

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

**SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA DE CURTA  
DORMÊNCIA, ALTA QUALIDADE DE  
PROCESSAMENTO E ADAPTADOS AOS CULTIVOS  
DE PRIMAVERA E OUTONO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Douglas Renato Müller**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2008**

**SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA DE CURTA  
DORMÊNCIA, ALTA QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E  
ADAPTADOS AOS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO**

**por**

**Douglas Renato Müller**

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

Orientador: Prof. Dilson A. Bisognin, Ph.D.

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2008**

**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

**SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA DE CURTA DORMÊNCIA, ALTA  
QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E ADAPTADOS AOS CULTIVOS  
DE PRIMAVERA E OUTONO**

elaborada por  
**Douglas Renato Müller**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Dilson Antônio Bisognin, PhD. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

**Jerônimo Luiz Andriolo, Dr. (UFSM)**  
(Examinador)

**Francisco Vilaró, PhD. (INIA - Uruguai)**  
(Examinador)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2008.

A Deus, a minha esposa Franciele, aos meus  
pais Martin e Lorena e aos meus irmãos  
Christian e Raquel,

**Dedico...**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao autor da vida, Jesus Cristo, por me amar incondicionalmente e ser a base forte sobre a qual coloco toda a minha vida. A Ele toda a minha dedicação, confiança e amor;

À mulher que tanto amo, minha esposa Franciele, por estar ao meu lado, dividindo alegrias e tristezas, conquistas e incertezas, pelo carinho e amor em todos os momentos;

Aos meus pais Martin e Lorena, meus primeiros mestres, e aos meus irmãos Christian e Raquel, pelo amor, incentivo e apoio em todas as minhas decisões;

Ao meu amigo, professor e orientador Dilson Antônio Bisognin que foi um mestre em seu sentido mais completo, pela confiança, disposição e grande contribuição para meu crescimento pessoal e intelectual;

Aos meus co-orientadores Jerônimo Luiz Andriolo e Auri Brackmann por todo auxílio suporte e incentivo na realização deste trabalho;

Aos demais professores do Departamento de Fitotecnia que de alguma forma influenciaram na minha formação e crescimento durante estes anos;

Ao pessoal da FEPAGRO de Júlio de Castilhos pela colaboração e auxílio na condução dos experimentos a campo;

Ao funcionário João Vicente Colpo, pela disposição e ajuda em todos os momentos;

Aos colegas e amigos de Pós-Graduação, pelo convívio e amizade;

À galera da batata, pela amizade, disposição e por todo auxílio na condução e realização deste projeto. Vocês foram essenciais!

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade da realização do curso de mestrado e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos; e,

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que essa dissertação pudesse ser apresentada, meu muito obrigado!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA DE CURTA DORMÊNCIA, ALTA QUALIDADE DE PROCESSAMENTO E ADAPTADOS AOS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO**

AUTOR: DOUGLAS RENATO MÜLLER

ORIENTADOR: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2008.

A seleção de clones de batata pode ser realizada nos cultivos de primavera e outono no Rio Grande do Sul. Esses dois cultivos apresentam condições contrastantes de temperatura, fotoperíodo e radiação solar, o que pode alterar o período de dormência e a qualidade de processamento dos tubérculos. Os objetivos deste trabalho foram selecionar clones de batata de curta dormência e alta qualidade de processamento na forma de chips, adaptados as condições de cultivo de primavera e outono do Rio Grande do Sul. Tubérculos de 21 clones produzidos durante a primavera de 2006 e outono de 2007 e armazenados a 10°C e 20°C foram avaliados para dormência e qualidade de processamento. A avaliação da dormência foi realizada pela porcentagem de tubérculos brotados, o número de brotos por tubérculo, o número de dias até 80% de tubérculos brotados e a perda de massa fresca. A qualidade de processamento foi avaliada a partir das determinações de açúcares redutores, matéria seca, amido, amilose e coloração dos chips. Todas as avaliações foram realizadas aos 0, 30, 60 e 90 dias após o período da cura dos tubérculos. Foram selecionados grupos distintos de clones na primavera e no outono, porém os clones SMA508-2, SMA508-4 e SMA519-1 foram superiores em ambos os cultivos. Tubérculos produzidos durante o outono apresentaram maior período de dormência e menores teores de matéria seca e amido. A temperatura de armazenamento afetou a qualidade pós-colheita dos tubérculos e o período de dormência. Tubérculos produzidos no outono e armazenados a 10°C apresentaram maiores teores de açúcares redutores e redução dos teores de amilose, porém quando produzidos na primavera apresentaram menor teor de matéria seca e escurecimento dos chips. Essa temperatura de armazenamento foi eficiente em diminuir a porcentagem de tubérculos brotados e a perda de massa fresca em ambos os cultivos. A temperatura de armazenamento afetou a seleção de clones, sendo que o clone SMA519-1 combinou o maior percentual de caracteres de qualidade em ambas as temperaturas de armazenamento e épocas de cultivo. Tubérculos produzidos na primavera e armazenados a 10°C proporcionaram os maiores ganhos indiretos de seleção para os caracteres de qualidade de processamento, no entanto, os maiores ganhos de seleção para curta dormência foram obtidos quando os tubérculos foram produzidos durante o outono. Palavras-chaves: batata, *Solanum tuberosum*, seleção, matéria seca, açúcares redutores, dormência.

## **ABSTRACT**

Master Thesis  
Graduate Program of Agronomy  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **SELECTION OF POTATO CLONES WITH SHORT DORMANCY, HIGH PROCESSING QUALITY AND ADAPTED TO SPRING AND AUTUMN GROWN SEASONS**

AUTOR: DOUGLAS RENATO MÜLLER

ADVISOR: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN

Date and Place of Defense: Santa Maria, February 25<sup>th</sup>, 2008.

Selection of potato clones might be done during spring and autumn grown seasons of Rio Grande do Sul (RS). These grown seasons have contrasting conditions of temperature, photoperiod and solar irradiation, which may affect tuber dormancy and chip processing quality. The objectives of this work were to identify potato clones with short dormancy, high chip quality and adaptation to spring and autumn grown conditions of RS. Tubers of 21 clones were produced during spring 2006 and autumn 2007. Tubers were left 15 days for healing, stored at 10°C and 20°C and evaluated. Dormancy evaluation was based upon percentage of sprouted tubers, number of sprouts per tuber, period (days) to 80% of sprouted tubers and fresh weight loss. Chip quality was evaluated as reduced sugars, dry mass, starch and amylase contents and chip color. All evaluations were done at 0, 30, 60 and 90 days of storage. Different group of clones were selected considering spring and autumn conditions, but SMA508-2, SMA508-4 and SMA519-1 had good performance in both seasons. Tubers produced during autumn season showed higher dormancy period and lower dry mass and starch contents than those of spring season. Storage temperature affected tuber quality and dormancy period. Tubers produced during autumn season and stored at 10°C had higher reduced sugars and lower amylase than those of spring season; however, tubers produced during spring season had lower dry matter and darker chips. The storage temperature of 10°C reduced the percentage of sprouted tubers and fresh weight losses of both grown seasons. Clonal selection depended upon storage temperature and the clone SMA519-1 had the best combination of chip quality traits in both season and storage temperature conditions. Tubers produced during spring season and stored at 10°C resulted in the highest selection gain for processing quality, but selection gain for short dormancy was maximized when tubers were produced during autumn season.

Key words: potato, *Solanum tuberosum*, selection, dry matter, reduced sugars, dormancy.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

TABELA 1 – Teores de açúcares redutores na matéria seca, coloração dos chips e matéria seca de clones de batata produzidos na primavera e no outono. Santa Maria, RS.....	32
TABELA 2 – Teores de amido e amilose na matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e no outono. Santa Maria, RS.....	33
TABELA 3 – Classificação de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono em relação a cinco caracteres de qualidade para o processamento industrial, com os valores relativos ao índice de postos de MULAMBA & MOCK (1978). Santa Maria, RS...	34
TABELA 4 – Média dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) e ganhos indiretos de seleção (GS) no índice obtido com base na soma de postos, para cinco caracteres avaliados em tubérculos de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono. Santa Maria, RS.....	35

### CAPÍTULO II

TABELA 1 – Valores médios da área abaixo da curva de progressão do teor de açúcares redutores, coloração dos chips, matéria seca, amido e amilose dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.....	47
TABELA 2 – Área abaixo da curva de progressão dos teores de açúcares redutores, coloração dos chips e porcentagem de matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.....	48
TABELA 3 – Área abaixo da curva de progressão dos teores de açúcares redutores, coloração dos chips e porcentagem de matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.....	49

