é possível calcular o ângulo hue, que define a tonalidade de cor, e o chroma que indica a intensidade da cor (MCGUIRE, 1992) e considera valores próximos a zero como indicativo de cores neutras (branco e/ou cinza) e valores ao redor de 60 como cores vívidas e/ou intensas (FERNANDES et al., 2010b). A tonalidade de cor considera um arco de  $360^\circ$  onde cada ângulo representa uma tonalidade, tendo por base os ângulos  $0^\circ$  e  $360^\circ$  na cor vermelho,  $90^\circ$  na cor amarelo,  $180^\circ$  na cor verde azulado e  $270^\circ$  na cor azul (MCGUIRE, 1992; KONICA MINOLTA, 2003). Representação semelhante aos ângulos e as cores correspondentes é ilustrado na Figura 1.

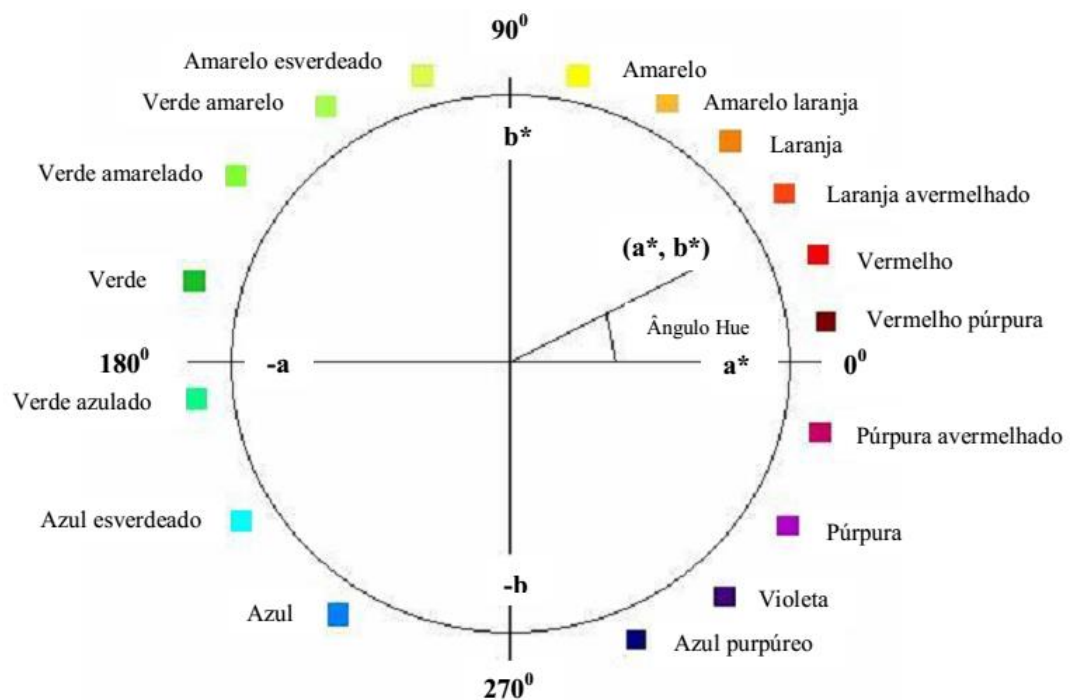


Figura 1– Diagrama CIELAB com a sequência de cores e orientação do ângulo hue (Adaptado de CHITARRA; CHITARRA, 2005). Santa Maria (RS), 2015.

### 3.5. Armazenamento dos tubérculos

De acordo com Bacarin et al. (2005) o principal objetivo do armazenamento de tubérculos de batata é o controle da brotação e a regulação do fornecimento de matéria-prima, principalmente para a indústria de processamento, a qual pode adequar a sua produção ao mercado consumidor. Segundo Kleinkopf (1995) os tubérculos de batata para processamento são geralmente armazenados entre 6 °C e 10 °C, enquanto que para batata-semente, a temperatura normalmente é de 3 °C a 4 °C. Mas, o armazenamento também pode causar alterações fisiológicas nos tubérculos dependendo do tempo e das condições de temperatura e umidade (RIVERO et al., 2003).

A dormência dos tubérculos é extremamente importante por minimizar as perdas fisiológicas devido à brotação durante o armazenamento (HEMBERT, 1985). As condições de armazenamento devem prolongar o período de dormência para manter a qualidade pós-colheita dos tubérculos (BOOTH; SHAW, 1990; POGI; BRINHOLI, 1995; BISOGNIN et al., 2008b) e reduzir também a ocorrência de podridões (OBERG, 2004). A temperatura de armazenamento é um importante fator que influencia na duração do período de dormência (BENEDETTI et al., 2005), sendo que as temperaturas baixas (4 °C – 10 °C) retardam a brotação (WIERSEMA, 1985; CHAPPER et al., 2004), pois há um menor esgotamento das reservas necessárias à brotação das gemas (FINGER; FONTES, 1999), e são efetivas na superação da dominância apical quando comparadas a altas temperaturas (15 °C – 20 °C) (BISOGNIN et al., 2008a; MULLER, et al., 2010). As altas temperaturas de armazenamento estão associadas com maior avanço na idade fisiológica, ou seja, quanto mais tempo os tubérculos ficam expostos às altas temperaturas, mais rápido ocorre o processo de envelhecimento (PAVLISTA, 2004) e, conseqüentemente, o início da brotação.

A temperatura de armazenamento também tem influência direta no acúmulo de açúcares redutores nos tubérculos, processo conhecido como adoçamento. Existem dois tipos de adoçamento: o adoçamento enzimático, induzido pelo frio e o adoçamento senescente, afetado pela temperatura de armazenamento e pela idade fisiológica do tubérculo (HERTOG et al., 1997). O adoçamento enzimático é caracterizado pelo armazenamento da batata em baixa temperatura (< 10 °C), que promove o acúmulo de açúcares redutores e diminui a qualidade do processamento, pois há a conversão do amido em sacarose que é hidrolisada em glicose e frutose (RICHARDSON et al., 1990; COELHO et al., 1999; PEREIRA et al., 2007; BRAUN et al., 2010; QUADROS et al., 2010; ARAUJO, 2014). Já o adoçamento senescente

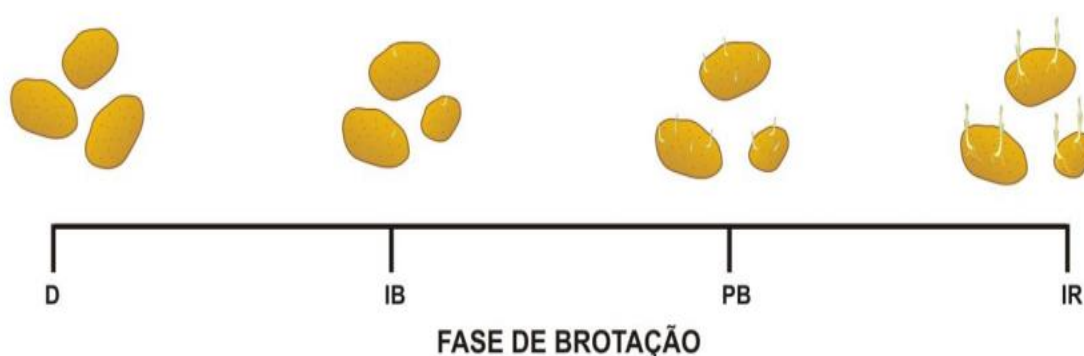


ocorre somente após a brotação dos tubérculos, para suprir a necessidade de energia para o crescimento dos brotos (HERTOG et al., 1997).

Tanto o aumento dos açúcares induzidos pelo frio como o adoçamento senescente tem como origem a liberação de açúcares devido à degradação do amido (FREITAS, 2006b). Embora este fenômeno esteja bem descrito, as causas e os mecanismos não estão ainda bem estabelecidos, existindo evidências de que um complexo controle metabólico esteja envolvido (CHAPPER et al., 2004). Assim, a temperatura de armazenamento, interfere de forma direta na qualidade do produto processado, como também na brotação dos tubérculos.

### 3.6. Idade fisiológica dos tubérculos

A idade fisiológica é resultante de mudanças bioquímicas nos tubérculos (REZENDE, 2007), sendo caracterizada pelos estádios de dormência, dominância apical, plena brotação e senescência (BISOGNIN et al., 2008b). A dormência corresponde quando os tubérculos não apresentam nenhum broto visível; o início da brotação ou dominância apical é quando há um broto apical de pelo menos 2 mm de comprimento; na plena brotação há brotos laterais com pelo menos 2 mm de comprimento e a senescência quando há o início da formação de raízes visíveis (HELDWEIN et al., 2009). A ilustração do avanço da idade fisiológica dos tubérculos está representada na Figura 2.



D: dormência; IB: início da brotação; PB: plena brotação; IR: início da formação de raízes.

Figura 2– Avanço da idade fisiológica dos tubérculos de batata. (Adaptado de HELDWEIN et al., 2009). Santa Maria (RS), 2015.

A definição de tais estádios fenológicos é necessária para quantificar e explicar as diferenças na taxa de envelhecimento de tubérculos oriundos de diferentes cultivares, condições de cultivo e armazenamento (STRUICK et al., 2006). Dentre os estádios há dois de maior importância, principalmente para a condição de batata-semente, a dormência e a dominância apical.

A dormência é uma condição endógena regulada pelo balanço hormonal entre promotores e inibidores do crescimento, durante a qual os tubérculos não brotam mesmo em condições ambientais favoráveis (BOOTH; SHAW, 1990; REZENDE, 2007; MÜLLER et al., 2010). Além de ser uma característica genética, a dormência também é influenciada pela idade fisiológica dos tubérculos, condições ambientais durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, temperatura de armazenamento e presença de danos mecânicos (SILVA et al., 2004; BISOGNIN et al., 2008a).

A dormência pode ser dividida em três tipos: paradormência, endodormência e ecodormência (SUTTLE, 2007; HAWERROTH et al., 2010). A paradormência é resultante da influência de outro órgão do vegetal sobre a gema, causando a inativação do meristema floral ou vegetativo. A dominância apical, em que não é visualizado o desenvolvimento das gemas axilares, é um exemplo característico de paradormência, pois as gemas axilares permanecem dormentes mesmo em condições favoráveis, e só retomam o crescimento se houver suspensão do fator de inibição (LANG et al., 1985; SUTTLE, 2004).

Quando as gemas encontram-se em endodormência, a exposição a condições ótimas de desenvolvimento não é suficientemente capaz de induzir a brotação (MUTHONI et al., 2014). As gemas devem ser expostas previamente a condições ambientais que estimulem a superação do estado endodormente, para que então recuperem a sua capacidade de brotação. A ecodormência ocorre após a superação da endodormência e se caracteriza pela não brotação das gemas, advinda de fatores extrínsecos à planta limitantes ao desenvolvimento, como as baixas temperaturas ou até mesmo déficit hídrico. Consiste na paralisação do desenvolvimento da gema como uma forma de sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis ao crescimento. Após a suspensão dos fatores limitantes sobre a planta ocorre a brotação das gemas (LANG et al., 1985; SUTTLE, 2004).

Em algumas cultivares logo após o rompimento da dormência observa-se a dominância apical ou paradormência, caracterizada pelo crescimento da gema apical e inibição da brotação das gemas laterais (MÜLLER et al., 2010; ESHEL; TEPER-BAMNOLKER, 2012). Tal processo prejudica o uso do tubérculo como batata-semente, pois

o plantio de tubérculos com dominância apical resulta em uma lavoura não uniforme e com baixa produtividade, visto que, o número de hastes por cova afeta o tamanho e o número de tubérculos produzidos. A duração do período de dominância apical varia de acordo com a cultivar, sendo influenciada ainda pelas condições de armazenamento, ou pela remoção do broto apical (WIERSEMA, 1985). Portanto, com o conhecimento do período de dormência e dominância apical de cada cultivar, é possível planejar o plantio da batata-semente, bem como, o tempo de armazenamento que esta suporta até atingir as condições ideais para o cultivo.

## 4. CAPÍTULO I – QUALIDADE DE PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE TUBÉRCULOS DE BATATA SUBMETIDOS AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

### 4.1. Resumo

Os tubérculos destinados ao processamento industrial devem atender um padrão de qualidade que está associado ao teor de massa seca, açúcares redutores e coloração de *chips*. No entanto, esses caracteres sofrem influencia das condições de armazenamento pós-colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de processamento industrial de clones avançados de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Tubérculos de 13 clones e duas cultivares testemunhas foram produzidos nas safras de verão de 2013/14 e 2014/15. A qualidade de processamento foi avaliada no momento do armazenamento, após a cura, e aos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a 10 °C. Foram avaliados a massa fresca e seca, a coloração de *chips* e o teor de açúcares redutores. O experimento foi um fatorial (15 x 5) no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinco tubérculos. Os clones avaliados apresentaram teor de massa seca entre 17,4 % a 25,2 % ao longo do armazenamento refrigerado. A coloração dos *chips* apresentou uma tonalidade amarela com maior intensidade e uma classificação aceitável para a indústria, mesmo com o aumento no teor de açúcares redutores após o armazenamento refrigerado. O armazenamento refrigerado promove alterações fisiológicas nos tubérculos, mas não interfere na sua utilização na indústria de processamento.

**Palavras-chave:** pós-colheita, açúcares redutores, teor de massa seca, coloração de *chips*.

## 4.2. Abstract

### **Industrial processing quality of potato tubers during storage in cool room**

The tubers destined to industrial processing must attend to a quality pattern, which is associated to dry weight content, reduced sugars and chip coloration. All these characters are highly affected by post-harvest conditions and storage. The objective of this work was to assess the industrial processing quality of potato clones submitted to cold storage. Tubers of thirteen clones and two check cultivars of potato were produced during summer seasons of 2013/14 and 2014/15. The processing quality was assessed at the beginning and at 30, 60, 90 and 120 days of storage at 10°C. The fresh and dry weight, chips color and reduced sugar content were evaluated. The experiment was a factorial (15 x 5) in a completely random design, with four repetitions of five tubers. The evaluated clones showed dry mass weight between 17.4 % and 25.2 % during the cold storage. Chips showed an intense yellow color with an acceptable industrial quality, even with an increased content of reduced sugar during storage. Cold storage promotes physiological changes in the tubers, but do not affect its utilization for the processing industry.

**Key-Words:** post-harvest, reduced sugars, dry weight content, chip color.

### 4.3. Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil, sendo comercializada quase que exclusivamente na forma *in natura* (ZORZELLA et al., 2003a). No entanto, a mudança dos hábitos alimentares e o crescimento das cadeias de restaurantes impulsionaram o aumento no consumo de produtos processados, que contribuem para a expansão do mercado e indústrias (PÁDUA et al., 2012a).