TABELA 4 – Área abaixo da curva de progressão dos teores de amido e amilose na matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.....	50
TABELA 5 – Área abaixo da curva de progressão dos teores de amido e amilose na matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	51
TABELA 6 – Classificação de 21 clones de batata armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias, na primavera em relação a cinco caracteres de qualidade para o processamento industrial, com os valores relativos ao índice de postos de MULAMBA & MOCK (1978). Santa Maria, RS.....	52
TABELA 7 – Classificação de 21 clones de batata armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias, no outono em relação a cinco caracteres de qualidade para o processamento industrial, com os valores relativos ao índice de postos de MULAMBA & MOCK (1978). Santa Maria, RS .....	53
TABELA 8 – Média da progressão dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) e ganhos indiretos de seleção (GS) no índice obtido com base na soma de postos, para cinco caracteres avaliados em tubérculos de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	54

### **CAPÍTULO III**

TABELA 1 – Valores médios da área abaixo da curva de progressão do número de brotos por tubérculo e da porcentagem de perda de massa fresca e de tubérculos brotados de clones de batata produzidos na primavera e no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	63
TABELA 2 – Área abaixo da curva de progressão do número de brotos por tubérculo e porcentagem de perda de massa fresca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	64
TABELA 3 – Área abaixo da curva de progressão do número de brotos por tubérculo e porcentagem de perda de massa fresca dos tubérculos de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	65
TABELA 4 – Área abaixo da curva de progressão da porcentagem de tubérculos brotados e o número estimado de dias até 80% de tubérculos brotados de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	66

TABELA 5 – Área abaixo da curva de progressão da porcentagem de tubérculos brotados e o número estimado de dias até 80% de tubérculos brotados de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	67
TABELA 6 – Média da progressão dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) e ganho indireto de seleção (GS), para três caracteres avaliados em tubérculos de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS .....	68

## **ANEXOS**

**ANEXO A** – TABELA 1 – Genealogia dos clones selecionados no Programa de Genética e Melhoramento de Batata da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS ..... 79

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>1.1 História e situação da produção de batata</b> .....	13
<b>1.2 Época de cultivo</b> .....	13
<b>1.3 Desenvolvimento de clones de batata para alta qualidade de processamento industrial na forma de chips</b> .....	14
1.3.1 Teor de matéria seca .....	15
1.3.2 Teor de açúcares redutores .....	15
1.3.3 Coloração dos chips .....	16
1.3.4 Teores de amido e amilose .....	17
<b>1.4 Desenvolvimento de clones de batata para curta dormência</b> .....	19
1.4.1 Idade fisiológica do tubérculo e brotação .....	20
1.4.2 Temperatura de armazenamento e perdas pós-colheita .....	21
<b>1.5 Objetivos</b> .....	22
1.5.1 Objetivos gerais .....	22
1.5.2 Objetivos específicos .....	22
<b>2. CAPÍTULO I – SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL PARA OS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO</b> .....	23
<b>2.1 Introdução</b> .....	23
<b>2.2 Material e métodos</b> .....	24
<b>2.3 Resultados</b> .....	26
<b>2.4 Discussão</b> .....	27
<b>2.5 Conclusões</b> .....	31

<b>3. CAPÍTULO II – TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL PARA OS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 Material e métodos .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3 Resultados .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 Discussão .....</b>	<b>42</b>
<b>3.5 Conclusões .....</b>	<b>46</b>
<b>4. CAPÍTULO III – TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA COM CURTA DORMÊNCIA PARA OS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Introdução .....</b>	<b>55</b>
<b>4.2 Material e métodos .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3 Resultados .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4 Discussão .....</b>	<b>59</b>
<b>4.5 Conclusões .....</b>	<b>62</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 – História e situação da produção de batata

O cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.) tem cerca de dois mil anos e sua origem pode ser rastreada no Peru, onde servia de alimento de subsistência (FRANCO et al., 2002). Originária das regiões altas da Cordilheira do Andes na América do Sul, em estado silvestre ou semi-silvestre está adaptada para dias curtos e variações acentuadas de temperatura durante o dia e a noite (SOUZA, 2003). Quando os colonizadores espanhóis chegaram já encontraram a batata sendo cultivada e distribuída na América do Sul e Central. No século XVI, a batata foi levada para a Europa onde foi adaptada e, posteriormente, disseminada para outras regiões do mundo. Atualmente, as principais cultivares comerciais de batata plantadas no Brasil foram selecionadas na Europa e na América do Norte, sob condições de dias longos e clima temperado (SOUZA, 2003).

A batata é o quarto cultivo em importância no mundo. No Brasil é a hortaliça cultivada mais importante, sendo produzidas anualmente cerca de 3,15 milhões de toneladas, em uma área de aproximadamente 140,8 mil ha. As regiões de maior produção são Sudeste (1,73 milhões de toneladas) e Sul (1,02 milhões de toneladas). Entre os principais Estados produtores estão Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, os quais correspondem a mais de 83% da produção nacional (IBGE, 2008). A cadeia produtiva da batata envolve, na região Sul, considerável volume de recursos e mão-de-obra, estimando-se que 25 mil famílias ocupam-se diretamente na produção (PEREIRA & DANIELS, 2003). No entanto, a produtividade nessa região, de 16,8t ha<sup>-1</sup>, é inferior a média nacional, de 22,3t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2008).

No Rio Grande do Sul, a área plantada com batata é de 24.160 ha, sendo a produção concentrada nas regiões Sul, Central e Norte/Nordeste, onde a batata constitui-se no principal cultivo ou tem grande participação na renda familiar, uma vez que cerca de 70% das lavouras apresentam caráter comercial (FIOREZE, 2003).

### 1.2 – Época de cultivo

Nas principais regiões produtoras de batata do Rio Grande do Sul, o cultivo pode ser realizado em duas épocas do ano, primavera e outono (BISOGNIN, 1996). O cultivo de

primavera é caracterizado por fotoperíodo, temperatura e radiação solar crescentes. Essa condição ambiental é favorável a cultura da batata, pois em regiões como o Rio Grande do Sul, a produção de hortaliças no outono e na primavera é limitada principalmente pela disponibilidade de radiação solar (ANDRIOLO, 1999). O plantio de primavera é realizado no final do inverno. Nesse período ocorre a emergência da batata e inicia-se o desenvolvimento vegetativo onde a demanda por carboidratos acompanha o progressivo aumento da disponibilidade de radiação solar. Ou seja, na fase de enchimento dos tubérculos (início da tuberização ao início da senescência) a disponibilidade de radiação solar é compatível com a crescente demanda da planta por fotoassimilados para o crescimento dos tubérculos. Já no cultivo de outono, as condições ambientais são contrárias às do cultivo de primavera. Nesse cultivo, a fase vegetativa anterior a tuberização é acompanhada por uma alta disponibilidade de radiação solar, porém essa radiação é pouco aproveitada devido à reduzida área foliar. No final da fase de tuberização, que ocorre no final do outono, a radiação solar atinge níveis limitantes ao crescimento da cultura. Isso faz com que o crescimento potencial dos tubérculos não seja atingido no cultivo de outono, levando a colheita de tubérculos ainda imaturos quando comparado a tubérculos produzidos no cultivo de primavera, o que pode influenciar a qualidade de processamento e o período de dormência dos mesmos.

### **1.3 – Desenvolvimento de clones de batata para alta qualidade de processamento industrial na forma de chips**

Apesar de existir uma história de produção nacional, a cultura da batata caracteriza-se por uma grande dependência de cultivares desenvolvidas em outros países, pouco adaptadas às condições de cultivo do Brasil. As cultivares nacionais apresentam maior produtividade do que a maioria das cultivares importadas (SILVA et al., 1992), entretanto apresentam caracteres que limitam a aceitação em grandes mercados consumidores como cor da casca, aparência e qualidade de tubérculo.

A falta de matéria prima de qualidade e em quantidades adequadas tem levado a indústria de processamento à importação, principalmente de batata pré-frita e congelada (VENDRUSCOLO, 1998). Esse mercado poderia ser suprido por cultivares de alta qualidade de processamento adaptadas às condições brasileiras de cultivo, uma vez que há uma crescente demanda por produtos industrializados à base de batata (ZORZELLA et al., 2003a).

Entre os principais caracteres de qualidade desejáveis em tubérculos destinados ao processamento industrial estão os teores de matéria seca, açúcares redutores, amido, amilose e

a coloração dos chips, que determinam tanto o rendimento quanto a qualidade do produto processado.