Os tubérculos destinados ao processamento industrial devem atender um padrão de qualidade que está relacionado à sua composição química e física (FERNANDES, 2013). Os principais caracteres avaliados para determinar a qualidade de processamento são: massa seca, coloração de *chips* e o teor de açúcares redutores. Tais características podem variar de acordo com a cultivar, condições de cultivo, maturidade dos tubérculos e as condições de armazenamento (PASTORINI et al., 2003; MORAES, 2007).

O teor de massa seca está diretamente relacionado com o rendimento de fritura e a textura do produto processado, pois influencia na absorção de óleo durante o processo de fritura (PEREIRA, 2003; ANDREU; PEREIRA, 2004). As cultivares de batata podem ser agrupadas em alto teor de massa seca (superior a 20 %), teor intermediário (18 a 19,9 %) e baixo teor de massa seca (inferior a 17,9 %) (CACACE et al., 1994). A classificação dos tubérculos nestes parâmetros é importante para produzir produtos processados com alta qualidade.

A coloração de *chips* está diretamente ligada ao teor de açúcares redutores e é uma característica importante na escolha da cultivar para o mercado da batata (PASTORINI et al., 2003; POPP, 2005; ARAUJO, 2014). Os açúcares redutores (glicose e frutose) são importantes para o processamento, pois durante a fritura ocorre à reação de Maillard, escurecimento não enzimático que produz uma coloração escura, diminuindo a qualidade da batata *chips* (SALAMONI et al., 2000; CHAPPER et al., 2002), causando sabor amargo e depreciando a apresentação do produto final (PÁDUA et al., 2012a). O teor de açúcares redutores aceito pelas indústrias de processamento devem ficar entre 10 a 15 mg g<sup>-1</sup> de massa seca (POPP, 2005; ZORZELLA et al., 2003a; MÜLLER et al., 2009; QUADROS et al., 2010).

Os teores de massa seca e de açúcares redutores sofrem influência direta das condições de armazenamento. A batata apresenta as principais alterações de qualidade durante o armazenamento, promovida principalmente pela temperatura (QUADROS, 2007; KOBLITZ, 2011, ARAUJO, 2014). Nos tubérculos expostos a temperaturas abaixo de 10 °C ocorre à

conversão de sacarose a açúcares redutores (GOULD, 1999; BERVALD et al., 2010; KOBLITZ, 2011), elevando o acúmulo nos tubérculos que propicia o escurecimento das batatas *chips* (ZORZELLA et al., 2003a; BACARIN, 2005). Visto a grande influência da temperatura de armazenamento nos principais caracteres de avaliação da indústria de processamento, é importante conhecer o comportamento dos clones quando submetidos a esta condição. Conforme o destino final da batata há uma temperatura adequada que visa manter a qualidade do tubérculo. As batatas para o processamento industrial são armazenadas entre 6 °C e 10 °C. Para comercialização do produto fresco, armazena-se entre 4 °C e 10 °C, enquanto para batata-semente, normalmente a temperatura é de 3 °C a 4 °C (KLEINKOPF, 1995). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de processamento industrial de clones avançados de batata submetidos ao armazenamento refrigerado.

#### **4.4. Material e Métodos**

Foram avaliados treze clones avançados de batata (SMINIA05012-3; SMINIA00066-2; SMINIA06066-10; SJSM01274-4; SJSM00211-3; SJSM03475-31; SJSM04503-9; SJSM01231-10; SJSM99159-8; SJSM01212-1; SJSM01212-2; SJSM02317-3 e SJSM02377-33) pertencentes aos Programas de Genética e Melhoramento de Batata da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e do Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA-Uruguai). Estes clones são caracterizados como avançados, pois já passaram por um processo de seleção referente à produtividade e a qualidade de processamento e estão dentro das exigências para o processamento industrial, como coloração, teor de massa seca e açúcares redutores, porém ainda não foram avaliados quanto às condições de armazenamento refrigerado. Para padronizar o texto, as cultivares Atlantic e Asterix, utilizadas como testemunhas, também foram tratadas simplesmente como clones. Os tubérculos foram produzidos durante as safras de verão de 2013/14 e 2014/15, com plantio em novembro e colheita em fevereiro, na Estação Experimental de São Joaquim da EPAGRI - SC. O local de cultivo apresenta clima temperado, 28° 17' de Latitude S, 49° 56' de Longitude W e Altitude de 1.400 m. Os tratos culturais e o manejo das plantas seguiram o sistema de produção tecnificado para a cultura da batata de acordo com Bisognin (1996) e EPAGRI (2002).

Após a colheita, os tubérculos produzidos de cada clone foram transportados para o Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, do Departamento de Fitotecnia

da Universidade Federal de Santa Maria e submetidos ao processo de cura, que consistiu no armazenamento a 20 °C por 15 dias para a suberização da casca e estabilização da composição bioquímica. Para a avaliação da qualidade de processamento industrial as amostras foram separadas por clone e por época de avaliação, que corresponde aos dias de armazenamento. As avaliações foram compostas por cinco épocas: aos 0 (imediatamente após a cura), 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Cada época foi composta por 15 clones e cada clone foi representado por uma amostra de 20 tubérculos uniformes separados em quatro repetições de cinco tubérculos cada. Em intervalos de 30 dias uma amostra de cada clone foi avaliada quanto à massa fresca, a coloração de *chips*, e os teores de massa seca e açúcares redutores. Todos os clones avaliados foram armazenados em uma câmara refrigerada com a temperatura de 10 °C e umidade relativa do ar mantida em 85 %, com uma variação de  $\pm 5$  %.

A massa fresca foi determinada pela pesagem de todas as amostras que compõem o experimento na primeira avaliação e depois a cada 30 dias de armazenamento, para determinar a porcentagem de perda de massa fresca. A coloração dos *chips* foi determinada pela amostra de cada clone que foi submetida ao processo de fritura. De cada repetição com cinco tubérculos retirou-se duas fatias transversais de 2 mm de espessura, totalizando dez fatias de cada repetição. As fatias foram fritas em uma fritadeira industrial elétrica com óleo vegetal na temperatura de 180 °C, controlada por termostato, até cessar a borbulha. Após a fritura foi realizado a leitura da cor. De cada amostra frita foram escolhidas cinco fatias representativas as quais foram submetidas a duas leituras com colorímetro digital (Minolta – Modelo CM 600D). As leituras de coloração de *chips* atendem o sistema tridimensional de cor CIE ( $L^*a^*b^*$ ) com a determinação dos valores  $L^*$  (indica luminosidade),  $a^*$  (indica variação de cor do verde até o vermelho) e  $b^*$  (indica variação de cor do azul até o amarelo) (PAPADAKIS et al., 2000; KONICA MINOLTA, 2003). Para análise dos valores da escala  $L^*$  seguiu-se a classificação proposta por Coleman (2004), cuja cor de *chips* é classificada em  $L^* < 55$  é inaceitável,  $L^* \geq 55$  e  $\leq 70$  é aceitável e  $L^* > 70$  é de alta qualidade. Com os valores de  $a^*$  e  $b^*$  calculou-se o ângulo hue ( $^{\circ}h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ), que define a tonalidade de cor, e o chroma ( $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ ), que define a intensidade da cor (MCGUIRE, 1992).

O teor de massa seca foi determinado com o acondicionamento das amostras de batata (retiradas da parte transversal e central dos tubérculos), previamente picadas, em estufa com fluxo de ar contínuo na temperatura de 60 °C, até atingir uma massa constante. Para o agrupamento dos clones quanto ao teor de massa seca seguiu-se a classificação proposta por Cacace et al. (1994), na qual descrevem que as cultivares de batata podem ser agrupadas em



alto teor de massa seca (superior a 20 %); teor intermediário (18 a 19,9 %) e baixo teor de massa seca (inferior a 17,9 %). O teor de açúcares redutores foi determinado com base nas adaptações da metodologia de Long e Chism (2004) feitas por Freitas et al. (2006a). Nesta metodologia foi utilizado a diluição de 1 g de massa seca triturada em 5 ml de água destilada de onde foi retirado 2 ml para reagir com 0,5 ml de 2,4 dinitro-fenol. Após a homogeneização, a nova solução foi mantida em banho-maria por 6 minutos antes da quantificação. As quantificações de açúcares redutores foram feitas em espectrofotômetro utilizando o comprimento de onda de 600 nm. Para as análises de açúcares redutores foram utilizadas duas repetições biológicas para a extração da amostra e leitura em triplicatas.

O experimento foi um fatorial de clones e épocas (15 x 5) no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinco tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância para detecção da presença ou ausência de interação entre os fatores. E com base nestas informações, foi efetuado a comparação de médias pelo teste de Scott e Knott (1974) em nível de 5 % de probabilidade de erro com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

#### **4.5. Resultados e Discussão**

No percentual de perda de massa fresca, a análise de variância mostrou interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre o tempo de armazenamento e os clones avaliados nos dois anos. No primeiro ano de cultivo, a perda de massa fresca aumentou dos 30 dias até os 120 dias de armazenamento (Tabela 1). O clone SJSM01274-4 (3,3 %) teve o maior percentual de perda, enquanto que SMINIA05012-3 (1,1 %) obteve o menor percentual. No segundo ano o percentual de perda também aumentou até os 120 dias de armazenamento (Tabela 1). O maior percentual de perda foi obtido pelo clone SMINIA00066-2 (5,7 %) e o menor percentual pela testemunha Asterix (1,4 %), a qual não apresentou variação no percentual de perda ao longo do armazenamento.

Tabela 1– Percentual de perda de massa fresca de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão de 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Perda de Massa Fresca - 2013/14				Média	Perda de Massa Fresca - 2014/15				Média
	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias		30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	
Asterix	0,7 Aa*	1,4 Aa	1,2 Aa	2,1 Ac	1,4	0,4 Cc	1,5 Bd	2,0 Bb	2,7 Ac	1,4
SJSM01231-10	0,7 Aa	0,9 Aa	1,2 Aa	1,8 Ac	1,2	0,5 Bc	1,2 Bd	2,1 Ab	2,5 Ac	1,6
SJSM00211-3	0,9 Ba	1,4 Ba	1,8 Ba	3,1 Ac	1,8	1,6 Bb	2,3 Ac	2,7 Ab	3,1 Ab	1,7
SJSM01212-1	0,9 Aa	1,7 Aa	1,7 Aa	2,6 Ac	1,8	1,4 Bb	2,3 Bc	3,3 Aa	3,6 Ab	1,7
SJSM03475-31	0,9 Ba	1,2 Ba	1,6 Ba	8,5 Aa	3,1	1,8 Bb	3,4 Ab	3,7 Aa	4,2 Ab	1,9
SJSM04503-9	0,8 Aa	1,2 Aa	1,9 Aa	2,0 Ac	1,5	0,9 Bc	1,9 Bc	2,2 Bb	2,3 Bc	1,9
Atlantic	0,8 Aa	1,1 Aa	1,4 Aa	2,3 Ac	1,4	0,9 Bb	1,8 Ad	1,9 Ab	2,1 Ac	2,0
SJSM02317-3	0,8 Aa	1,1 Aa	2,1 Aa	2,4 Ac	1,6	0,9 Bc	2,2 Ac	1,9 Ab	2,8 Ac	2,2
SJSM02377-33	1,1 Aa	1,2 Aa	1,9 Aa	2,1 Ac	1,6	1,1 Cc	2,1 Bc	2,5 Bb	3,3 Ab	2,2
SJSM99159-8	0,8 Ba	1,1 Ba	1,8 Ba	4,9 Ab	2,2	1,8 Bb	2,8 Ab	3,4 Aa	3,8 Ab	2,3
SJSM01212-2	0,9 Aa	1,4 Aa	2,1 Aa	2,5 Ac	1,7	2,4 Ab	2,2 Ac	2,4 Ab	2,3 Ac	2,4
SJSM01274-4	1,0 Ba	1,7 Ba	2,3 Ba	8,3 Aa	3,3	4,0 Ca	6,5 Ba	4,2 Ca	8,1 Aa	2,7
SMINIA05012-3	0,4 Aa	0,5 Aa	1,6 Aa	1,8 Ac	1,1	0,9 Ab	1,3 Ad	1,5 Ab	1,8 Ac	2,9
SMINIA06066-10	0,7 Aa	1,4 Aa	1,8 Aa	2,3 Ac	1,6	1,2 Bc	1,3 Bd	2,2 Ab	2,9 Ac	3,3
SMINIA00066-2	0,6 Ba	0,9 Ba	2,7 Aa	2,7 Ac	1,7	1,4 Bb	2,0 Bc	2,0 Bb	3,3 Ab	5,7
Média	0,8	1,2	1,8	3,3		1,4	2,3	2,6	3,3	
CV(%)	1,8					2,4				

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal dentro de cada ano e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados apresentados em percentual. CV: coeficiente de variação.

Segundo Booth e Shaw (1990) o armazenamento dos tubérculos a 10 °C resulta em uma perda de massa fresca de 1 a 2 %, durante o primeiro mês de armazenamento, de 0,8 %, até o início da brotação, e de 1,5 %, após a brotação dos tubérculos. Nos resultados encontrados neste trabalho, o percentual de perda de massa fresca foi de 0,8 % no primeiro ano após os 30 dias de armazenamento, valor menor que o citado pelos autores. Porém, o percentual de perda entre 90 e 120 dias foi de 1,5 % e corrobora com Booth e Shaw (1990). Há uma diminuição constante de massa fresca nos tubérculos de batata com o aumento do tempo de armazenamento refrigerado (BACARIN et al., 2005; FREITAS, 2006a), resposta que condiz com os resultados encontrados neste trabalho.

Para o teor de massa seca nos tubérculos, a análise de variância mostrou interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre o tempo de armazenamento e os clones, nos dois anos de cultivo. No primeiro ano de cultivo a variação no teor de massa seca compreendeu uma faixa entre 18,8 % (SMINIA06066-10) a 25,2 % (SJSM99159-8). Os clones SMINIA06066-10, SJSM00211-3, SJSM03475-31 e SJSM04503-9 não apresentaram diferenças entre as épocas de armazenamento, com valores médios de 18,8 %, 24,8 %, 20,5 % e 23,4 %, respectivamente (Tabela 2). Em geral, todos os clones apresentaram elevados teores médios de massa seca ( $>20$  %) segundo a classificação de Cacace et al. (1994), com exceção do clone SMINIA06066-10 que apresentou um valor intermediário (18,8 %).

Tabela 2– Teor de massa seca de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão de 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Teor de Massa Seca - 2013/14					Média	Teor de Massa Seca - 2014/15					Média
	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias		0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	
SJSM02377-33	22,9 Bb*	24,7 Aa	24,8 Aa	26,3 Aa	24,8 Aa	24,7	24,0 Aa	24,4 Aa	23,7 Aa	24,4 Aa	24,3 Aa	24,2
SJSM99159-8	23,9 Ba	23,6 Bb	25,2 Ba	27,5 Aa	25,9 Aa	25,2	24,8 Aa	23,5 Aa	24,1 Aa	24,1 Aa	23,4 Aa	24,0
SJSM00211-3	24,5 Aa	24,6 Aa	23,9 Aa	25,3 Ab	25,9 Aa	24,8	24,4 Aa	23,6 Aa	23,2 Aa	23,9 Aa	23,4 Aa	23,7
SJSM01274-4	21,8 Bb	21,9 Bc	24,2 Aa	25,1 Ab	25,8 Aa	23,8	22,7 Bb	21,6 Bb	22,7 Ba	24,8 Aa	24,5 Aa	23,3
SJSM02317-3	23,9 Ba	25,8 Aa	23,9 Ba	27,3 Aa	23,4 Bb	24,9	23,4 Aa	22,5 Aa	23,5 Aa	24,5 Aa	22,5 Aa	23,3
SJSM01212-1	23,0 Bb	25,2 Aa	23,3 Ba	26,1 Aa	25,1 Aa	24,5	23,4 Aa	22,9 Aa	22,4 Aa	23,8 Aa	23,2 Aa	23,2
SJSM01231-10	24,4 Ba	23,3 Bb	24,5 Ba	25,4 Ab	25,9 Aa	24,7	23,1 Aa	21,9 Ab	22,6 Aa	22,8 Ab	22,3 Aa	22,5
SJSM01212-2	23,2 Ba	24,9 Aa	23,9 Ba	25,7 Ab	24,3 Bb	24,4	22,1 Ab	22,5 Aa	22,7 Aa	21,9 Ab	21,9 Aa	22,3
Atlantic	21,8 Bb	22,0 Bc	23,4 Aa	24,3 Ab	24,2 Ab	23,1	21,3 Bb	20,9 Bb	20,7 Bb	23,7 Aa	23,5 Aa	22,1
SJSM04503-9	22,5 Ab	23,6 Ab	23,4 Aa	24,4 Ab	23,3 Ab	23,4	22,2 Ab	21,3 Ab	22,3 Aa	21,5 Ab	22,4 Aa	22,0
SMINIA00066-2	22,1 Ab	21,5 Bc	22,9 Aa	23,0 Ac	20,7 Bc	22,0	22,3 Ab	22,4 Aa	23,7 Aa	20,7 Bc	19,6 Bb	21,8
SMINIA05012-3	19,5 Bc	19,9 Bd	20,0 Bb	24,8 Ab	24,5 Ab	21,7	20,7 Ab	20,5 Ab	18,8 Bb	20,4 Ac	18,1 Bb	19,7
Asterix	21,9 Ab	20,5 Bd	23,0 Aa	20,4 Bd	22,8 Ab	21,7	19,3 Ac	19,7 Ac	19,9 Ab	19,4 Ac	18,5 A	19,4
SJSM03475-31	20,9 Ac	20,5 Ad	18,6 Ab	22,2 Ac	20,2 Ac	20,5	17,1 Ad	17,2 Ad	19,3 Ab	17,5 Ad	17,4 Ab	17,7
SMINIA06066-10	18,2 Ac	18,4 Ae	19,3 Ab	20,1 Ad	18,2 Ad	18,8	17,6 Ad	17,5 Ad	17,1 Ac	17,5 Ad	17,4 Ab	17,4
Média	22,3	22,7	22,9	24,5	23,7		21,9	21,5	21,8	22,1	21,5	
CV (%)			4,9						6,3			

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal dentro de cada ano e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados apresentados em percentual. CV: coeficiente de variação.

No primeiro ano de cultivo os clones SJSM00211-3, SJSM01231-10, SJSM99159-8, SJSM01212-1, SJSM01212-2, SJSM02317-3 e SJSM02377-33 apresentaram teores de massa seca superior a 24 %, valor indesejado pelas indústrias porque produzem fatias quebradiças e causam desgaste excessivo das máquinas fatiadoras (POPP, 2000; EVANGELISTA et al., 2011). No segundo ano, a variação no teor de massa seca ficou entre 17,4 % (SMINIA06066-10) a 24,2 % (SJSM02377-33) (Tabela 2). A maioria dos clones apresentaram alto teor de massa seca (> 20 %), com exceção dos clones SMINIA05012-3 e Asterix que apresentaram teor intermediário (18 % a 19,9 %), e os clones SMINIA06066-10 e SJSM03475-31 que apresentaram baixo teor de massa seca (inferior a 17,9 %), segundo a classificação de Cacace et al. (1994). Na média, o maior teor de massa seca foi obtido aos 90 dias de armazenamento, diminuindo aos 120 dias, nos dois anos de cultivo. No geral, a maioria dos clones apresentou teor de massa seca superior às duas testemunhas utilizadas.

O teor de massa seca proporciona maior rendimento após a fritura, com menor absorção de gordura, resultando em produtos de textura crocante e sem encharcamento de gordura (GOULD, 1999; MELO, 1999; VENDRUSCULO; ZORZELLA, 2002). O teor de massa seca entre 20 % a 24 % é desejável pelas indústrias de processamento (POPP, 2000; OLIVEIRA et al., 2006; PEREIRA et al., 2007) e condiz com os resultados obtidos neste estudo. Segundo Barbosa (2011), o armazenamento refrigerado é capaz de promover alterações no teor de massa seca dos tubérculos, e a resposta é variável conforme a cultivar avaliada.

Para as variáveis que compõem a coloração de *chips*: luminosidade, tonalidade e intensidade de cor, a análise de variância mostrou interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre o tempo de armazenamento e os clones, nos dois anos de cultivo. A primeira variável a ser analisada é a luminosidade caracterizada pelos valores da escala  $L^*$ . No primeiro ano de cultivo os clones SJSM01274-4, SJSM01231-10, SJSM99159-8 e Atlantic não apresentaram variação na luminosidade ao longo do armazenamento, com valores aceitáveis entre  $L^* \geq 55$  e  $\leq 70$  para a coloração de *chips*, segundo a classificação de Coleman (2004) (Tabela 3). Ao longo do tempo de armazenamento houve um escurecimento dos *chips* (menores valores de  $L^*$ ) em comparação as amostras que não foram submetidas ao armazenamento refrigerado. No entanto, esse escurecimento não afetou a classificação dos clones em aceitável, com exceção de SJSM03475-31 e SJSM04503-9 que aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento apresentaram uma classificação inaceitável, com  $L^*$  abaixo de 55.

Tabela 3– Luminosidade de *chips* de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão de 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Luminosidade de <i>chips</i> - 2013/14					Média	Luminosidade de <i>chips</i> - 2014/15					Média
	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias		0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	
SJSM02317-3	71,9 Ba*	60,7 Ca	56,8 Cb	55,1 Cb	89,8 Aa	66,8	81,5 Aa	65,9 Ca	64,8 Ca	72,8 Ba	65,8 Ca	70,2
Asterix	65,5 Ab	62,7 Ba	59,2 Ba	69,0 Aa	62,9 Ba	63,9	78,3 Aa	66,2 Ba	67,8 Ba	71,9 Aa	66,1 Ba	70,1
SJSM01212-1	68,2 Aa	57,9 Ba	59,6 Ba	59,5 Bb	58,9 Bb	60,8	80,0 Aa	65,3 Ca	62,7 Cb	70,7 Ba	70,8 Ba	69,9
SJSM99159-8	62,5 Ab	59,1 Aa	60,0 Aa	58,1 Ab	63,6 Aa	60,7	75,8 Aa	63,4 Ba	67,9 Ba	71,3 Aa	70,5 Aa	69,8
SJSM01274-4	65,8 Ab	61,9 Aa	59,0 Aa	63,8 Aa	60,2 Aa	62,2	76,9 Aa	68,1 Ba	67,2 Ba	66,3 Bb	69,7 Ba	69,6
SJSM04503-9	65,9 Ab	50,6 Bb	52,5 Bb	47,6 Bc	55,0 Bb	54,3	74,6 Aa	64,7 Ba	69,5 Ba	72,4 Aa	66,6 Ba	69,6
SMINIA05012-3	70,4 Aa	58,9 Ba	57,6 Ba	63,2 Ba	57,8 Bb	61,6	76,8 Aa	68,1 Ba	59,7 Bb	65,5 Bb	71,2 Aa	68,3
SJSM01212-2	66,9 Aa	58,2 Ba	55,5 Bb	55,7 Bc	63,1 Aa	59,9	75,4 Aa	57,6 Cb	66,1 Ba	74,2 Aa	67,3 Ba	68,1
SJSM00211-3	62,7 Ab	60,3 Aa	53,2 Bb	59,3 Ab	63,6 Aa	59,8	72,6 Aa	66,4 Aa	65,9 Aa	61,7 Ab	68,6 Aa	67,0
Atlantic	64,6 Ab	56,3 Aa	60,0 Aa	57,7 Ab	61,1 Aa	59,9	69,3 Aa	65,9 Aa	66,1 Aa	62,4 Ab	66,5 Aa	66,0
SJSM01231-10	59,0 Ab	59,4 Aa	60,1 Aa	62,1 Aa	63,2 Aa	60,7	75,3 Aa	55,5 Bb	60,5 Bb	74,0 Aa	61,4 Bb	65,3
SMINIA00066-2	67,9 Aa	66,6 Aa	62,3 Ba	59,1 Bb	62,8 Ba	63,7	70,8 Aa	61,2 Ab	64,7 Aa	65,9 Ab	63,1 Ab	65,1
SJSM02377-33	65,8 Ab	57,5 Ba	56,1 Bb	52,6 Bc	56,2 Bb	57,6	75,8 Aa	66,4 Ba	63,2 Bb	49,1 Cc	68,5 Ba	64,6
SJSM03475-31	64,8 Ab	49,5 Bb	54,8 Bb	52,6 Bc	61,3 Aa	56,6	73,1 Aa	59,6 Bb	59,2 Bb	63,4 Bb	61,8 Bb	63,4
SMINIA06066-10	68,8 Aa	60,2 Ba	59,5 Ba	55,5 Bc	58,4 Bb	60,5	76,6 Aa	55,2 Bb	56,4 Bb	64,4 Bb	59,4 Bb	62,4
Média	66,1	58,6	57,8	58,1	62,5		75,5	63,3	64,1	67,1	66,5	
CV(%)			7,1						7,6			

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal dentro de cada ano e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados apresentados na escala L\*. CV: coeficiente de variação.

Em geral, todos os clones avaliados no primeiro ano, tiveram desempenho semelhante ou superior às testemunhas Atlantic e Asterix, que apresentaram *chips* de cor clara, com valores de  $L^*$  de 59,9 e 63,9, respectivamente, exceto os clones SJSM02377-33, SJSM03475-31, SJSM04503-9 que tiveram desempenho menor que as testemunhas. No segundo ano os clones SMINIA00066-2, SJSM00211-3 e Atlantic não sofreram alteração na luminosidade dos *chips* ao longo do armazenamento (Tabela 3). Antes do armazenamento, praticamente todos os clones apresentaram uma luminosidade clara de *chips* e alta qualidade com  $L^*$  maior que 70, segundo a classificação de Coleman (2004). Após o armazenamento refrigerado esta condição foi alterada, com menores valores de  $L^*$ , mas ainda dentro da classificação aceitável para a indústria de processamento. Na média os valores de  $L^*$  tiveram uma variação entre 62,4 a 70,2, valores aceitáveis para a indústria de processamento. Nos dois anos de cultivo os clones apresentaram luminosidade de *chips* clara até os 120 dias de armazenamento.

Na avaliação de tubérculos para fritura, Fernandes et al. (2010b) encontraram valores de  $L^*$  entre 35,7 e 61,4, e também observaram que os *chips* de coloração mais clara foram obtidos com a cultivar Asterix ( $L^*=61,4$ ) e Atlantic ( $L^*=51,2$ ) em condições de ambiente, mas, valores menores em comparação aos encontrados neste trabalho. No julgamento de cultivares de batata para processamento na forma de *chips*, Araujo (2014) observou valores de  $L^*$  entre 60,37 e 69,92 em condições de ambiente, indicando cores claras e semelhança aos resultados obtidos nos dois anos de cultivo. No estudo do potencial industrial de diferentes cultivares de batata, Garcia (2013) encontrou elevados valores de  $L^*$  ( $L^*>76$ ), caracterizando uma coloração clara. Em diferentes cultivares de batata, Caetano (2006) também encontrou elevados valores de  $L^*$ , com uma variação entre 61,71 a 84,67, demonstrando que as batatas apresentaram luminosidade mais próxima do branco. Os valores de  $L^*$  acima de 70 são superiores aos encontrados neste estudo, exceto antes do armazenamento refrigerado no segundo ano de cultivo. Os autores Freitas et al. (2006a) observaram um escurecimento dos *chips* no cultivo do outono, com valores de  $L^*$  entre 63,6 a 68,8, quando comparado com o da primavera,  $L^*$  entre 58,4 a 73,1, na avaliação de quinze clones de batata submetidos ao armazenamento refrigerado.

Os clones avaliados apresentaram uma tonalidade de *chips* amarela no primeiro ano de cultivo. Em média, o ângulo hue teve uma variação entre 80,1 (SJSM04503-9) a 86,5 (SJSM01231-10), caracterizando a cor citada e a semelhança entre os clones e as testemunhas na tonalidade de cor (Tabela 4). Os clones SJSM01274-4, SJSM01231-10, SJSM99159-8 e Asterix não apresentaram variação no ângulo hue durante o armazenamento refrigerado.