### 1.3.1 – Teor de matéria seca

A matéria seca dos tubérculos está estreitamente relacionada à gravidade específica (LULAI & ORR, 1979, OLIVEIRA et al., 2006). Dentre os caracteres que influenciam a qualidade de tubérculos para a industrialização, o teor de matéria seca está associado ao rendimento e a qualidade do produto processado, por determinar a absorção de gordura durante a fritura, a textura e a qualidade do produto final (SILVA, 1991; CAPEZIO et al., 1992/93; FELTRAN et al., 2004). Durante o processamento, tanto na forma de chips quanto de palitos, ocorre uma desidratação dos tubérculos, portanto, um maior teor de matéria seca significa menor conteúdo de água a ser evaporada e maior é o rendimento do produto processado (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979). Batatas destinadas ao processamento na forma de chips devem apresentar teores de matéria seca superiores a 20% para que se tenha uma boa qualidade do produto processado (BRODY, 1969; OLIVEIRA, et al., 2006).

A produção total de matéria seca depende da taxa de fotossíntese e do período de crescimento da planta (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979). O diferimento na data de emissão do tubérculo diminui o período de tempo disponível para atingir o crescimento potencial (MELO, 1997). Conseqüentemente, os tubérculos emitidos tardiamente chegam ao final do ciclo da cultura imaturos e com baixo teor de matéria seca. Por isso, cultivares de ciclo tardio apresentam, em geral, maior teor de matéria seca (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979), porém esse teor também é influenciado pelas condições de cultivo, solo, adubação, irrigação e estágio de maturação dos tubérculos (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; MELO, 1997). O máximo teor de matéria seca nos tubérculos é obtido quando ocorre a senescência natural das plantas (MELO, 1997), ou seja, qualquer estresse que resulte na morte prematura da parte aérea afeta o teor de matéria seca dos tubérculos e aumenta a porcentagem de tubérculos imaturos.

### 1.3.2 – Teor de açúcares redutores

Os teores mais baixos de açúcares redutores são alcançados somente quando as hastes estão completamente secas, sendo que todos os fatores que atrasam a senescência das plantas contribuem para o aumento do teor de açúcares redutores nos tubérculos (MELO, 1997). O

maior teor de açúcares durante o crescimento e desenvolvimento dos tubérculos ocorre quando a taxa de transporte dos assimilados das folhas excede a taxa de conversão desses assimilados em amido. Portanto, os menores teores de açúcares redutores são obtidos em tubérculos completamente maduros (STARK et al., 2003; DRISKILL Jr. et al., 2007).

Além de variar entre cultivares e com o grau de maturidade, os tubérculos quando armazenados em baixa temperatura ( $< 5^{\circ}\text{C}$ ) acumulam açúcares redutores (FONTES & FINGER, 2000; ZORZELLA, et al., 2003b), devido ao adoçamento induzido pelo frio e, posteriormente, ao adoçamento senescente (HERTOG et al., 1997). Portanto, o processo de acúmulo de açúcares é afetado pela temperatura de armazenamento e pela idade fisiológica do tubérculo. Esse adoçamento, no entanto, estaria relacionado com a seletividade da membrana do amiloplasto. Em algumas cultivares, o armazenamento a baixas temperaturas por longos períodos afeta a seletividade da membrana, o que promove o contato entre os açúcares redutores e as enzimas (BACARIN et al., 2005). Dessa forma, as cultivares podem ser agrupadas como sensíveis ao frio, quando apresentam alta acumulação de açúcares e como tolerantes ao frio, quando apresentam baixa acumulação de açúcares durante o armazenamento refrigerado (BLENKINSOP et al., 2002).

O adoçamento por baixas temperaturas resulta no acúmulo de metabólitos pela quebra da molécula de amido, principalmente em sacarose e açúcares redutores (glicose e frutose) (MARANGONI et al., 1997; COELHO et al., 1999). Esses servem como substrato para a Reação de Maillard que ocorre durante a fritura e, portanto, altos níveis de açúcares redutores resultam na produção de chips de cor escura e gosto amargo (BLENKINSOP et al., 2002). Dessa forma, os teores ideais de açúcares redutores para processamento na forma de chips estão entre 10 a 15mg g de matéria seca<sup>-1</sup> (ZORZELLA et al., 2003a). A concentração de açúcares redutores tem sido frequentemente utilizada como indicador quantitativo da aceitabilidade da batata para chips, onde mudanças na concentração de açúcares redutores são o indicativo da coloração dos chips (FICK & BROOK, 1999; DRISKILL Jr. et al., 2007).

### 1.3.3 – Coloração dos chips

A coloração de chips, influenciada principalmente pelo teor de açúcares redutores, é o fator determinante para a aceitação de uma cultivar destinada ao processamento na forma de chips (FICK & BROOK, 1999; HAYES & THILL, 2003; DRISKILL Jr. et al., 2007). Além da coloração aceitável, a indústria de processamento busca cultivares capazes de manter essa coloração mesmo em baixas temperaturas de armazenamento (LYNCH et al., 2003), que é a

condição onde a perda de massa fresca, atividade de patógenos e respiração são minimizadas. Entretanto, o armazenamento a baixas temperaturas promove o acúmulo de açúcares redutores em cultivares sensíveis, o que resulta na produção de chips de coloração escura.

A coloração dos chips pode ser analisada visualmente, com auxílio de escalas padrões ou escalas descritivas como a tabela de cores da “Potato Chip and Snack Food Association” dos Estados Unidos (1-clara, 5-escura), por exemplo. Outra forma de avaliação da coloração dos chips é a utilização de métodos objetivos, com o auxílio de equipamentos específicos para a iluminação da amostra do produto e para a medição da energia luminosa refletida ou transmitida pela sua superfície, relacionando-a com aquele padrão de referência (CHITRRA & CHITARRA, 2005). Nesse sentido, o colorímetro tem sido frequentemente utilizado e se baseia no sistema  $L^*a^*b^*$  que é padrão internacional para medições da cor desenvolvido pela CIE (Comission International de l’Eclairage) (CHITRRA & CHITARRA, 2005). Esse sistema tem sido amplamente utilizado, com os valores de coloração dos chips medidos em escala  $L^*$  que varia do preto ao branco. Com base nesse sistema, COLEMAN (2003) propôs uma classificação onde a coloração após a fritura com  $L^* < 55$  é inaceitável,  $L^* \geq 55$  e  $\leq 70$  é aceitável e  $L^* > 70$  é de alta qualidade.

#### 1.3.4 – Teores de amido e amilose

O amido é o produto final do processo fotossintético e a reserva de carbono das plantas (FRANCO et al., 2002; TAIZ & ZEIGER, 2006). Sua formação ocorre devido à atividade combinatória de algumas enzimas, tanto nas organelas fotossinteticamente ativas, onde o amido é reserva temporária, quanto nos amiloplastos de órgãos de reserva (FRANCO et al., 2002). O amido é produzido diariamente pelos cloroplastos, no entanto, o armazenamento no amiloplasto ocorre durante um período que pode ser de dias a semanas (ELLIS et al., 1998). O amido, uma vez armazenado, é novamente remobilizado durante a germinação das sementes ou, no caso da batata, durante a brotação dos tubérculos.

Em tubérculos de batata, o amido constitui-se na principal fonte de reserva, representando 60 a 80% da matéria seca (FONTES & FINGER, 2000). A deposição dos grãos de amido nos amiloplastos decorre da transformação da sacarose, glicose e maltose em amilose e amilopectina (FONTES & FINGER, 2000), que são os dois principais constituintes do amido (ELLIS et al., 1998). A amilose é um polissacarídeo linear de (1→4)- $\alpha$ -D-glucose e a amilopectina é uma molécula ramificada, onde cadeias de (1→4)- $\alpha$ -D-glucana são conectadas por ligações  $\alpha(1\rightarrow6)$  (FRANCO et al., 2002; LEONEL, 2005; LIU et al., 2007).

Há indícios de que a amilose é sintetizada antes da amilopectina, servindo como sua precursora (FERRI, 1985). A funcionalidade do amido é, em grande parte, dependente dessas duas macromoléculas. Em batata, o amido é constituído por aproximadamente 20% de amilose e 80% de amilopectina, contudo, o estágio de desenvolvimento da planta, a cultivar e as condições de cultivo afetam essa proporção (ELLIS et al., 1998; FRANCO et al., 2002; SINGH et al., 2003; NODA et al., 2004; LEONEL, 2005). Alto teor de amilose é desejado quando o produto necessita ser crocante e resistente, como no caso de processamento na forma de chips. No entanto, a amilopectina permite uma melhor manutenção da pasta, que resiste aos tratamentos suplementares como o corte e a secagem, por ser menos resistente que a amilose (FRANCO et al., 2002).