Tabela 4– Tonalidade de *chips* de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Tonalidade de <i>chips</i> - 2013/14					Média	Tonalidade de <i>chips</i> - 2014/15					Média
	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias		0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	
Asterix	86,4 Aa*	86,9 Aa	86,5 Aa	85,9 Aa	86,3 Aa	86,4	86,1 Aa	77,7 Ba	85,0 Aa	85,8 Aa	88,7 Aa	84,7
SJSM99159-8	86,3 Aa	86,4 Aa	85,2 Aa	83,6 Aa	87,9 Aa	85,9	86,7 Aa	75,9 Ba	86,8 Aa	86,9 Aa	86,8 Aa	84,6
Atlantic	86,9 Aa	83,9 Aa	82,9 Ba	81,5 Ba	83,2 Aa	83,7	83,3 Aa	83,6 Aa	88,6 Aa	85,3Aa	82,4 Ab	84,6
SJSM04503-9	87,4 Aa	78,8 Bb	81,4 Bb	74,1 Cc	78,9 Bb	80,1	85,7 Aa	78,4 Ba	88,2 Aa	86,9 Aa	83,2 Ab	84,5
SJSM01274-4	85,7 Aa	86,3 Aa	87,0 Aa	86,5 Aa	85,0 Aa	86,1	82,7 Ba	80,4 Ba	86,4 Aa	85,2 Aa	87,2 Aa	84,4
SJSM01212-1	85,4 Aa	82,9 Aa	86,8 Aa	85,0 Aa	82,5 Ba	84,5	84,5 Aa	78,4 Ba	80,2 Bb	87,3 Aa	88,2 Aa	83,7
SJSM03475-31	87,4 Aa	75,2 Bc	80,5 Bb	82,9 Aa	86,7 Aa	82,5	87,1 Aa	76,9 Ba	82,6 Ab	83,0 Aa	86,3 Aa	83,2
SJSM01212-2	84,9 Aa	87,8 Aa	79,6 Bb	80,9 Bb	85,5 Aa	83,8	85,8 Aa	70,3 Ab	82,9 Ab	87,4 Aa	87,9 Aa	82,9
SJSM00211-3	87,8 Aa	83,8 Aa	79,2 Bb	86,7 Aa	86,0 Aa	84,7	84,2 Aa	78,8 Ba	80,6 Bb	81,0 Ba	87,4 Aa	82,4
SMINIA05012-3	88,1 Aa	85,2 Aa	76,6 Bb	83,7 Aa	76,6 Bb	82,0	84,0 Aa	78,7 Ba	78,1 Bb	83,4 Aa	87,4 Aa	82,3
SMINIA00066-2	88,2 Aa	87,8 Aa	85,2 Aa	79,9 Bb	82,5 Bb	84,7	85,6 Aa	74,4 Bb	84,9 Aa	82,9 Aa	82,6 Ab	82,1
SMINIA06066-10	87,9 Aa	84,2 Aa	82,3 Bb	76,9 Cb	80,9 Bb	82,4	85,5 Aa	71,2 Bb	83,5 Ab	86,4 Aa	83,9 Ab	82,1
SJSM01231-10	87,1 Aa	86,0 Aa	87,2 Aa	86,8 Aa	85,3 Aa	86,5	85,8 Aa	69,4 Bb	85,5 Aa	87,9 Aa	81,9 Ab	82,1
SJSM02317-3	85,6 Aa	85,7 Aa	82,9 Ba	76,8 Bb	84,9 Aa	83,2	84,0 Aa	76,2 Ba	82,4 Ab	84,1 Aa	82,7 Ab	81,9
SJSM02377-33	86,7 Aa	82,5 Ab	80,6 Bb	79,6 Bb	80,0 Bb	81,7	84,2 Aa	79,9 Aa	86,1 Aa	71,5 Bb	83,2 Ab	81,0
Média	86,8	84,2	82,9	82,0	83,5		85,0	76,7	84,1	84,3	85,3	
CV(%)			4,1						4,4			

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal dentro de cada ano e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados apresentados em ângulo hue (°h). CV: coeficiente de variação.



No segundo ano de cultivo, novamente os clones apresentaram uma tonalidade de *chips* amarela (Tabela 4). Os valores médios do ângulo hue ficaram entre 81,0 (SJSM02377-3) a 84,7 (Asterix). Apenas os clones SJSM01212-2 e Atlantic não apresentaram variação ao longo do armazenamento refrigerado.

Os autores Fernandes et al. (2010b) avaliaram a cultivar Atlantic para a produção de *chips* e obtiveram um valor de ângulo hue de 94,1, resultando em uma tonalidade mais amarela. Já Araujo (2014) obteve um ângulo hue de 99,46, correspondente a um amarelo esverdeado, resultado semelhante também foi encontrado por Dias (2011). Estes valores de ângulo hue citados são superiores aos encontrados neste trabalho, mas também caracterizam uma tonalidade amarela. Valores mais próximos aos obtidos são relatos pelos autores Rodriguez-Saona e Wrolstad (1997) que verificaram uma tonalidade de *chips* entre amarelo-alaranjado (75 °h) a avermelhado (63 °h), no estudo da composição de tubérculos de batata para *chips*.

Na avaliação da intensidade da coloração dos *chips* no primeiro ano, foi observado que os clones SMINIA00066-2, SJSM01274-4, SJSM00211-3, SJSM99159-8, SJSM02377-33 e Atlantic apresentaram uma coloração de *chips* de menor intensidade (menores valores de C\*), com valores de chroma entre 27,6 a 29,9 (Tabela 5). Os demais clones apresentaram uma coloração de *chips* de maior intensidade (maiores valores de C\*), com uma variação entre 30,3 a 33,9. Entre as testemunhas, a Atlantic apresentou menor intensidade de cor (28,3) em comparação a Asterix (33,9). Cabe destacar o clone SJSM01231-10 que apresentou a maior média de intensidade de cor, comportamento semelhante à testemunha Asterix.

No segundo ano os clones SMINIA05012-3, SMINIA00066-2, SJSM01274-4, SJSM00211-3, SJSM99159-8, SJSM02317-3, SJSM02377-33 apresentaram uma coloração de *chips* de menor intensidade, com valores de chroma entre 22,9 a 27,9, similares a testemunha Atlantic (Tabela 5). Os demais clones apresentaram uma coloração de *chips* de maior intensidade, com valores entre 30,5 a 33,5. Entre as testemunhas, a Atlantic (22,9) apresentou menor intensidade de cor quando comprada a Asterix (33,0). Os resultados foram semelhantes ao primeiro ano de cultivo.

Tabela 5– Intensidade da coloração de *chips* de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Intensidade da coloração de <i>chips</i> - 2013/14					Média	Intensidade da coloração de <i>chips</i> - 2014/15					Média
	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias		0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	
SJSM01212-2	32,0 Aa*	30,2 Ba	33,5 Ba	31,8 Aa	32,0 Ca	31,9	29,2 Ba	37,8 Aa	32,9 Ba	35,2 Aa	32,6 Ba	33,5
Asterix	33,1 Aa	33,9 Aa	34,4 Ba	32,2 Aa	35,9 Ba	33,9	32,1 Aa	36,6 Aa	32,6 Aa	34,5 Aa	29,2 Aa	33,0
SJSM01231-10	33,8 Aa	33,4 Aa	33,3 Ba	33,4 Aa	31,0 Ca	33,9	28,3 Ba	39,7 Aa	30,4 Ba	32,6 Ba	29,4 Ba	32,1
SJSM03475-31	32,2 Aa	31,2 Aa	32,2 Ba	31,9 Aa	24,1 Eb	30,3	30,0 Aa	33,5 Ab	29,7 Aa	33,9 Aa	30,3 Aa	31,5
SMINIA06066-10	33,6 Aa	33,2 Aa	32,4 Ba	32,3 Aa	34,8 Ba	33,2	27,9 Ba	36,6 Aa	29,8 Ba	28,9 Bb	31,9 Ba	31,0
SJSM01212-1	30,2 Ab	30,3 Bb	32,6 Ba	34,6 Aa	29,8 Cb	32,5	27,8 Ba	35,1 Aa	30,0 Ba	29,5 Bb	31,2 Ba	30,7
SJSM04503-9	31,6 Aa	29,3 Ba	28,7 Ca	30,3 Ba	31,4 Ca	30,3	28,1 Ba	34,2 Ab	28,2 Ba	32,1 Aa	29,8 Ba	30,5
SJSM00211-3	26,5 Ba	27,3 Ba	28,5 Ca	27,8 Ba	28,2 Da	27,6	22,2 Bb	32,1 Ab	27,1 Aa	28,4 Ab	29,9 Aa	27,9
SJSM99159-8	29,7 Aa	28,9 Ba	28,1 Ca	30,1 Ba	32,3 Ca	29,8	29,0 Ba	36,3 Aa	25,5 Bb	25,8 Bb	21,6 Cb	27,7
SMINIA05012-3	31,3 Ab	30,2 Bb	32,2 Bb	35,8 Aa	34,3 Ba	32,7	19,9 Cb	33,6 Ab	27,8 Ba	26,8 Bb	26,9 Ba	27,0
SJSM02317-3	23,3 Bd	25,9 Bd	46,2 Aa	29,9 Bc	42,6 Ab	33,6	21,3 Bb	32,6 Ab	25,3 Bb	25,7 Bb	30,0 Aa	27,0
SMINIA00066-2	30,5 Aa	30,1 Ba	27,9 Ca	31,1 Ba	30,4 Ca	29,9	19,2 Cb	32,3 Ab	24,3 Bb	23,7 Bb	30,8 Aa	26,1
SJSM01274-4	26,6 Bb	29,1 Bb	29,4 Cb	28,1 Bb	32,9 Ca	29,2	21,1 Bb	32,6 Ab	23,9 Bb	25,8 Bb	24,0 Bb	25,5
SJSM02377-33	26,3 Ba	29,2 Ba	30,5 Ca	28,2 Ba	28,6 Ca	28,6	20,8 Bb	30,6 Ab	19,5 Bc	26,7 Ab	28,2 Aa	25,2
Atlantic	25,6 Ba	28,8 Ba	28,6 Ca	28,6 Ba	29,9 Ca	28,3	17,9 Bb	26,0 Ac	21,1 Bc	21,4 Bb	28,2 Aa	22,9
Média	29,8	30,1	31,1	31,9	31,9		25,0	34,0	27,2	28,7	28,9	
CV(%)			7,8						11,8			

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal dentro de cada ano e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados apresentados em chroma (C\*). CV: coeficiente de variação.

Na avaliação da qualidade de tubérculos de batata para fritura, os autores Fernandes et al. (2010b) observaram cores mais intensas dos *chips* na cultivar Markies ( $C^*=22,4$ ), que apresentou *chips* de coloração amarela mais intensa que as demais. E a menor intensidade de cor foi obtida nos *chips* da cultivar Atlantic ( $C^*=13,3$ ). Valores diferentes ao encontrado neste estudo, mas com a mesma equivalência na intensidade de cor para a testemunha Atlantic, nos dois anos de cultivo. Nos estudos de Araujo (2014) foi encontrada uma variação maior na cromaticidade, de 20,44 a 35,66, caracterizada como uma cor amarela e alto grau de pureza. Valores semelhantes aos obtidos neste trabalho, que caracterizam a tonalidade encontrada.

A coloração dos *chips* é formada pela relação entre as coordenadas  $L^*a^*b^*$ . Nos resultados obtidos observamos um escurecimento dos *chips* após o armazenamento, mas com uma tonalidade amarela de maior intensidade, o que não prejudica a utilização na indústria de processamento. Este resultado foi observado até os 120 dias de armazenamento, possibilitando armazenar os tubérculos por um longo período sem afetar o processamento industrial.

Para o teor de açúcares redutores a análise de variância mostrou interação significativa ( $P<0,05$ ) entre o tempo de armazenamento e os clones avaliados nos dois anos de cultivo. No primeiro ano observou-se um aumento no teor de açúcares redutores após os 30 dias de armazenamento (Tabela 6), resultado esperado por submeter os tubérculos ao armazenamento refrigerado. Os menores teores foram encontrados antes do armazenamento refrigerado em todos os clones avaliados, com valores entre 11,1 (SJSM01212-1) a 17,2 (SIMINIA06066-10). Em média os teores de açúcares redutores foram superiores a faixa considerada ótima para o processamento de *chips* de 10 a 15 mg g<sup>-1</sup> de massa seca (ZORZELLA et al., 2003a; QUADROS et al., 2010). Apenas os clones SJSM02317-3 e Asterix ficaram dentro desta faixa, com valores entre 14,1 e 14,2, respectivamente.

Os teores de açúcares redutores no segundo ano de cultivo apresentaram comportamento semelhante ao primeiro ano (Tabela 6). Os menores teores foram encontrados antes do armazenamento refrigerado com valores entre 11,4 (SJSM01231-10) a 12,8 (SJSM03475-31), e os maiores teores, logo após os 30 dias. Após esse período houve uma estabilidade nos teores de açúcares redutores até os 120 dias de armazenamento. Em média nenhum clone ficou dentro da faixa aceitável pela indústria, com valores entre 15,2 (Atlantic) a 16,9 mg g<sup>-1</sup> de massa seca (SMINIA06066-10).

Tabela 6– Teor de açúcares redutores de tubérculos de batata produzidos em condições temperadas de cultivo na safra de verão 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Teor de Açúcares Redutores - 2013/14					Média	Teor de Açúcares Redutores - 2014/15					Média
	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias		0 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	
SMINIA06066-10	17,2 Ca*	22,6 Aa	15,5 Db	17,3 Ca	18,7 Ba	18,5	12,7 Ea	19,3 Aa	17,5 Ca	16,7 Da	18,5 Ba	16,9
Asterix	11,2 De	17,7 Ae	16,2 Bb	14,5 Cc	11,4 De	14,2	12,7 Da	17,9 Ab	17,4 Ba	16,6 Ca	17,2 Bb	16,4
SMINIA00066-2	15,3 Dc	16,9 Cf	17,2 Ca	17,6 Ba	18,7 Aa	17,1	12,4 Db	18,0 Ab	17,3 Ba	16,6 Ca	16,6 Cc	16,2
SJSM02377-33	14,4 Dd	18,3 Ad	16,4 Bb	15,8 Cb	12,1 Ed	15,4	12,1 Cb	17,3 Ac	17,4 Aa	16,6 Ba	16,8 Bc	16,1
SJSM03475-31	14,5 Dd	22,4 Aa	16,6 Bb	16,2 Cb	16,1 Cb	17,2	12,8 Da	17,7 Ab	17,3 Aa	16,6 Ba	15,6 Ce	16,0
SJSM01212-2	11,3 De	18,3 Ad	16,0 Bc	14,4 Cc	16,2 Bb	15,2	12,3 Db	17,5 Ac	17,4 Aa	16,4 Ba	15,7 Ce	15,9
SMINIA05012-3	14,8 Ed	21,7 Ab	17,1 Ca	16,1 Db	18,6 Ba	17,7	12,6 Ea	17,5 Ac	16,9 Bb	16,4 Ca	15,5 De	15,8
SJSM04503-9	16,3 Bb	21,9 Ab	16,4 Bb	16,3 Bb	15,5 Cc	17,3	11,6 Cc	17,1 Ac	17,1 Ab	16,5 Ca	16,2 Cd	15,7
SJSM02317-3	11,5 De	18,2 Ad	15,6 Bc	14,4 Cc	11,0 Ef	14,1	12,5 Da	17,3 Ac	16,9 Ab	16,4 Ba	15,5 Ce	15,7
SJSM00211-3	14,6 Cd	21,4 Ac	16,6 Bb	16,6 Bb	16,2 Bb	17,1	12,5 Ca	16,6 Ad	16,2 Ac	16,2 Aa	15,7 Be	15,4
SJSM01274-4	14,8 Dd	21,3 Ac	15,6 Cc	16,1 Bb	15,6 Cc	16,7	12,3 Db	16,6 Ad	16,3 Ac	15,8 Bb	15,2 Cf	15,3
SJSM01231-10	16,9 Ba	21,6 Ab	15,7 Cc	12,5 De	15,6 Cc	16,5	11,4 Dc	17,2 Ad	16,7 Ba	15,8 Cb	15,6 Ce	15,3
SJSM99159-8	11,7 De	21,7 Ab	15,8 Bc	14,4 Cc	15,9 Bb	15,9	12,5 Da	16,8 Ad	16,4 Ac	15,8 Bb	15,1 Cf	15,3
SJSM01212-1	11,1 De	21,2 Ac	15,7 Bc	13,8 Cd	15,7 Bc	15,5	12,1 Db	16,9 Ac	16,7 Ac	15,7 Bb	14,9 Cf	15,3
Atlantic	11,3 De	17,1 Af	14,8 Bd	13,8 Cd	10,3 Eg	17,5	11,6 Dc	16,3 Bd	17,4 Aa	15,9 Cb	14,8 Df	15,2
Média	13,8	20,2	16,2	15,3	15,2		12,3	17,3	17,0	16,3	15,9	
CV(%)			1,4						1,3			

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal dentro de cada ano e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados apresentados em mg g<sup>-1</sup> de massa seca. CV: coeficiente de variação.