Há diferenças nas propriedades físico-químicas de grânulos de amido, não só em plantas de diferentes espécies como também em diferentes cultivares de uma mesma espécie. Essas variações podem ser decorrentes das condições climáticas, genótipo e atividade diferenciada das enzimas envolvidas na rota metabólica de síntese do amido (ELLIS et al., 1998; FRANCO et al., 2002). Essas diferenças não ocorrem somente em relação a proporção de amilose e amilopectina, mas também quanto ao tamanho dos grânulos e a presença de compostos, como os lipídeos e o conteúdo de fósforo (ELLIS et al., 1998).

As indústrias são as maiores consumidoras de amido nos países desenvolvidos, sendo que as de alimentos processados empregam amido para os mais diversos fins, como espessantes em sopas, caldos e molhos de carne, ligante em embutidos de carne, formadores de gel em balas e pudins, entre outros. Já as indústrias têxteis garantem fios mais resistentes com goma de amido e as indústrias de papel utilizam o amido como adesivo das fibras de celulose. O amido também é usado na elaboração de compostos farmacêuticos, na produção de resinas naturais e na elaboração de materiais termoplásticos biodegradáveis, além de poder ser empregado na produção de alcoóis finos e álcool carburante (ELLIS et al., 1998; FRANCO et al., 2002). O crescimento do consumo de congelados e alimentos prontos e semi-prontos faz parte de uma mudança de hábito do consumidor. Com o crescimento de venda desses alimentos, o setor alimentar vai necessitar cada vez mais de amidos modificados ou de amidos nativos com características específicas (FRANCO et al., 2002). No caso do processamento de batata na forma de chips, altos teores de amilose são desejáveis por aumentar a crocância e a resistência dos mesmos.

#### 1.4 – Desenvolvimento de clones de batata para curta dormência

Em sementes verdadeiras, após a maturação ocorre uma rápida redução no teor de água para reduzir a atividade metabólica, de modo a evitar a germinação ainda no fruto, preservar as reservas acumuladas e, conseqüentemente, a qualidade (DIAS, 2002). Em órgãos de reserva como os tubérculos de batata, a estratégia principal para a redução da atividade metabólica associada à brotação está sob controle hormonal, o que proporciona um período de dormência em que a atividade metabólica encontra-se em baixos níveis para garantir reservas para promover o crescimento dos brotos.

Um caracter comum em clones ou cultivares de batata desenvolvidas para outras condições edafocológicas de cultivo é a presença de um longo período de dormência. Embora a dormência dos tubérculos seja considerada uma vantagem para o armazenamento do produto, a falta de brotação da batata-semente é prejudicial nas regiões onde se realiza mais de um cultivo por ano (PÓGI & BRINHOLI, 1995), como é o caso do Rio Grande do Sul. O plantio de tubérculos dormentes implica em uma emergência tardia e desuniforme das plantas, dificultando os tratos culturais e reduzindo a produtividade em relação ao potencial da cultivar (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; BISOGNIN et al., 2006).

A dormência pode ser definida como o estágio fisiológico no qual o crescimento do broto não será induzido mesmo em condições ambientais ideais (FONTES & FINGER, 1999). É um processo influenciado pelo balanço hormonal entre promotores e inibidores do crescimento (BISOGNIN, 1996), sendo um caráter da cultivar e influenciado pela maturidade dos tubérculos, temperatura de armazenamento, infecção por patógenos, tamanho dos tubérculos e fotoperíodo durante o crescimento da planta (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; ITTERSUM et al., 1993; FONTES & FINGER, 2000). Em geral, tubérculos imaturos apresentam maior período de dormência quando comparado a tubérculos maduros, no entanto, a extensão de como a maturidade dos tubérculos afeta o armazenamento também depende da cultivar (DRISKILL Jr. et al., 2007). Devido ao estado metabolicamente ativo dos tubérculos em dormência, esses estão mais sujeitos ao efeito de fatores físicos, particularmente a temperatura, que é o fator mais importante que afeta a dormência (WILTSHIRE & COBB, 1996), e, em conseqüência, o avanço da idade fisiológica.

#### 1.4.1 – Idade fisiológica do tubérculo e brotação

A partir do momento em que o tubérculo deixa de receber nutrientes da planta, o mesmo passa a apresentar características próprias conforme a idade fisiológica (SOUZA, 2003), que é influenciada pelas condições de cultivo. Altas temperaturas durante o período de crescimento dos tubérculos levam a um avanço na idade fisiológica e, conseqüentemente, ao avanço da maturidade (CALDIZ et al., 2001). Tubérculos imaturos apresentam, em geral, maior período de dormência do que tubérculos maduros (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; ITTERSUM et al., 1993; PÓGI & BRINHOLI, 1995).

A idade fisiológica pode ser definida pelo avanço nos processos fisiológicos dos tubérculos, que após a colheita podem ser divididos em dormência, dominância apical, plena brotação e senescência (BISOGNIN, 1996; SOUZA, 2003). O final do período de dormência dos tubérculos é caracterizado pelo início da brotação, onde se observa, em algumas cultivares, a dominância apical, caracterizada pelo crescimento da gema apical e inibição da brotação das gemas laterais. O plantio de tubérculos nesse estágio de brotação leva a uma lavoura com poucas hastes, reduzindo a produtividade (HIRANO, 2003; BISOGNIN et al., 2006). Quando a gema apical é removida ou atenuada a dominância apical, ocorre o estímulo da brotação das gemas laterais (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979). A plena brotação é caracterizada pelo desenvolvimento da maioria dos brotos até a ramificação dos mais velhos (FONTES & FINGER, 1999). Esse é considerado o momento ideal para o plantio dos tubérculos (HIRANO, 2003; BISOGNIN et al., 2006), pois a partir da plena brotação já começa a ocorrer perda de turgescência. A senescência é a fase em que a batata-semente já perdeu a capacidade de emitir brotações vigorosas. Ocorre uma ramificação intensa dos brotos, que leva ao esgotamento rápido das reservas dos tubérculos resultando em um aspecto murcho (BISOGNIN, 1996; SOUZA, 2003).

A idade fisiológica do tubérculo-semente também influencia a qualidade da lavoura. Plantas oriundas de batata-semente fisiologicamente velhas têm o início da tuberização antecipado, e, dessa forma, a acumulação de amido e matéria seca também são influenciadas pela idade fisiológica dos tubérculos-semente (CALDIZ et al., 1996). Uma das formas de manejo, tanto no sentido de retardar ou adiantar a idade fisiológica dos tubérculos, é a temperatura de armazenamento. O armazenamento a 17°C por quatro semanas antes do plantio resultou em tubérculos com idade fisiológica mais avançada do que aqueles armazenados a 4°C pelo mesmo período (CALDIZ et al., 2001).

#### 1.4.2 – Temperatura de armazenamento e perdas pós-colheita

Tubérculos destinados ao plantio necessitam, além de boa sanidade, terem superado o período de dormência de modo a se obter uma lavoura mais uniforme. Quando destinados ao consumo, um longo período de dormência é desejado, uma vez que durante esse período os processos fisiológicos dos tubérculos encontram-se no menor nível e o consumo de carboidratos, respiração e a conseqüente perda de massa fresca são minimizados. Nesse caso, o crescimento dos brotos é indesejado, pois causa excessivas perdas de água por transpiração, além do incremento da atividade respiratória e consumo de carboidratos (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979). Desse modo, a temperatura de armazenamento pode ser utilizada como forma de manejo para antecipar ou retardar a quebra da dormência.

Tubérculos de batata apresentam em média 80% de água. Portanto, a maior perda durante o armazenamento é de água, que pode representar até 98% da perda total de massa (FONTES & FINGER, 2000). A umidade relativa da atmosfera interna de praticamente todas as frutas e hortaliças é de 99%, enquanto que a externa é sempre menor (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Portanto, o produto perde naturalmente água por evaporação para a atmosfera, que é potencializada quando os tubérculos apresentam a casca imatura, ferimentos ou iniciaram a brotação (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; PÓGI & BRINHOLI, 1995; HIRANO, 2003). O crescimento dos brotos induz a transpiração, o que promove maiores perdas de massa fresca. No entanto, parte dessa perda de massa fresca pode ser minimizada pelo abaixamento da temperatura de armazenamento, que atrasa a idade fisiológica dos tubérculos e minimiza a respiração e a atividade dos patógenos (LYNCH et al., 2003; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Independente da temperatura, a respiração sempre ocorre para manter a atividade celular (FREITAS, 2006). Outros fatores que afetam a taxa respiratória são a maturidade dos tubérculos, a ocorrência de ferimentos e o conteúdo de açúcares redutores (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979). Tubérculos imaturos, danificados ou que iniciaram o processo de brotação apresentam maiores taxas respiratórias do que tubérculos sadios e maduros (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979).