O aumento no teor de açúcares redutores logo após os 30 dias de armazenamento é devido à conversão do amido, pois a taxa de respiração é reduzida e não há demanda energética, assim os açúcares acumulam no tubérculo. Considerando que cada clone apresenta um teor de açúcar redutor característico. Este resultado é condizente com os autores Bacarin et al. (2005) e Barbosa (2011) que verificaram aumento no teor de açúcares redutores de tubérculos submetidos ao armazenamento refrigerado logo após os 30 e 22 dias de armazenamento, respectivamente. Segundo Chapper et al. (2004), a média de açúcares redutores foi significativamente mais alta em tubérculos submetidos à refrigeração do que aqueles curados ou recondicionados. Quando a batata é armazenada abaixo da temperatura crítica (próximo de 10 °C) até 30 % do amido estocado pode ser convertido em açúcares pela ação das enzimas fosforilases (KOBBLITZ, 2011) e, assim, aumentar a concentração de açúcares nos tubérculos.

Os menores teores de açúcares redutores foram obtidos antes do armazenamento refrigerado, como encontrado por Araujo (2014), em que as cultivares Caruso e Destiny apresentaram baixos teores de açúcares redutores armazenadas em temperatura ambiente. De acordo com Chapper et al. (2002) e Bacarin et al. (2005), os açúcares redutores de tubérculos armazenados em temperatura ambiente não apresentaram alterações significativas, atendendo às condições requeridas para o processamento. Caso os tubérculos sejam submetidos a algum tipo de estresse durante o ciclo de cultivo e armazenamento, ou colhidos imaturos, os açúcares nunca serão totalmente convertidos em amido, e como resultado, tem-se a conversão da sacarose em açúcares redutores (ARAUJO, 2014).

Os menores teores de açúcares redutores coincidiram com a luminosidade clara dos *chips*, antes do armazenamento refrigerado. Após o armazenamento houve um aumento no teor de açúcares redutores e um escurecimento dos *chips*, no entanto, este escurecimento não afetou a classificação dos *chips* em aceitáveis para a indústria de processamento até os 120 dias de armazenamento.

#### **4.6. Conclusões**

O armazenamento refrigerado dos tubérculos de batata promove perdas de massa fresca, o aumento nos teores de massa seca e açúcares redutores, mas não afeta significativamente a qualidade de processamento industrial.

## **5. CAPÍTULO II – BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS DE BATATA SUBMETIDOS AO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

### **5.1. Resumo**

A utilização dos tubérculos de batata como semente depende da fase de brotação, sendo um indicativo da qualidade fisiológica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a brotação dos tubérculos de batata para conhecer o comportamento durante o armazenamento refrigerado e quantificar o número de dias até a brotação das gemas. Tubérculos de treze clones e duas cultivares testemunhas foram produzidos nas safras de verão de 2013/14 e 2014/15 e armazenados a 10 °C por 120 dias. Os tubérculos foram avaliados a cada três dias para a quantificação do tempo (dias) para o rompimento da dormência e da dominância apical. O rompimento da dormência e da dominância apical foram anotados, respectivamente, como o número de dias do início do armazenamento até o dia em que 51 % dos tubérculos da amostra apresentavam 1 e 2 brotos maiores que 2 mm de comprimento. Também foi calculada a área abaixo da curva de brotação até os 120 dias de armazenamento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de quinze tubérculos. O armazenamento refrigerado permite retardar o processo de brotação dos tubérculos para adequar ao período da demanda para o plantio, além de manter a qualidade fisiológica dos tubérculos-sementes.

**Palavras-chave:** envelhecimento fisiológico, dormência, dominância apical.

## 5.2. Abstract

### **Sprouting of potato tubers stored in cool room**

The utilization of potato tubers as seeds is dependent upon the sprouting stage that determines their physiological quality. The aim of this work was to evaluate potato tubers for sprouting to understand their behavior during storage in cool room and to quantify the number of days until bud dormancy breaking. Tubers of thirteen clones and two check varieties were produced during the summer 2013/14 and 2014/15 and stored at 10° C for 120 days. Tubers were evaluated for sprouting every three days to quantify the number of days for breaking dormancy and apical dominance. Breaking dormancy and apical dominance were respectively considered as the number of days from the beginning of storage until the day that 51% of the tubers showed 1 and 2 sprouts with at least 2 mm. We also calculated the area under the sprouting curve during the 120 days of storage. The experiment was a complete random design, with four repetitions of fifteen tubers. Storing potato tubers in the cool room delay sprouting, that allows adjusting seed availability with planting time, and keeping the physiological quality of seed tubers.

**Key-Words:** physiological aging, dormancy, apical dominance.



### 5.3. Introdução

A batata é a olerícola de maior importância comercial (PAULETTI; MENARIN, 2004; CORRÊA, 2005) e uma das mais consumidas no Brasil (PÁDUA et al., 2010). A produção nacional atende basicamente o mercado consumidor, tanto *in natura* como processada (GARCIA, 2013). No entanto, um percentual da produção também é destinado à propagação como batata-semente. No Brasil, cerca de 13 % da produção é destinada a sementes, mas apenas 20 a 30 % desse total corresponde a sementes de qualidade, ou seja, sementes certificadas (PEREIRA; DANIELS, 2003; QUEIROZ et al., 2013). Tanto o consumo de batata quanto a produção de tubérculos-sementes dependem do estágio de brotação, que influencia na qualidade dos tubérculos. A brotação é um processo fisiológico dependente da cultivar, das condições ambientais durante o cultivo e das condições de armazenamento (BISOGNIN et al., 2008b; HELDWEIN et al., 2009).

A mudança dos hábitos alimentares dos consumidores impulsionou o aumento do consumo de batata processada devido à facilidade de armazenamento doméstico (PÁDUA et al., 2012b; GARCIA, 2013). Para acompanhar este aumento na cadeia de consumo, deve haver o fornecimento de matéria-prima de qualidade por maior período de tempo para as indústrias. Visto que, as indústrias apresentam como fator limitante a baixa qualidade da matéria-prima e a falta de regularidade no fornecimento por parte dos produtores (ARAUJO, 2014). Uma forma de amenizar estes problemas é o armazenamento dos tubérculos, que permite o equilíbrio da oferta de batata no mercado (BISOGNIN et al., 2008b).

O armazenamento em condições controladas pode e tem sido utilizado para retardar o envelhecimento e manter a qualidade fisiológica dos tubérculos de batata, tanto para consumo quanto para semente (BISOGNIN; STRECK, 2009). As condições de armazenamento têm influência direta no processo de brotação dos tubérculos. A fase de brotação compreende quatro estágios: dormência, dominância apical, plena brotação e início da formação de raízes (HELDWEIN et al., 2009), dentre eles há dois estágios principais, a dormência e a dominância apical. A dormência é benéfica por possibilitar a comercialização e o consumo dos tubérculos (BISOGNIN; STRECK, 2009). No entanto, também deve ser considerada para tubérculos que são utilizados como semente (MÜLLER et al., 2010), pois os tubérculos-sementes devem apresentar uma idade fisiológica adequada no momento do plantio (BISOGNIN et al., 2008b), ou seja, em plena brotação, que resulta em uma emergência rápida e uniforme de várias hastes (BISOGNIN; STRECK, 2009).

Em algumas cultivares, após o rompimento da dormência, é observado também à dominância apical, caracterizada pelo crescimento da gema apical e inibição da brotação das gemas laterais (MÜLLER et al., 2010). Este processo é indesejável para a batata-semente, pois o plantio nesse estágio resulta em uma lavoura com poucas hastes e baixo potencial produtivo (GRANJA, 1995; BISOGNIN et al., 2008b), visto que, a qualidade da batata-semente é considerada um fator fundamental para garantir alta produtividade (LEÓN, 2007). Assim, é importante quantificar e conhecer o comportamento da brotação dos tubérculos armazenados, visto a sua relação com a produtividade (PEREIRA et al., 2001), quando utilizados como batata-semente e, também, para o fornecimento de matéria-prima as indústrias. O objetivo deste trabalho foi avaliar a brotação dos tubérculos para conhecer o comportamento durante o armazenamento refrigerado e quantificar o número de dias até a brotação das gemas.

#### **5.4. Material e Métodos**

Foram avaliados treze clones avançados de batata (SMINIA05012-3; SMINIA00066-2; SMINIA06066-10; SJSM01274-4; SJSM00211-3; SJSM03475-31; SJSM04503-9; SJSM01231-10; SJSM99159-8; SJSM01212-1; SJSM01212-2; SJSM02317-3 e SJSM02377-33) pertencentes aos Programas de Genética e Melhoramento de Batata da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e do Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA-Uruguai). Estes clones são caracterizados como avançados, pois já passaram por um processo de seleção referente à produtividade e a qualidade de processamento e estão dentro das exigências para o processamento industrial, como coloração, teor de massa seca e açúcares redutores, porém ainda não foram avaliados quanto às condições de armazenamento refrigerado. Para padronizar o texto, as cultivares Atlantic e Asterix, utilizadas como testemunhas, também foram tratadas simplesmente como clones. Os tubérculos foram produzidos durante as safras de verão de 2013/14 e 2014/15 com plantio em novembro e colheita em fevereiro, na Estação Experimental de São Joaquim da EPAGRI - SC. O local de cultivo apresenta clima temperado, 28° 17' de Latitude S, 49° 56' de Longitude W e Altitude de 1.400 m. Os tratos culturais e o manejo das plantas seguiram o sistema de produção tecnificado para a cultura da batata de acordo com Bisognin (1996) e EPAGRI (2002).

Após a colheita, os tubérculos produzidos de cada clone foram transportados para o Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, e submetidos ao processo de cura, que consistiu no armazenamento a 20 °C por 15 dias para a suberização da casca e estabilização da composição bioquímica. Todos os clones avaliados foram armazenados em uma câmara refrigerada com a temperatura de 10 °C e umidade relativa do ar mantida em 85 %, com uma variação de  $\pm 5$  %.

A brotação dos tubérculos foi avaliada semanalmente e, após o surgimento do primeiro broto na amostra, em intervalos de três dias, para quantificar o tempo (dias) para o rompimento da dormência e da dominância apical e também a brotação de todos os tubérculos. O rompimento da dormência e da dominância apical foi anotado quando 51 % dos tubérculos da repetição apresentaram, respectivamente, 1 e 2 brotos maior que 2 mm de comprimento (HELDWEIN et al., 2009). O número de dias foi então calculado a partir do início do armazenamento. Também foi calculada a área abaixo da curva de progressão do rompimento da dormência e dominância apical até 160 dias de armazenamento. O experimento foi um fatorial no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 15 tubérculos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974) em nível de 5 % de probabilidade de erro com o auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## **5.5. Resultados e Discussão**

O tempo de armazenamento para a avaliação da dormência e dominância apical foi contabilizado até 160 dias de armazenamento em ambos os anos de avaliação. A análise da variância mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os clones ao longo do armazenamento para o rompimento da dormência nos dois anos de cultivo. No primeiro ano os clones SMINIA00066-2 e Asterix apresentaram o menor período (em dias) de dormência, atingindo 50 % dos tubérculos brotados aos 65,7 e 99,0 dias (Tabela 7). Impossibilitando assim, seu armazenamento por longo tempo, o que favorece a utilização dos tubérculos como batata-semente.

Tabela 7– Número de dias até o rompimento da dormência de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Dias até o rompimento da dormência	
	2013/14	2014/15
SMINIA05012-3	105,5 b*	90,2 a
SMINIA00066-2	65,7 a	91,0 a
SJSM01212-2	102,5 b	94,0 a
SJSM99159-8	110,0 c	94,0 a
Asterix	99,0 b	97,2 a
SJSM01274-4	128,7 e	106,0 b
SMINIA06066-10	132,2 e	108,7 c
SJSM01212-1	114,7 c	110,2 c
SJSM02377-33	116,0 c	111,2 c
Atlantic	114,0 c	114,2 c
SJSM03475-31	134,7 e	116,7 c
SJSM04503-9	114,2 c	126,0 d
SJSM02317-3	131,0 e	127,7 d
SJSM00211-3	122,0 d	129,5 d
SJSM01231-10	114,7 c	132,2 d
Média	113,5	109,9
CV (%)	3,8	4,5

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Os demais clones avaliados no primeiro ano apresentaram maior período de dormência, acima de 100 dias. O clone SJSM03475-31 rompeu a dormência com 134,7 dias, sendo este o maior período. O rompimento da dormência ocorreu na média aos 113,5 dias. No segundo ano de cultivo os clones SMINIA05012-3, SMINIA00066-2, SJSM01212-2, SJSM99159-8 e Asterix apresentaram o menor período de dormência, variando entre 90,2 a 97,2 dias (Tabela 7). Os demais clones romperam a dormência após os 100 dias e o clone SJSM01231-10 apresentou o maior período com 132,2 dias. Na média os clones romperam a dormência com 109,9 dias.

A Figura 3 ilustra o comportamento de cada clone para o rompimento da dormência durante o armazenamento refrigerado nos dois anos de avaliação. No primeiro ano de cultivo a maioria dos clones iniciou a brotação a partir dos 90 dias de armazenamento até os 160 dias, que caracterizou o rompimento da dormência dos tubérculos avaliados. No segundo ano a brotação teve início a partir dos 70 dias até os 160 dias de armazenamento.

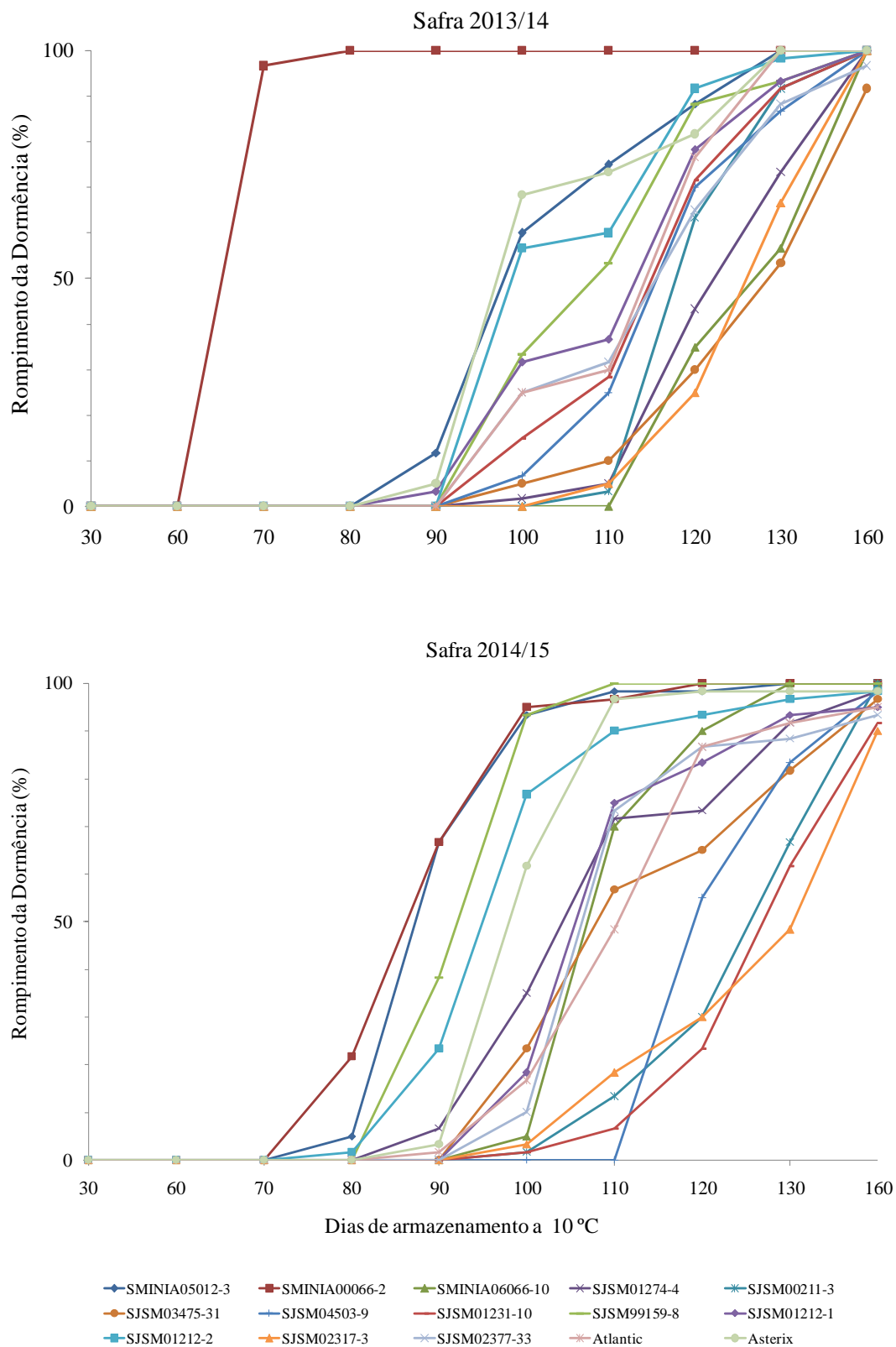


Figura 3– Progressão do rompimento da dormência de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado na safra 2013/14 e 2014/15. Santa Maria (RS), 2015.

O armazenamento dos tubérculos de batata em temperatura baixa prolonga o período de dormência (FINGER; FONTES, 1999; BISOGNIN; STRECK, 2009; MÜLLER, 2011) e garante a qualidade dos tubérculos destinados para semente (FREITAS, 2006a). Os resultados obtidos coincidem com os estudos de Müller (2011) e Benedetti et al. (2005) que observaram um maior período de dormência ao armazenar os tubérculos na temperatura de 10 °C. Os autores Finger e Fontes (1999) observaram o início do rompimento da dormência apenas aos 120 dias quando os tubérculos foram armazenado em ambiente refrigerado a 4 °C. A redução da temperatura no intervalo compreendido entre 21 °C e 4 °C, aumenta o período de dormência dos tubérculos (BOOTH; SHAW, 1990).

A análise de variância mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os clones ao longo do armazenamento para o rompimento da dominância apical nos dois anos de cultivo. No primeiro ano de cultivo o clone SMINIA00066-2 apresentou o menor período (em dias) até o rompimento da dominância apical com 68,5 dias (Tabela 8). Os demais clones avaliados no primeiro ano romperam a dominância apical entre 108,2 dias (SMINIA05012-3) à 141,7 dias (SJSM03475-31), caracterizando um longo período de dominância. O rompimento da dominância apical na média ficou entre 120,8 dias. No segundo ano de cultivo o clone SMINIA05012-3 apresentou o menor período de dominância apical com 97,2 dias (Tabela 8). O rompimento da dominância apical ficou entre 97,2 dias a 146,5 dias (SJSM01231-10). Na média os clones romperam a dominância apical ao 124,4 dias.

Tabela 8– Número de dias até o rompimento da dominância apical de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Dias até o rompimento da dominância apical	
	2013/14	2014/15
SMINIA05012-3	108,2 b*	97,2 a
SMINIA00066-2	68,5 a	101,0 a
SJSM99159-8	113,2 b	108,0 b
SJSM01212-2	113,2 b	110,5 b
Asterix	111,7 b	112,0 b
SJSM01212-1	116,2 c	120,7 c
SJSM01274-4	137,7 e	121,7 c
Atlantic	116,2 c	121,7 c
SJSM02377-33	119,0 c	126,2 d
SMINIA06066-10	137,0 e	130,5 d
SJSM04503-9	131,0 d	136,5 e
SJSM02317-3	136,0 e	142,0 f
SJSM00211-3	134,7 e	144,5 f
SJSM03475-31	141,7 e	146,5 f
SJSM01231-10	126,7 d	146,5 f
Média	120,8	124,4
CV (%)	3,3	4,1

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro.

A Figura 4 ilustra o comportamento de cada clone para o rompimento da dominância apical durante o armazenamento refrigerado nos dois anos de avaliação. O rompimento da dominância apical intensificou-se a partir dos 90 dias de armazenamento até os 160 dias, tanto no primeiro quanto no segundo ano de cultivo.

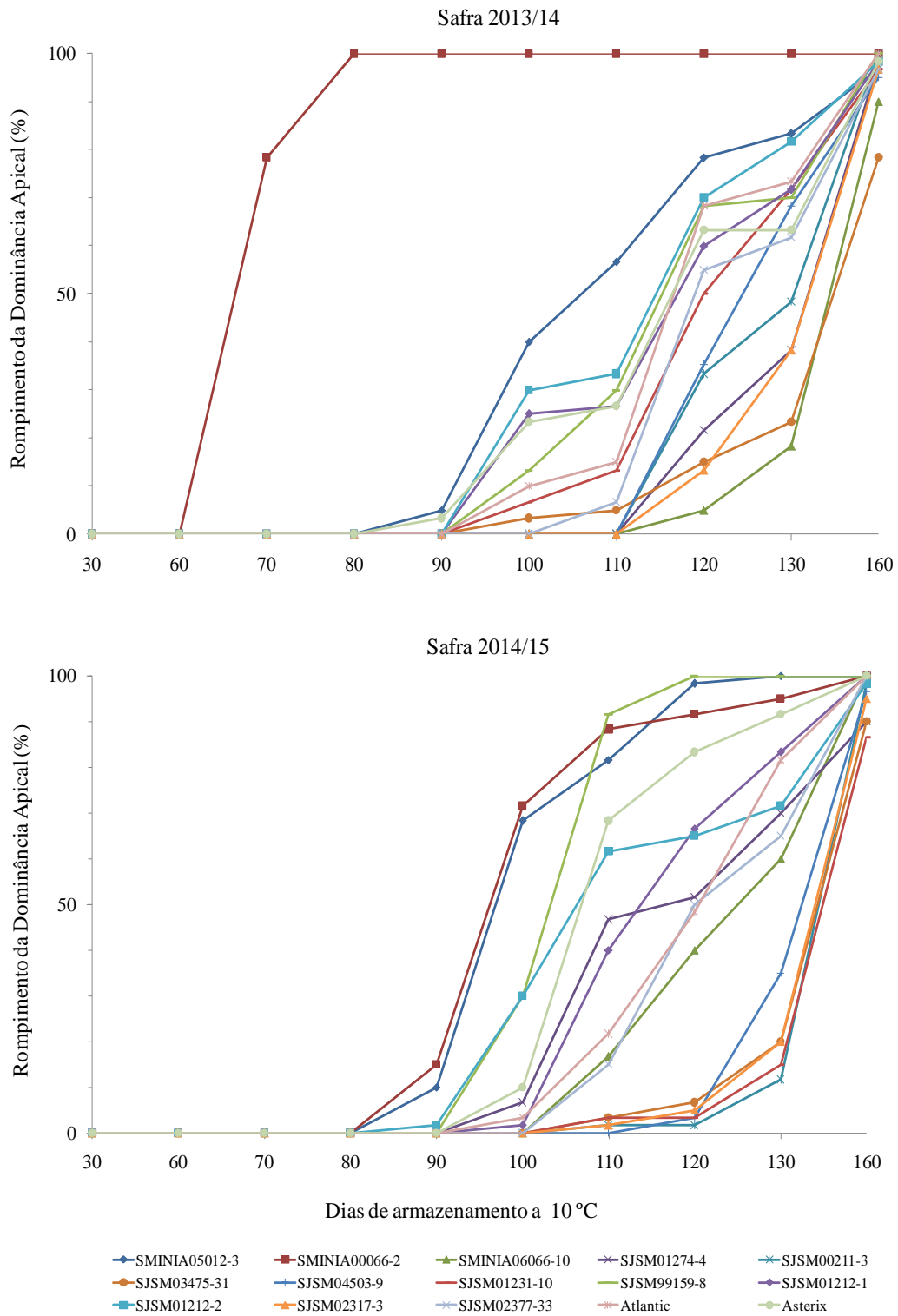


Figura 4– Progressão do rompimento da dominância apical de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado na safra 2013/14 e 2014/15. Santa Maria (RS), 2015.



A temperatura de armazenamento de 10 °C prolonga a dormência e reduz a dominância apical dos tubérculos (BISOGNIN et al., 2008a; MÜLLER et al., 2010), como observado nos resultados obtidos. O rompimento da dominância apical estimula a formação e o aparecimento de diversos brotos laterais (REZENDE, 2007; MÜLLER, 2011) até o tubérculo atingir a plena brotação, momento ideal para o plantio da batata-semente (BISOGNIN et al., 2008b).

A análise de variância mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os clones ao longo do armazenamento para o número de dias entre o rompimento da dominância apical e da dormência nos dois anos de cultivo. O período compreendido entre o rompimento da dominância apical e da dormência formou dois grupos de clones, cuja variação foi entre 1,5 a 16,7 dias no primeiro ano de cultivo (Tabela 9). Os clones SJSM1274-4, SJSM1212-2, SJSM1231-10, SJSM00211-3, SJSM04503-9 e Asterix apresentaram o maior intervalo entre os dois estádios fisiológicos, entre 9 a 16,7 dias. Os demais clones romperam a dominância apical antes, logo após o rompimento da dormência, caracterizando menor intervalo, que ficou entre 1,5 a 7 dias. Na média, os clones romperam a dominância apical 7,3 dias após o rompimento da dormência. No segundo ano de cultivo os clones SMINIA06066-10 e SJSM03475-31 apresentaram o maior intervalo, entre 21,7 e 29,7 dias, enquanto que os demais clones apresentaram um intervalo menor, com uma variação de 7 a 16,5 dias. Na média os clones romperam a dominância apical após 14,4 dias do rompimento da dormência.

Tabela 9– Diferença no número de dias entre o rompimento da dominância apical e da dormência de tubérculos de batata submetidos ao armazenamento refrigerado. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Dias entre o rompimento da dominância apical e da dormência	
	2013/14	2014/15
SMINIA05012-3	5,7 a*	7,0 a
Atlantic	2,2 a	7,5 a
SMINIA00066-2	2,7 a	10,0 a
SJSM04503-9	16,7 b	10,5 a
SJSM01212-1	1,5 a	10,5 a
SJSM99159-8	3,2 a	14,0 a
SJSM01231-10	12,0 b	14,2 a
SJSM02317-3	5,0 a	14,2 a
Asterix	12,7 b	14,7 a
SJSM00211-3	12,7 b	15,0 a
SJSM02377-33	3,0 a	15,0 a
SJSM01274-4	9,0 b	15,7 a
SJSM01212-2	10,7 b	16,5 a
SMINIA06066-10	4,7 a	21,7 b
SJSM03475-31	7,0 a	29,7 b
Média	7,3	14,4
CV (%)	1,4	4,3

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Conhecer o comportamento dos clones no armazenamento refrigerado em relação ao processo de brotação permite estimar o tempo de armazenamento para o plantio dos tubérculos. Isso é importante, pois a brotação promove várias mudanças fisiológicas nos tubérculos, que levam a senescência dos mesmos. Além disso, é ideal que o rompimento da dormência seja seguido pelo rompimento da dominância apical, evitando-se a necessidade do emprego de métodos químicos para induzir a brotação das gemas laterais (BANDINELLI, 2014), principalmente em regiões onde é feito dois cultivos por ano e, esse processo, também é dependente de cada cultivar. Nos estudos de Müller (2011) a temperatura de armazenamento de 10 °C promoveu o rompimento da dominância apical praticamente junto com a dormência, caracterizando o estágio de plena brotação, momento ideal para o plantio do tubérculo-semente. Neste estudo, o armazenando a 10 °C promoveu o rompimento da dominância apical pouco ou imediatamente após a dormência, o que confirma a necessidade de avaliar os clones a nesta temperatura de armazenamento refrigerado.