O armazenamento, portanto, torna-se de grande importância para a manutenção da dormência e da qualidade dos tubérculos durante o período de pós-colheita, além de permitir uma distribuição mais uniforme da oferta ao longo do ano e, no caso de tubérculos-semente, sincronizar a brotação com a época mais adequada para o plantio. Portanto, o conhecimento da resposta de cada cultivar à temperatura de armazenamento e sua interação com a época de

cultivo, principalmente em regiões onde ocorrem em condições distintas de temperatura, fotoperíodo e radiação solar, é necessário para o adequado manejo pós-colheita dos tubérculos, tanto para o consumo quanto para semente. Uma dificuldade é que as condições que favorecem o armazenamento de tubérculos para semente geralmente são inadequadas àquelas para consumo.

## **1.5 – Objetivos**

### **1.5.1 – Objetivos gerais**

Os objetivos deste trabalho foram selecionar clones de batata de curta dormência, alta qualidade de processamento na forma de chips e adaptados as condições de cultivo de primavera e outono da região central do Rio Grande do Sul e avaliar os efeitos da época de cultivo e da temperatura de armazenamento sobre o ganho genético de seleção.

### **1.5.2 – Objetivos específicos**

- Selecionar clones de batata que produzam tubérculos de alta qualidade de processamento industrial na forma de chips nas condições de cultivo de primavera e outono da região central do Rio Grande do Sul;
- Selecionar clones de batata com alta qualidade de processamento industrial na forma de chips que tolerem o armazenamento refrigerado;
- Selecionar clones de batata com curta dormência e adaptados as condições de cultivo de primavera e outono da região central do Rio Grande do Sul;
- Determinar a época de cultivo e a temperatura de armazenamento onde os ganhos genéticos são maximizados, tanto para qualidade de processamento quanto para curta dormência.

## 2. CAPÍTULO I – SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL PARA OS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO

### 2.1 – Introdução

Devido a sua versatilidade gastronômica e tecnológica, a batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, podendo ser utilizada na forma de flocos e granulados, de fritas à francesa e chips, pré-cozidas e congeladas e cozidas e enlatadas (COELHO et al., 1999). A falta de matéria prima de qualidade e em quantidades adequadas tem levado a indústria de processamento à importação de batata pré-frita e congelada (VENDRUSCOLO, 1998). Esse mercado poderia ser suprido por cultivares de alta qualidade de processamento adaptadas as condições brasileiras de cultivo.

Dentre os caracteres que influenciam a qualidade de tubérculos para a industrialização, os teores de matéria seca e açúcares redutores estão associados ao rendimento e a qualidade do produto processado, por determinar a absorção de gordura durante a fritura, a textura e o sabor do produto final (SILVA, 1991; CAPEZIO et al., 1992/93; FELTRAN, et al., 2004). Batatas destinadas ao processamento na forma de chips devem apresentar teores de matéria seca superiores a 20% para uma boa qualidade do produto processado (BRODY, 1969; OLIVEIRA, et al., 2006). No entanto, o teor de matéria seca é influenciado pela cultivar, pelas condições de cultivo e pelo grau de maturidade dos tubérculos, aumentando com o ciclo da planta. Além disso, o teor de matéria seca também pode variar em uma mesma planta, causado pela diferença de época de iniciação dos tubérculos (MELO, 1997).

Os açúcares redutores (glicose e frutose) servem como substrato para a Reação de Maillard que ocorre durante a fritura e, portanto, em altos níveis resultam na produção de chips de cor escura e gosto amargo (COELHO et al., 1999; BLENKINSOP et al., 2002; FELTRAN et al., 2004). O teor de açúcares redutores é o resultado de vários fatores que influenciaram o tubérculo durante o crescimento e desenvolvimento (HERTOG et al., 1997), sendo maior em tubérculos produzidos durante o outono (CHALÁ et al., 2001). Os teores ideais de açúcares redutores para processamento na forma de chips estão entre 10 a 15mg g de matéria seca<sup>-1</sup> (ZORZELLA et al., 2003a).

A coloração de chips, influenciada principalmente pelo teor de açúcares redutores (FELTRAN et al., 2004), é um fator determinante para a comercialização do produto

processado (FICK & BROOK, 1999). Existem vários métodos que são utilizados para medir a coloração de chips, entre eles a tabela de cores da “Potato Chip and Snack Food Association” dos Estados Unidos (1-clara, 5-escuro) e o sistema tridimensional de cores CIE ( $L^*a^*b^*$ ). COLEMAN (2003) propôs uma classificação onde a coloração dos chips após a fritura com  $L^* < 55$  é inaceitável,  $L^* \geq 55$  e  $\leq 70$  é aceitável e  $L^* > 70$  é de alta qualidade.

O amido constitui-se na principal fonte de reserva dos tubérculos de batata, representando entre 60 e 80% da matéria seca (FONTES & FINGER, 2000; FREITAS et al., 2006). A deposição dos grãos de amido nos amiloplastos decorre da transformação da sacarose, glicose e maltose em amilose e amilopectina (FONTES & FINGER, 2000), que são os dois principais constituintes do amido. Em geral, o amido da batata apresenta 20% de amilose e 80% de amilopectina (LEONEL, 2005). Alto teor de amilose é desejado quando o produto necessita ser crocante e resistente (FRANCO et al., 2002), como é o caso do processamento na forma de chips, cujos teores variam com a cultivar e as condições de cultivo (FRANCO et al., 2002; SINGH et al., 2003, NODA et al., 2004).

Tendo em vista que na região central do Rio Grande do Sul a batata é cultivada na primavera e no outono e que a época de cultivo pode afetar os teores de matéria seca, açúcares redutores, amido e amilose e a coloração dos chips, os objetivos deste trabalho foram selecionar clones de batata para processamento industrial na forma de chips para os cultivos de primavera e outono do Rio Grande do Sul.

## **2.2 – Material e Métodos**

Os tubérculos foram produzidos em campo na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), em Júlio de Castilhos, RS. No cultivo de primavera o plantio foi feito em 23 de agosto de 2006 e no outono em 1º de março de 2007. Os tratamentos culturais e o manejo das plantas foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para o cultivo da batata (BISOGNIN, 1996). Dez dias antes da colheita foi realizada a dessecação da parte aérea com Paraquat.

Após a colheita, os tubérculos foram transportados para o Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e submetidos ao processo de cura, que consistiu no armazenamento a 20°C por 15 dias. Após esse período foram determinados os teores de matéria seca, açúcares redutores, amido e amilose e a coloração de chips. O experimento foi conduzido em um fatorial de 21 clones (SMA501-1, SMA502-1, SMA503-1, SMA504-2, SMA505-2, SMA505-3, SMA505-7, SMA506-4, SMA508-2, SMA508-4,

SMA513-2, SMA514-8, SMA514-10, SMA514-11, SMA516-2, SMA517-2, SMA517-3, SMA519-1, SMA520-5, SMIJ461-1 e Asterix) e duas épocas de cultivo (outono e primavera), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A cultivar Asterix, largamente cultivada na região central do RS, e o clone SMIJ461-1, que possui conhecido potencial para processamento na forma de chips (FREITAS et al., 2006), foram utilizados como testemunhas. Neste trabalho a cultivar Asterix também foi considerada como clone para padronizar o texto.

O teor de matéria seca foi determinado através do acondicionamento das amostras dos tubérculos de batata, previamente descascados e picados, em estufa a temperatura de 60°C até obter massa constante entre duas pesagens consecutivas. O teor de açúcares redutores e de amido foi determinado conforme a metodologia de LONG & CHISM (2004) e adaptações propostas por FREITAS et al. (2006). Os teores de amilose foram quantificados através da medida da absorvância do complexo amido-iodo (GILBERT & SPRAGG, 1964), baseado na capacidade da estrutura helicoidal que a amilose tem em formar complexos de inclusão com o iodo. A coloração dos chips foi determinada em três amostras de três tubérculos, da qual se utilizou três fatias transversais e centrais de 2mm de espessura de cada tubérculo. As nove fatias foram fritas em fritadeira industrial a gás (Top Taylor, modelo TTF-35-G) utilizando gordura vegetal hidrogenada na temperatura de 185°C, controlada por termostato, até cessar a borbulha. Cada amostra foi submetida a duas medidas de coloração (colorímetro Minolta, modelo CR310) em um sistema tridimensional de cores CIE ( $L^*a^*b^*$ ), sendo os valores medidos somente na escala L que varia do preto ao branco.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias de clones comparadas pelo teste de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974) e de época de cultivo pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. A identificação dos melhores clones foi realizada com base na soma de postos proposto por MULAMBA & MOCK (1978) e descrito por CRUZ & REGAZZI (1997). Esse índice consiste em classificar os clones em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. As ordens de cada clone foram somadas, resultando em um valor tomado como índice para a seleção dos clones (CRUZ & REGAZZI, 1997). Os caracteres utilizados para a construção das médias do índice foram açúcares redutores, coloração dos chips, matéria seca, amido e amilose. Para açúcares redutores, a ordenação dos clones foi crescente, isto é, a seleção foi para clones com baixo teor de açúcares redutores, enquanto que para os demais caracteres, a ordenação foi decrescente, ou seja, a seleção foi para clones com maiores teores de matéria seca, amido e amilose e coloração dos chips. Clones com somatórios totais de postos menores do que a melhor

testemunha (Asterix ou SMIJ461-1) correspondeu à melhor combinação dos caracteres de qualidade e foram selecionados. O ganho indireto de seleção (GS) representou a diferença entre a média dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) para os cinco caracteres avaliados.