A análise de variância para a área abaixo da curva de progressão do rompimento da dormência e dominância apical dos tubérculos mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os clones avaliados. A avaliação da área abaixo da curva foi feita até os 120 dias de armazenamento refrigerado. No primeiro ano o clone SMINIA00066-2 (15315,1) apresentou a maior valor para o rompimento da dormência, enquanto que o menor valor, ou seja, a menor dormência foi observada com o clone SMINIA06066-10 (45,0) (Tabela 10). No segundo ano de cultivo o maior valor da área abaixo da curva de progressão da brotação foi observado no clone SMINIA05012-3 (7939,1) e o menor valor para o clone SJSM01231-10 (235,2) (Tabela 10). No segundo ano de cultivo os clones apresentaram, em média, maiores valores de área abaixo da curva de progressão para o rompimento da dormência dos tubérculos em comparação ao primeiro ano.

Tabela 10– Área abaixo da curva de progressão do percentual de rompimento da dormência de tubérculos armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Progressão do rompimento da dormência de tubérculos	
	2013/14	2014/15
SMINIA05012-3	3937,5 b*	7939,1 a
SMINIA00066-2	15315,1 a	7013,6 a
SJSM99159-8	2310,1 c	4996,1 b
SJSM01212-2	3772,3 b	4756,3 b
Asterix	2842,3 c	3613,9 c
SMINIA06066-10	45,0 e	2625,7 c
SJSM01212-1	1897,3 c	2546,2 c
SJSM02377-33	660,1 e	2437,1 c
Atlantic	967,7 d	2101,4 c
SJSM01274-4	307,9 e	1271,5 d
SJSM03475-31	502,4 e	790,0 d
SJSM02317-3	45,1 e	609,0 d
SJSM00211-3	390,5 e	443,3 d
SJSM04503-9	960,0 d	302,1 d
SJSM01231-10	1425,2 d	235,2 d
Média	2358,7	2778,7
CV (%)	3,7	8,3

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados calculados a partir do percentual de rompimento da dormência. CV: coeficiente de variação.

No primeiro ano a área abaixo da curva de progressão da dominância apical foi maior para o clone SMINIA00066-2 (11421,8) e menor para os clones SMINIA06066-10 (7,5) e

SJSM02317-3 (15,1) (Tabela 11). No segundo ano a maior progressão foi obtida pela testemunha Asterix (1642,3) e a menor pelo clone SJSM04503-9 (7,5) (Tabela 11). A maior área abaixo da curva de progressão para o rompimento da dominância apical dos tubérculos foi encontrada no primeiro ano de cultivo, na média de 1452,9 em comparação ao segundo ano de 562,5.

Tabela 11– Área abaixo da curva de progressão do percentual de rompimento da dominância apical de tubérculos armazenados a 10 °C por 120 dias. Santa Maria (RS), 2015.

Clones	Progressão do rompimento da dominância apical de tubérculos	
	2013/14	2014/15
Asterix	1110,0 d*	1642,3 a
SJSM99159-8	1117,2 d	1139,8 b
SJSM01212-2	1897,8 c	968,1 b
SJSM01212-1	1559,9 d	907,1 b
SJSM01274-4	90,1 f	899,8 b
SMINIA00066-2	11421,8 a	727,1 b
SMINIA05012-3	2527,2 b	554,9 c
SJSM02377-33	127,4 f	480,5 c
SMINIA06066-10	7,5 f	472,3 c
Atlantic	524,9 e	360,0 c
SJSM03475-31	299,6 f	97,8 d
SJSM01231-10	787,7 e	90,4 d
SJSM02317-3	15,1 f	52,8 d
SJSM00211-3	142,5 f	37,7 d
SJSM04503-9	187,4 f	7,5 d
Média	1452,9	562,5
CV (%)	3,3	8,7

\* Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott em nível de 5 % de probabilidade de erro. Dados calculados a partir do percentual de rompimento da dominância apical. CV: coeficiente de variação.

O comportamento observado para a dominância apical dos tubérculos da maioria dos clones avaliados não seguiu o mesmo padrão que foi observado para o rompimento da dormência. Este resultado sugere que o rompimento da dominância apical não é um evento concomitante ao rompimento da dormência (BANDINELLI, 2014), e corrobora com Terper-Bamnlker et al. (2012), ao mencionar que existem outros mecanismos influenciando a dominância apical, além do balanço entre promotores e inibidores da brotação (SUTTLE, 2004; 2007). Também há uma diferença quanto ao comportamento de brotação entre os

clones avaliados, isso confirma que a dormência dos tubérculos é uma característica genética (STRUİK, 2007) influenciada pelo ambiente.

## **5.6. Conclusões**

O armazenamento refrigerado permite retardar o processo de brotação dos tubérculos para adequar ao período da demanda para o plantio, além de manter a qualidade fisiológica dos tubérculos-sementes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O armazenamento refrigerado possibilita retardar o processo de brotação dos tubérculos e assim regular a oferta de matéria-prima de qualidade, conforme a demanda do mercado. Deste modo, as condições de armazenamento devem ser ajustadas para que as mudanças fisiológicas nos tubérculos sejam minimizadas e mantenham a sua qualidade. A indústria de processamento exige que os tubérculos atendam um padrão de qualidade em relação aos caracteres de massa seca, coloração de *chips* e teor de açúcares redutores, que são influenciados pelas condições de armazenamento pós-colheita.

A perda de massa fresca está relacionada com a perda de água no tubérculo, que significa perdas quantitativas de produto no final do armazenamento. Assim, as condições de armazenamento devem ser ajustadas para minimizar essas perdas. Também existe uma perda de massa fresca com o avanço da idade fisiológica do tubérculo até o início da brotação. Neste estudo houve um incremento na perda de massa fresca nos tubérculos dos clones avaliados com o armazenamento até os 120 dias, em que foi obtido o percentual máximo de perda, em virtude do processo de brotação (Tabela 1). A brotação dos tubérculos aumenta a atividade respiratória e metabólica, que ocasionam um aumento da perda de água, em consequência, aumento na perda de massa fresca.

Com a saída de água dos tubérculos ocorre à concentração dos sólidos totais. Isso explica o aumento nos teores de massa seca até os 90 dias de armazenamento, no entanto, aos 120 dias os teores de massa seca diminuíram (Tabela 2). No final do armazenamento todos os tubérculos estavam em brotação e muitos clones já apresentavam intensa emissão de brotos. Esse processo eleva a demanda energética para a manutenção da atividade metabólica e para o crescimento e desenvolvimento dos brotos. Deste modo, esse progresso desencadeia a degradação das substâncias de reserva, principalmente do amido que compõe grande parte da massa seca. O aumento no teor de massa seca durante o armazenamento contribui na qualidade dos tubérculos destinados ao processamento industrial. Pois, no momento da fritura há um menor gasto de energia para remover a água presente nas fatias de batata, acelerando o processo e diminuindo o consumo de óleo durante a fritura, o que proporciona um produto final com maior crocância.

O armazenamento dos tubérculos em baixas temperaturas é favorável para retardar a brotação, no entanto, promove o incremento nos teores de açúcares redutores, que causam o escurecimento dos *chips* no momento da fritura. Quando os tubérculos de batata são submetidos ao armazenamento refrigerado, a taxa respiratória diminui, porém os tubérculos continuam respirando e isso promove a conversão do amido em sacarose que resulta no acúmulo de açúcares redutores, que não são consumidos em razão da menor velocidade das rotas de degradação e utilização de energia. Esse processo ocorre basicamente nos primeiros dias de armazenamento. Os clones avaliados apresentaram os maiores teores de açúcares redutores após os 30 dias de armazenamento (Tabela 6), mas ao longo do armazenamento esses teores diminuíram e isso correspondeu ao avanço da idade fisiológica do tubérculo até o processo de brotação, que resultou em demanda de mais energia e promoveu a degradação dos açúcares redutores acumulados.

A coloração de *chips* apresentou uma tonalidade amarela de maior intensidade após o armazenamento, que caracteriza o escurecimento pelo aumento no teor de açúcares redutores. No entanto, mesmo com o aumento no teor de açúcares redutores e o início da brotação, a coloração de *chips* se manteve clara até os 120 dias de armazenamento, fato confirmado pelos valores de luminosidade acima de  $L^*=55$ , que caracteriza uma cor aceitável pela indústria de processamento (Tabela 3). Os teores de açúcares redutores diminuíram a partir dos 60 dias de armazenamento até os 120 dias, com valores entre 15,2 e 15,9, no primeiro e segundo ano de cultivo na média (Tabela 6). Estes valores são próximos ao valor máximo admitido pela indústria de 15 mg g<sup>-1</sup> de massa seca. A redução nos teores de açúcares redutores corresponde ao aumento na taxa de respiração com o avanço da idade fisiológica do tubérculo, que promove o aumento no consumo dos açúcares. E, também, a degradação das substâncias de reserva reduz a disponibilidade de aminoácidos e proteínas livres para a reação com os açúcares redutores, conseqüentemente, menor é o nível de escurecimento das fatias de *chips*.

A idade fisiológica dos tubérculos é caracterizada pelos estádios de dormência (ausência de brotos), dominância apical (apenas um broto), plena brotação (vários brotos laterais) e senescência (ramificação intensa dos brotos). O avanço da idade fisiológica depende da cultivar, das condições de cultivo e armazenamento. O armazenamento a baixas temperaturas é capaz de retardar a brotação dos tubérculos e evitar a ocorrência de podridões, necessário para manter a qualidade pós-colheita dos tubérculos. O período de dormência é desejável para a comercialização e o consumo dos tubérculos, mas impede o plantio da batata-semente, pois atrasa a emergência das plantas. A temperatura de armazenamento tem



influência direta na duração do período de dormência. Submeter os tubérculos ao armazenamento refrigerado retarda o avanço da idade fisiológica e isso possibilita armazenar os tubérculos por um tempo maior, sem que ocorra a brotação. Isso permite o fornecimento de matéria-prima na entressafra e o planejamento do plantio do tubérculo-semente, visto que o armazenamento dos tubérculos na temperatura de 10 °C é mais viável economicamente quando comparado a temperaturas mais baixas, reduzindo os custos, tanto para o produtor quanto para a indústria. Nos tubérculos utilizados como semente é ideal que o rompimento da dominância apical ocorra logo após o rompimento da dormência, pois, favorece a rápida brotação de todas as gemas até a plena brotação, que é o melhor momento para o plantio da batata-semente. O rompimento da dominância apical ficou entre 7,3 a 14,4 dias após o rompimento da dormência (Tabela 9), resultado que demonstra que o rompimento da dominância apical não ocorre concomitantemente com o rompimento da dormência.

Este estudo evidenciou que o armazenamento dos tubérculos dos clones a 10 °C é capaz de promover mudanças fisiológicas nos tubérculos, mas estas mudanças não comprometem a sua utilização na indústria de processamento. A determinação do período de brotação dos clones permite planejar o fornecimento de matéria-prima as indústrias, reduzindo os custos de produção e retarda a brotação dos tubérculos em até 100 dias, mantendo a qualidade de processamento e plantio. Além disso, é possível planejar e adequar à brotação quando o tubérculo for destinado para semente.

## **7. CONCLUSÕES**

1. Durante o armazenamento refrigerado ocorrem alterações fisiológicas nos tubérculos de batata, como perda de massa fresca e aumento nos teores de massa seca e açúcares redutores.
2. O comportamento fisiológico dos tubérculos varia entre clones, o que afeta a qualidade de processamento e o tempo até a brotação dos mesmos.
3. O armazenamento refrigerado retarda o processo de brotação, que amplia o período de fornecimento de matéria-prima para a indústria de processamento e mantém a qualidade fisiológica do tubérculo-semente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades**. 2006. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/abatata\\_variedades.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/abatata_variedades.htm)> Acesso em: 20 mai. 2015.

ANDREU, M. A. Associação entre características agronômicas da batata nos plantios de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, p. 925-929, 2005.

ANDREU, M. A.; PEREIRA, A. da S. Estimação da qualidade industrial da batata (*Solanum tuberosum* L.) através do uso da isoenzima glutamato oxaloacetato transaminase. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, Argentina, vol. 33, núm. 1, p. 5-13, abr., 2004.

ARAÚJO, T. H. de. **Produtividade de cultivares de batata e atributos de qualidade para processamento industrial nas formas de palha e chips**. 2014. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2014.

AUGUSTIN, L.; et al. Genotype x environment interaction of agronomic and processing quality traits in potato. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, jan.-mar., 2012.

BACARIN, M. A.; et al. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata reconicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 799-804, 2005.

BANDINELLI, M. G. **Seleção precoce de clones de batata adaptados às condições temperada e subtropical de cultivo do Sul do Brasil**. 2014. 68 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2014.

BARBOSA, E. dos S. P. **Estudo comparativo de características físico-químicas e sensoriais de batatas das cultivares francesas: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia**. 2011. 116 p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BENEDETTI, M.; et al. Quebra de dormência de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.31-38, jan.-fev., 2005.

BERVALD, C. M. P.; et al. Variação do teor de carboidratos em genótipos de batata armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, vol. 69, núm. 2, p. 477 – 483, 2010.

BHERING, L. L.; et al. Seleção assistida por marcadores para teor de matéria seca e açúcares redutores em tubérculos de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.38-44, jan.-fev., 2009.

BISOGNIN, D. A. **Recomendação técnica para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: UFSM, 1996. 64p.

BISOGNIN, D. A. Melhoramento da batata para resistência às doenças. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2003. p.125-142.

BISOGNIN, D. A.; et al. Desenvolvimento e rendimento de clones de batata na primavera e no outono. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.699-705, jun., 2008a.

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 - SP, v.67, n.1, p.59-65, 2008b.

BISOGNIN, D. A.; STRECK, N. A. **Desenvolvimento e manejo das plantas para a alta produtividade e qualidade da batata**. Itapetininga-SP, Associação Brasileira da Batata, 2009. 32p.