### 2.3 – Resultados

A análise da variância mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para a interação entre clones e época de cultivo para todas as variáveis avaliadas. No cultivo de primavera, os clones SMA513-2 e SMA519-1 apresentaram os menores teores de açúcares redutores e, no outono, os clones SMA519-1, SMA501-1 e SMA520-5 (Tabela 1). Os clones SMA520-5, SMA505-3, SMA505-2, SMA504-2, SMA502-1 e SMA505-7 apresentaram os menores teores de açúcares redutores no cultivo de outono em relação a primavera. Já os clones SMA508-2 e SMA506-4 apresentaram os menores teores de açúcares redutores na primavera em relação ao outono. A coloração mais clara dos chips foi obtida com os clones SMA513-2, SMA519-1, SMA508-2, SMA506-4, SMA514-11 e SMA508-4, no cultivo de primavera, e com o clone SMA513-2, no cultivo de outono. Os clones SMIJ461-1, SMA516-2, SMA514-8, SMA520-5, SMA502-1 e SMA505-7 apresentaram um escurecimento dos chips no cultivo de primavera quando comparado ao de outono.

Tubérculos produzidos durante a primavera apresentaram em média, maiores teores de matéria seca (23,3%) quando comparado ao outono (20,8%), sendo que apenas os clones SMA508-2, SMA503-1, SMA506-4, SMIJ461-1, SMA514-8, SMA517-2, SMA505-3, SMA505-2 e SMA502-1 não diferiram significativamente entre épocas de cultivo (Tabela 2). Os clones SMA519-1, SMA514-10 e SMA508-4 apresentaram os maiores teores de matéria seca nos dois cultivos, não diferindo dos clones SMA508-2 e SMA514-8 no outono.

Os maiores teores de amido foram obtidos com os clones SMA517-2 e SMA508-2, no cultivo de primavera, e com os clones SMA517-2, SMA502-1, SMA514-11 e SMA514-10, no cultivo de outono (Tabela 2). A produção de tubérculos durante a primavera resultou em uma média de  $117,3 \text{ mg g}^{-1}$  de amido na matéria seca superior ao cultivo de outono, sendo que apenas os clones SMA514-11 e SMA514-10 não apresentaram maiores teores de amido na primavera. Tubérculos produzidos na primavera, além de apresentarem maior teor de amido, tiveram em média, 4,6% a mais de amilose do que quando produzidos no outono. No entanto, apenas os clones SMA508-2, SMA513-2, SMA504-2 e SMA508-4 foram afetados pela época de cultivo, apresentando menores teores de amilose no outono. Os clones SMA508-2,

SMA504-2, SMA519-1, SMA505-2, SMA505-3 e SMA508-4 apresentaram os maiores valores de amilose na primavera e o clone SMA517-3 no outono.

Os clones SMA503-1, SMA508-2, SMA508-4, SMA513-2 e SMA519-1, na primavera, e SMA501-1, SMA508-2, SMA508-4, SMA514-8, SMA519-1 e SMA520-5, no outono, resultaram na melhor combinação dos caracteres de qualidade de processamento quando comparados a melhor testemunha (SMIJ461-1) (Tabela 3). A seleção dos clones no cultivo de primavera proporcionou maiores ganhos indiretos de seleção quando comparado ao cultivo de outono para açúcares redutores, coloração dos chips, amido e amilose, sendo que somente para matéria seca o ganho de seleção foi similar em ambos os cultivos (GS% de 7,6 na primavera e 7,4% no outono) (Tabela 4). O maior ganho indireto de seleção foi obtido no cultivo de primavera para a identificação de clones com baixos teores de açúcares redutores (GS de 46,4%).

## 2.4 – Discussão

Com exceção dos clones SMA513-2 e SMA519-1, em ambos os cultivos, e dos clones SMA501-1, SMA514-8, SMA520-5 e SMA505-3, no cultivo de outono, os teores de açúcares redutores encontrados foram maiores do  $15\text{mg g de matéria seca}^{-1}$  preconizados por ZORZELLA et al. (2003a). Apesar dos teores de açúcares redutores estarem normalmente correlacionados com os valores de coloração dos chips (MELO, 1997; COELHO, et al., 1999; FELTRAN et al., 2004), altos teores de açúcares redutores produziram chips de coloração aceitável, o que pode ser explicado pela presença de outros compostos, como os fenóis, que podem influenciar na coloração dos chips (ZORZELLA et al., 2003b; FREITAS et al., 2006; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Isso poderia, em parte, explicar a diferença de valores de coloração dos chips entre os clones SMA514-8 e SMA505-3 no cultivo de outono. Ambos os clones apresentaram teores muito próximos de açúcares redutores, no entanto o clone SMA514-8 apresentou um valor de coloração dos chips de 69,99, enquanto que o clone SMA505-3 de 63,57. Foi verificado em outro conjunto de clones que chips de coloração mais clara somente foi obtido quando os teores de açúcares redutores e de polifenóis totais eram baixos (FREITAS et al., 2006), o que poderia explicar as diferenças de coloração dos chips e de teores de açúcares redutores.

O teor de açúcares redutores depende do clone, das condições de crescimento e desenvolvimento dos tubérculos (O'DONOGHUE, et al., 1996) e do grau de maturidade dos tubérculos (MELO, 1997; BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979). Enquanto os teores mais

elevados de matéria seca dos tubérculos são alcançados um pouco antes da senescência total da planta, os menores teores de açúcares redutores são alcançados somente quando as hastes encontram-se totalmente secas (MELO, 1997). Assim, os teores relativamente altos de açúcares redutores encontrados podem estar associados também a certo grau de imaturidade dos tubérculos, devido à dessecação ser realizada logo após o início da senescência das plantas, o que poderia justificar os teores elevados. Dessa forma, o momento da colheita deve ser considerado na seleção de clones de batata.

A época de cultivo não afetou o teor de açúcares redutores dos clones SMA513-2, SMA519-1, SMA503-1, SMA501-1, SMA514-10, SMA517-3, SMIJ461-1, Asterix, SMA516-2, SMA514-8, SMA517-2, SMA514-11 e SMA508-4, o que é importante quando se buscam clones com potencial de processamento em ambas as condições de cultivo. No entanto, quando o objetivo é a seleção de clones para o processamento na forma de chips, essa menor sensibilidade deve vir acompanhada de baixos teores de açúcares redutores, como é o caso dos clones SMA513-2 e SMA519-1, que além da maior estabilidade entre safras também apresentaram teores aceitáveis pela indústria de processamento. Quando considerados os valores médios de açúcares redutores entre cultivos, observa-se menor teor em tubérculos produzidos no outono, o que não é esperado. Devido às condições ambientais desse cultivo, a produção de tubérculos imaturos é maior e, portanto, apresentariam maior teor de açúcares redutores (MELO, 1997). Isso estaria de acordo com os resultados encontrados para os clones SMA508-2 e SMA506-4, no entanto, em desacordo para com os clones SMA520-5, SMA505-3, SMA505-2, SMA504-2, SMA502-1 e SMA505-7. Essa diferença entre clones poderia estar relacionada à sua origem genética. Enquanto os clones SMA508-2 e SMA506-4 são o resultado de cruzamento envolvendo parentais adaptado às condições de cultivo da região central do Rio Grande do Sul (Asterix e SMINIAiporã, respectivamente), todos os demais clones são de germoplasma oriundo de regiões temperadas (Anexo 1) e portanto adaptados as condições de cultivo que se aproximariam das do cultivo de outono. A maioria dos clones, no entanto, não apresentou diferença entre cultivos, o que é uma característica importante em regiões que apresentam condições ambientais contrastantes, demonstrando menor efeito ambiental na expressão do fenótipo para esse carácter.

A coloração de chips, influenciada principalmente pelo teor de açúcares redutores (FELTRAN et al., 2004), é um fator determinante para a comercialização do produto processado (FICK & BROOK, 1999). Conforme classificação proposta por COLEMAN (2003), com exceção dos clones SMA502-1 na primavera e SMA513-2 no outono, que seriam

classificados como de coloração inaceitável e de alta qualidade, respectivamente, todos os demais clones apresentaram coloração aceitável dos chips.

O teor de matéria seca dos tubérculos além de determinar o rendimento do produto processado, tem influência direta na textura (crocância) e absorção de gordura durante a fritura (FELTRAN et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2006). Com exceção dos clones SMA505-3 no cultivo de primavera e SMA513-2, SMA506-4, SMA517-3, Asterix, SMA501-1 e SMA505-7 no outono, todos os demais apresentaram valores de matéria seca superiores a 20%, o que é considerado como de boa qualidade para o processamento.

Embora a época de cultivo não tenha afetado a matéria seca dos clones SMA508-2, SMA503-1, SMA506-4, SMIJ461-1, SMA514-8, SMA517-2, SMA505-3, SMA505-2, SMA504-2 e SMA502-1, o cultivo de primavera apresentou em média 2,56% a mais de matéria seca quando comparado ao cultivo de outono. O cultivo de outono é caracterizado por altas temperaturas nas fases iniciais de desenvolvimento da batata (emergência – início da tuberização), que vão diminuindo com o avanço do ciclo da cultura. O período de cultivo de outono é mais curto (ZORZELLA et al., 2003b) limitado principalmente pela disponibilidade de radiação solar e baixa temperatura do ar no final do ciclo da cultura (maio-junho). Dessa forma, as condições climáticas durante o outono são menos favoráveis ao acúmulo de amido e matéria seca nos tubérculos, o que é confirmado pelos resultados encontrados. No cultivo de primavera, as condições climáticas de temperatura, radiação solar e fotoperíodo são mais propícias ao crescimento dos tubérculos (FONTES & FINGER, 1999).

As distintas condições climáticas entre os cultivos podem, assim, explicar os maiores teores de amido encontrados em tubérculos cultivados durante a primavera, que apenas não foram diferentes para os clones SMA514-10 e SMA514-11, o que concorda com os resultados de FREITAS et al. (2006). Como o amido é o principal componente da matéria seca dos tubérculos (FONTES & FINGER, 2000), qualquer fator que leve a um menor acúmulo também resultará em menores porcentagens de matéria seca. No entanto, neste trabalho os teores de amido variaram mais do que os teores de matéria seca entre épocas de cultivo.

Os teores de amilose variaram no cultivo de primavera de 22,8 a 37,8%, respectivamente para os clones SMA501-1 e SMA508-4, e no cultivo de outono de 22,1 a 33,4%, respectivamente para os clones SMA517-2 e SMA517-3. Os teores de amilose encontrados foram superiores a média de 20% descritos por LEONEL (2005). No entanto, o estágio de desenvolvimento da planta é um dos fatores que pode influenciar esta porcentagem (LEONEL, 2005), além das condições de cultivo (FRANCO et al., 2002; SINGH et al., 2003, NODA et al., 2004). Os clones SMA508-2, SMA513-2, SMA504-2 e SMA508-4 diferiram

entre cultivos, no entanto, na média dos clones, as condições ambientais de primavera proporcionaram maiores teores de amilose (31,6%) quando comparado ao cultivo de outono (27,1%).

No melhoramento de plantas a seleção de clones que combinem o maior número de caracteres desejáveis muitas vezes é dificultado pelo grande número de genótipos avaliados. Dessa forma, a classificação dos clones pode ser uma ferramenta de auxílio na seleção de plantas (COSTA et al., 2004; PAIVA et al., 2007). A partir da metodologia proposta por MULAMBA & MOCK (1978), pode-se observar que a possibilidade da seleção em duas condições ambientais distintas de temperatura, radiação solar e fotoperíodo levam a seleção de diferentes conjuntos de clones (Tabela 3). Isso indica que para cada época de cultivo seriam selecionados diferentes clones com desempenho adequado, o que não é interessante quando são efetuados dois cultivos anuais. Dessa forma, os clones SMA503-1, SMA508-2, SMA508-4, SMA513-2 e SMA519-1 seriam selecionados na primavera por apresentarem melhor combinação dos caracteres de qualidade quando comparado a melhor testemunha. Porém, somente os clones SMA508-2, SMA508-4 e SMA519-1 também apresentaram bom desempenho no outono e poderiam ser indicados para o cultivo tanto na primavera quanto no outono.

A seleção dos clones no cultivo de primavera proporcionou maiores ganhos indiretos de seleção (73,6%) quando comparado ao cultivo de outono (17,0%). A seleção indireta pode promover maiores ganhos que a direta se o caráter auxiliar apresentar maior herdabilidade que o principal, e se a correlação genética entre ambos for positiva e de alta magnitude (FALCONER, 1987). Em soja, COSTA et al. (2004) obtiveram maiores ganhos indiretos para a maioria dos caracteres do que os obtidos pela seleção direta, sendo as estimativas de ganhos totais superiores quando utilizaram o índice de MULAMBA & MOCK (1978). Dessa forma, a utilização dos índices mostra-se vantajosa em relação à seleção direta, uma vez que possibilita ganhos mais distribuídos em todos os caracteres avaliados. Além disso, o melhorista pode especificar diferentes pesos aos caracteres avaliados, fazendo com que clones com melhores classificações em caracteres mais importantes sejam beneficiados no somatório final. Assim, tem-se que  $I = p_1r_1 + p_2r_2 + \dots + p_n r_n$ , em que  $p_j$  é o peso econômico atribuído pelo usuário ao  $j$ -ésimo caráter (COSTA et al., 2004), o que pode ser explorado em trabalhos futuros.

Pela análise da seleção indireta aqui considerada, pode-se observar que, com exceção do amido no outono que teria na população selecionada média inferior à população original, em todos os demais caracteres teriam-se ganhos de seleção. No entanto, quando comparados

os cultivos, observam-se maiores ganhos indiretos na seleção de clones no cultivo de primavera. Dessa forma, a identificação de clones com potencial de processamento na forma de chips é muito mais eficaz quando a seleção é realizada no cultivo de primavera devido a esse cultivo proporcionar a maior expressão fenotípica dos caracteres selecionados. A combinação de qualidade de processamento e adaptação contribuirá para a redução da dependência brasileira por cultivares estrangeiras e da importação de batata minimamente processada.

## **2.5 – Conclusões**

A seleção de clones de batata para processamento industrial na forma de chips em condições ambientais distintas leva a seleção de diferentes conjuntos de clones;

Os clones SMA508-2, SMA508-4 e SMA519-1 combinaram o maior percentual de caracteres de qualidade em ambos os cultivos; e

A magnitude do ganho de seleção depende da época de cultivo dos clones avaliados, sendo que o maior ganho é obtido na primavera.

**Tabela 1** – Teores de açúcares redutores na matéria seca, coloração dos chips e matéria seca de clones de batata produzidos na primavera e no outono. Santa Maria, RS.

Clones	Açúcares redutores (mg g de MS <sup>-1</sup> )		Coloração dos chips (L <sup>1</sup> )		Matéria seca (%)	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMA513-2	11,57 A a <sup>2</sup>	12,38 A b	66,40 A a	72,62 A a	25,26 A b	19,77 B c
SMA519-1	13,10 A a	9,33 A a	68,50 A a	66,75 A c	26,27 A a	22,93 B a
SMA508-2	17,41 B b	39,83 A i	66,49 A a	67,61 A c	25,11 A b	23,16 A a
SMA503-1	18,05 A b	23,65 A e	64,57 A b	66,98 A c	23,34 A c	21,10 A b
SMA501-1	18,38 A b	9,35 A a	62,68 A b	66,91 A c	24,46 A b	21,64 B b
SMA506-4	19,18 B b	37,19 A h	66,06 A a	65,97 A c	21,51 A e	19,29 A c
SMA514-10	20,57 A b	30,38 A g	63,32 A b	65,14 A c	25,68 A a	22,02 B a
SMA517-3	22,43 A c	16,94 A c	58,41 A c	59,69 A e	21,45 A e	17,21 B d
SMIJ461-1	22,77 A c	18,67 A c	61,72 B c	68,56 B b	23,56 A c	21,39 A b
Asterix	23,10 A c	19,77 A d	59,91 A c	64,88 A c	23,07 A c	19,35 B c
SMA516-2	23,80 A c	25,92 A f	55,87 B d	65,41 A c	23,16 A c	20,18 B c
SMA514-8	24,73 A c	13,78 A b	62,55 B b	69,99 A b	22,76 A d	22,06 A a
SMA517-2	25,49 A c	18,15 A c	60,42 A c	65,98 A c	23,61 A c	21,56 A b
SMA514-11	26,94 A d	17,84 A c	68,13 A a	67,67 A c	24,79 A b	20,48 B b
SMA520-5	28,85 A d	10,66 B a	61,29 B c	66,70 A c	24,89 A b	21,15 B b
SMA508-4	28,94 A d	35,96 A h	68,88 A a	68,42 A b	25,44 A a	22,33 B a
SMA505-3	34,82 A e	13,86 B b	57,66 A d	63,57 A d	19,12 A g	20,89 A b
SMA505-2	34,92 A e	19,99 B d	63,42 A b	65,14 A c	22,28 A d	21,03 A b
SMA504-2	40,18 A f	26,73 B f	57,12 A d	58,06 A e	20,88 A f	20,44 A b
SMA502-1	40,38 A f	15,49 B c	54,11 B d	62,53 A d	20,25 A f	18,08 A d
SMA505-7	52,07 A g	16,62 B c	58,65 B c	67,10 A c	22,62 A d	19,65 B c
Média	26,08	20,59	62,20	65,98	23,31	20,75
CV%	10,58	8,02	3,14	2,19	2,33	4,21

<sup>1</sup> Escala que varia do preto ao branco, sendo que valores mais altos indicam coloração mais clara.