BOOTH, R. H.; SHAW, R. L. **Principios de almacenamiento de papa**. Lima, Peru: Agropecuária Hemisferio Sur S.R. L., 1990. 107p.

BRAUN, H.; et al. Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 285-293, mar./abr., 2010.

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141p. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – Piracicaba – SP, 2006.

BURTON, W. G.; et al. The physics and physiology of storage. In: P. Harris (ed.). **The potato crop**. Chapman & Hall, London, 1992.

CACACE, J. E.; et al. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. **American Potato Journal**, v.71, p.145-153, 1994.

CAETANO, D. **Inibição do escurecimento na produção de farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.) utilizando secador solar tipo túnel.** 2006. 96p. Dissertação, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2006.

CARMO, E. L. C.; et al. Avaliação da aptidão para fritura de cultivares de batata, obtidas no cultivo de outono, nas regiões Sul e Campos das Vertentes de Minas Gerais. In: XIII Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Batata, 13, 2007, Holambra. **Anais...** Holambra: ABBA, 2007.

CARMO, E. L. C.; et al. Processamento industrial no Brasil: situação atual e perspectivas. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 33, n. 270, p. 100-113, set./out. 2012.

CHAPPER, M.; et al. Carboidratos não estruturais em tubérculos de dois genótipos de batata armazenados em duas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 583-588, 2002.

CHAPPER, M.; et al. Atividade amidolítica e de invertase ácida solúvel em tubérculos de batata armazenados sob duas condições de temperatura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.597-601, 2004.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutas e hortaliça, fisiologia e manuseio.** Ed. UFLA, Lavras - MG, 2005.

COELHO, A. H. R.; et al. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.4, p.899-910, 1999.

COLEMAN, W. K. Comparative performance of the L\* a\* b\* colour space and North American colour charts for determining chipping quality in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, v.23, p.291-298, 2004.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura da batata.** Brasil, 2006.

CORRÊA, R. M. **Produção de batata-semente pré-básica em canteiros, vasos e hidroponia.** 2005. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2005.

DIAS, P. D. B. **Efeito da utilização de película e de diferentes formas de acondicionamento na conservação pós-colheita e fritura de batatas minimamente**

**processadas**. 2011. 138p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz – Piracicaba – SP, 2011.

EPAGRI. **Sistemas de produção para batata consumo e batata semente em Santa Catarina**. 3 ed. rev. atual. Florianópolis: EPAGRI, 2002. 123p.

ESHEL, D.; TEPER-BAMNOLKER, P. Can loss of apical dominance in potato tuber serve as a marker of physiological age? **Plant Signaling & Behavior**, 7:9, 1158-1162; September, 2012.

EVANGELISTA, R. M.; et al. Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 46, n.8, p.953-960, 2011.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/home/E> > Acesso em: 27 abr. 2015.

FELTRAN, J. C.; et al. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 6, p. 598-603, 2004.

FERNANDES, A. M.; et al. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.8, p.826-835, ago., 2010a.

FERNANDES, A. M.; et al. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, jul.- set., 2010b.

FERNANDES, L. S. **Caracterização física, físico-química e bioquímica de batata Baroa minimamente processada**. 2013. 94p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG, 2013.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. São Paulo: UFV, 2003.

FINGER, F. L.; FONTES, P. C. R. Manejo pós- colheita da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20; n.197, p.105- 111; 1999.

FONTES, P. C. R. Cultura da batata. In: **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: SUPREMA, 2005. cap. 21, p. 323-343.

FORTES, G. R.; PEREIRA, J. E. S. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, A. S. da; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 69-79.

FREITAS, S. T. de; et al. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.80-85, jan.-fev., 2006a.

FREITAS, S. T. **Qualidade de processamento e envelhecimento fisiológico de clones de batata produzidos durante a primavera e outono na região central do Rio Grande do Sul**. 2006. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006b.

FREITAS, S. T.; et al. Processing quality of potato tubers produced during autumn and spring and stored at different temperatures. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, jan. - mar. 2012.

GARCIA, E. L. **Composição dos tubérculos, extração e caracterização de amidos de diferentes cultivares de batata**. 2013. 93p. Dissertação (Mestre em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 2013.

GERALDINI, F.; et al. Procuram-se agroindústrias. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 10, n. 104, p. 8-13, ago. 2011.

GOULD, W. A. **Potato production, processing and technology**. Baltimore: Maryland: CTI Publ., 1999. 259 p.

GRANJA, N. P. **Capacidade produtiva de batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Aracy em função da densidade de plantio, tamanho e estágio fisiológico da semente**. 1995. 85 p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba SP, 1995.

GRIZOTTO, R. K. **Processamento e rendimento industrial da batata chips e palha**. Seminário Brasileiro sobre Processamento de Batatas, Pouso Alegre, 2005.

HAASE, N. U. The canon of potato science: 48. Maillard reaction. **Potato Research**, v. 50, p. 407-409, 2007.

HAWERROTH, F. J.; et al. Dormência em frutíferas de clima temperado – **Documentos 310**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 56 p., 2010.

HELDWEIN, A. B.; et al. Batata. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Instituto Nacional de Meteorologia, p. 281-293, 2009.

HEMBERT, T. Potato rest. In: P. H. Li (ed.). **Potato physiology**, Academic Press, London, 1985.

HERTOG, M. L. A. T. M.; et al. The effects of temperature and senescence on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: A mathematical model. **Postharvest Biology and Technology**, v.10, p.67-79, 1997.

HESSE, B. Storage management essentials. **Potato Storage International**, Sevenoaks, v.2, p.18-21, 2005.

IBGE. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola**. Brasil, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Maio, 2015. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201505\\_5.sht](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201505_5.sht)> Acesso em 06 jun. 2015.

KLEINKOPF, G. E. Early season storage. **American Potato Journal**, v.72, p.449-462. 1995.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Ed. Guanabara Koogan, 2011.

KONICA MINOLTA. Comunicación precisa de los colores: control del color de la percepción de la instrumentación. 2003. Disponível em <<http://www2.konicaminolta.eu/eu/Measuring/pcc/es/index.html>> Acesso em 03 mar. 2015.

LANG, G. A; et al. Dormancy: toward a reduced universal terminology. Hort. Science, Alexandria, v.20, p. 809-811, 1985.



LEÓN, H. M. C. **Aspectos nutricionais da batateira para produção de tubérculo-semente em ambiente protegido**. 2007. 112 p. Tese (Doutor em Agronomia), Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Piracicaba-SP, 2007.

LESZCZYNSKI, W. Potato tubers as a raw material for processing and nutrition. In: G. Lisinska and W. Leszczynski (eds), **Potato Science and Technology**. Elsevier Science Publishers Ltd., Essex, England.p.34-76, 1989.

LINDSAY, R. C. Aditivos alimentarios. In: FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**.2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. p. 907 – 971.

LONG, A. R.; CHISM, G. W. **Physical and chemical methods of evaluation foods**.2004. Disponível em: <http://food.oregonstate.edu/research/test/reducing.html>. Acesso em 8 out. 2014.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, 27: 1254-1255, 1992.

MELO, P. E. Cultivares de batata potencialmente úteis para o processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, p. 112-119, 1999.

MENEZES, C. B.; et al. Combining ability of potato genotypes for cool and warm seasons in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, p. 145-157, 2001.

MORAES, I. V. M. de. Processamento de batata. **Dossiê técnico**.2007. 22 p.

MÜLLER, D. R.; et al. Expressão dos caracteres e seleção de clones de batata nas condições de cultivo de primavera e outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.1237-1334, 2009.

MÜLLER, D. R.; et al. Dormência e dominância apical de diferentes tamanhos de tubérculos de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.12, dez, 2010.

MÜLLER, D. R. **Soma térmica na brotação e qualidade de tubérculos de batata**. 2011. 86p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria – RS, 2011.

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

NARDIN, I. Perfil de consumo de batatas em diferentes faixas etárias e de renda familiar. **Revista Batata Show**, v. 25, p. 32-33, 2009.

OBBERG, N. Early season - above and beyond. **Potato Storage International**, v.1, p.34-36, 2004.

OLIVEIRA, V. R. de; et al. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. *Ciência Rural*, v.36, n.2, mar.-abr., 2006.

PÁDUA, J. G. et al. Aptidão de cultivares de batata holandesa para processamento na forma de fritura. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2010.

PÁDUA, J. G.; et al. Caracterização de cultivares de batata visando o mercado segmentado. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 8, p. 36-46, 2012a.

PÁDUA, J. G.; et al. Cultivares de batata para o mercado segmentado. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, volume 8, p.36-46, 2012b.

PAPADAKI, S. S. E.; et al. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. **Food Technology**, 54: 48-51, 2000.

PASTORINI, L. H.; et al. Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.660-665, 2003.

PAULETTI, V.; MENARIN, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agraria**, v. 5, n. 1-2, p. 15-20, 2004.

PAVLISTA, A. D. Physiological aging of seed tubers. **Nebraska Potatoes Eyes**, v.16, p.2- 3, 2004.

PEREIRA, A. da S.; CAMPOS, A. Teor de açúcares em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 13-16, 1999.

PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2003. 419 p.

PEREIRA, A. da S. Melhoramento genético. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.105-124, 2003.

PEREIRA, A. da S.; et al. Genótipos de batata com baixo teor de açúcares redutores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.220-223, 2007.

PEREIRA J. E. S.; et al. Avaliação de dois sistemas hidropônicos na produção de material pré-básico de batata. **Horticultura Brasileira**, 2001.

PINELI, L. L. O.; et al. Caracterização química e física de batatas Ágata e Monalisa minimamente processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26(1): 127-134, jan.-mar., 2006.

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

POPP, P. R. Industrialização de batata no Brasil. Londrina, 1996. In: MELO, P. E.; BRUNE, S. (Ed.). **Memória do I workshop brasileiro de pesquisa em melhoramento de batata**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

POPP, P. R. Processamento de batata: variedades de aptidão industrial. In: Seminário Mineiro sobre Processamento de Batatas, 2005, Pouso Alegre. **Anais...** Pouso Alegre: EPAMIG, 2005. 7p.

QUADROS, D. A. de. **Qualidade da batata, *Solanum tuberosum* L., cultivada sob diferentes doses e fontes de potássio e armazenada em temperatura ambiente**. 2007. 130p. Dissertação (Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2007.

QUADROS, D. A. de; et al. Qualidade de batata para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e não-redutores, durante o armazenamento à temperatura ambiente. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 439-443, 2010.

QUEIROZ, L. R. de M.; et al. Tamanho de tubérculo-semente e espaçamento na produtividade de batata em condições de campo. **Comunica Scientiae**, Bom Jesus, v.4, n.3, p.308-315, jul./set. 2013.

REZENDE, R. L. G. **Efeito da idade fisiológica da batata semente sobre características produtivas da batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atlantic.** 2007. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico/IAC, Campinas - São Paulo, 2007.

RIBEIRO, J. D. R.; et al. Evolução e desafios da bataticultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 270, p. 07-13, set./out. 2012

RICHARDSON, D. L.; et al. Invertase activity and its relation to hexoses accumulation in potato tubers. **Journal of Experimental Botany**, v.41, n.222, p.95-99, 1990.

RIVERO, R. C.; et al. Effects of current storage conditions on nutrient retention in several varieties of potatoes from Tenerife. **Food Chemistry**, v. 80, n. 4, p. 445-450, 2003.

ROBLES, W. G. R. **Dióxido de carbono via fertirrigação em batateira (*Solanum tuberosum* L.) sob condições de campo.** 2003. 160 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2003.

RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; WROLSTAD, R. E. Influence of potato composition on chip color quality. **American Potato Journal**, v. 74, n. 2, p. 87-106, 1997.

RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, A. da S. Correlações inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 599-604, mai., 2003.

SAONA, L. E. R.; WROLSTAD, R. E. Influence of potato composition on chip color quality. **American Potato Journal**, v. 74, n. 2, p. 87-107, 1997.

SALAMONI, A. T.; et al. Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agronômicas em batatas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1441-1445, 2000.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SILVA, G. B. D. **Colorimetria: propagação dos erros e cálculo da incerteza de medição nos resultados espectrofotométricos.** Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004. 93 p.

SILVA, J. R. V.; et al. Brotação de mini-tubérculos de sete cultivares de batata em função de concentrações de bissulfureto de carbono. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.677-680, 2004.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, 24 (6) :895-904, nov./dez., 2011.

SOUZA, Z. da S. **Melhoramento da batata para processamento industrial em condições subtropical e temperada do Sul do Brasil**. 2010. 153 p. Tese de Doutorado (Doutor em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SOUZA, Z. da S.; et al. Seleção de clones de batata para processamento industrial em condições de clima subtropical e temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1503-1512, nov., 2011.

STRUIK, P. C.; et al. Response of stored potato seed tubers from contrasting cultivars to accumulated day-degrees. **Crop Science**, Madison, v.46, p.1156-1168, 2006.

STRUIK, P. C. The Canon of potato science: 40. Physiological age of seeds tubers. **Potato Research**, Wageningen v. 50, n. 3-4, p. 375-377, July. 2007.

SUTTLE, J.C. Physiological regulation of potato tuber dormancy. **Am J Potato Res.**, 81:253–262, 2004.

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

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. “Atlantic”**. 2003. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – Piracicaba – SP, 2003.

TAVARES, S.; et al. Cultura da batata. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação, 2010. 44 p.

TEPER-BAMNOLKER, P. et al. Release of apical dominance in potato tuber is accompanied by programmed cell death in the apical bud meristem. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 158, n. 4, p. 2053-2067, Apr., 2012.

WALTER, M.; et al. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, jul.-ago., 2005.

WIERSEMA, S. G. **Physiological development of potato tubers**. Technical Information Bulletin, n. 20. International Potato Center, Lima, Peru, 1985.

VALDERRAMA, P.; et al. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v.21, n. 3, p. 321-325, 2001.

VAN DER ZAAG, D. E. **Potatoes and their cultivation in the Netherlands**. Netherlands: Dutch Information Centre for Potatoes, 1973. 72 p.

VENDRUSCOLO, J. L. S.; ZORZELLA, C. A. **Processamento de batata (*Solanum tuberosum* L.): Fritura**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Documentos: 104, 2002. 15p.

ZANON, A. J. **Crescimento, desenvolvimento e produtividade de clones avançados de batata em cultivo de primavera e de outono em ambiente subtropical**. 2011. 57 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

ZORZELLA, C. A.; et al. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n.1, p.15-24, jan./jun., 2003a.

ZORZELLA, C. A.; et al. Qualidade sensorial de “chips” de diferentes genótipos de batatas (*Solanum tuberosum* L.), cultivos de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 57-63, 2003b.