<sup>2</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de épocas de cultivo pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2** – Teores de amido e amilose na matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e no outono. Santa Maria, RS.

Clones	Amido (mg g de MS <sup>-1</sup> )		Amilose (%)	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMA517-2	825,26 A a <sup>1</sup>	666,79 B a	27,61 A c	22,08 A e
SMA508-2	809,10 A a	631,88 B b	36,12 A a	28,44 B c
SMA501-1	771,39 A b	569,59 B c	22,85 A d	26,94 A c
SMA513-2	769,37 A b	625,72 B b	32,23 A b	24,36 B d
Asterix	753,88 A b	560,69 B c	31,62 A b	29,66 A b
SMIJ461-1	742,44 A c	514,14 B d	32,57 A b	30,69 A b
SMA503-1	739,07 A c	589,44 B c	32,17 A b	26,85 A c
SMA514-8	739,07 A c	630,51 B b	28,57 A c	23,33 A e
SMA502-1	732,34 A c	658,58 B a	28,42 A c	22,18 A e
SMA517-3	728,97 A c	538,78 B d	31,86 A b	33,45 A a
SMA505-7	726,95 A c	622,98 B b	28,51 A c	25,26 A d
SMA504-2	705,40 A d	629,15 B b	35,43 A a	24,93 B d
SMA506-4	704,39 A d	583,28 B c	30,31 A c	26,10 A d
SMA519-1	701,17 A d	529,88 B d	35,24 A a	29,65 A b
SMA505-2	694,63 A d	630,51 B b	35,18 A a	28,12 A c
SMA520-5	685,40 A d	544,94 B d	29,40 A c	30,93 A b
SMA505-3	683,18 A d	619,56 B b	34,75 A a	27,85 A c
SMA516-2	668,03 A e	600,39 B b	30,55 A c	27,49 A c
SMA508-4	667,35 A e	608,61 B b	37,84 A a	28,59 B c
SMA514-11	650,86 A e	669,53 A a	31,56 A b	24,03 A d
SMA514-10	650,58 A e	661,32 A a	31,47 A b	27,06 A c
Média	721,37	604,11	31,63	27,05
CV(%)	2,08	3,00	8,65	5,54

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de épocas de cultivo pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 3** – Classificação de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono em relação a cinco caracteres de qualidade para o processamento industrial, com os valores relativos ao índice de postos de MULAMBA & MOCK (1978). Santa Maria, RS.

Clones	Primavera						Outono					
	AR <sup>1</sup>	CC	MS	AM	AL	Total	AR	CC	MS	AM	AL	Total
SMA501-1	5	10	8	3	21	<b>47</b>	2	9	6	16	12	<b>45*</b>
SMA502-1	20	21	20	9	19	<b>89</b>	7	19	20	4	20	<b>70</b>
SMA503-1	4	7	11	7	9	<b>38*</b>	15	8	10	14	13	<b>60</b>
SMA504-2	19	19	19	12	3	<b>72</b>	17	21	14	8	16	<b>76</b>
SMA505-2	18	8	16	15	5	<b>62</b>	14	15	11	6	8	<b>54</b>
SMA505-3	17	18	21	17	6	<b>79</b>	6	18	12	11	9	<b>56</b>
SMA505-7	21	16	15	11	18	<b>81</b>	8	7	17	10	15	<b>57</b>
SMA506-4	6	6	17	13	15	<b>57</b>	20	13	19	15	14	<b>81</b>
SMA508-2	3	4	5	2	2	<b>16*</b>	21	6	1	5	7	<b>40*</b>
SMA508-4	16	1	3	19	1	<b>40*</b>	19	4	3	12	6	<b>44*</b>
SMA513-2	1	5	4	4	8	<b>22*</b>	4	1	16	9	17	<b>47</b>
SMA514-8	12	11	14	8	17	<b>62</b>	5	2	4	7	19	<b>37*</b>
SMA514-10	7	9	2	21	13	<b>52</b>	18	16	5	3	11	<b>53</b>
SMA514-11	14	3	7	20	12	<b>56</b>	10	5	13	1	18	<b>47</b>
SMA516-2	11	20	12	18	14	<b>75</b>	16	14	15	13	10	<b>68</b>
SMA517-2	13	14	9	1	20	<b>57</b>	11	12	7	2	21	<b>53</b>
SMA517-3	8	17	18	10	10	<b>63</b>	9	20	21	19	1	<b>70</b>
SMA519-1	2	2	1	14	4	<b>23*</b>	1	10	2	20	5	<b>38*</b>
SMA520-5	15	13	6	16	16	<b>66</b>	3	11	9	18	2	<b>43*</b>
Asterix	10	15	13	5	11	<b>54</b>	13	17	18	17	4	<b>69</b>
SMIJ461-1	9	12	10	6	7	<b>44</b>	12	3	8	21	3	<b>47</b>

<sup>1</sup>AR = açúcares Redutores; CC = coloração de chips; MS = matéria seca; AD = amido; AL = amilose.

\* Clones com menores somas de postos do que a melhor testemunha (SMIJ461-1).

**Tabela 4** – Média dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) e ganhos indiretos de seleção (GS) no índice obtido com base na soma de postos, para cinco caracteres avaliados em tubérculos de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono. Santa Maria, RS.

Caracteres	Primavera				Outono			
	MCS <sup>1</sup>	MCO	GS	GS%	MCS	MCO	GS	GS%
Açúcares redutores	17,81	26,08	8,27	46,43	19,82	20,59	0,77	3,88
Coloração dos chips	66,97	62,20	4,77	7,67	67,73	65,98	1,75	2,65
Matéria seca	25,08	23,31	1,77	7,59	22,21	20,75	1,46	7,04
Amido	737,21	721,37	15,84	2,19	585,90	604,11	-18,21	---
Amilose	34,72	31,63	3,09	9,77	27,98	27,05	0,93	3,44
Total				73,65				17,01

<sup>1</sup> Conforme Tabela 3, os clones selecionados na primavera foram SMA503-1, SMA508-2, SMA508-4, SMA513-2 e SMA519-1, e, no outono, SMA501-1, SMA508-2, SMA508-4, SMA514-8, SMA519-1 e SMA520-5.

### **3. CAPÍTULO II – TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL PARA OS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO**

#### **3.1 – Introdução**

A região Sul do Brasil tem a segunda maior área cultivada (59,7 mil ha) com batata (*Solanum tuberosum* L.) e uma produtividade de 15,9t ha<sup>-1</sup>, muito inferior à média nacional de 22,3t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2008). Embora possa ser cultivada durante praticamente todo ano, as principais regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul têm clima subtropical (MORENO, 1961) e possibilita o cultivo da batata em duas safras anuais. O plantio de outono é realizado durante os meses de fevereiro e março e, de primavera, durante julho e agosto (BISOGNIN, 1996).

No cultivo de outono a temperatura do ar e o fotoperíodo diminuem enquanto que no cultivo de primavera estes dois elementos meteorológicos aumentam à medida que a planta de batata cresce e desenvolve. Apesar dessas condições ambientais contrastantes, o ciclo de desenvolvimento da batata se ajusta ao calendário da cultura, proporcionando rendimento de tubérculos que viabilizam comercialmente o cultivo. No entanto, a qualidade de processamento dos tubérculos pode ser influenciada pelas condições de cultivo, principalmente em condições contrastantes e, nesse caso, o manejo pós-colheita dos tubérculos deve ser ajustado para cada safra. O conteúdo de açúcares redutores, por exemplo, é o resultado de vários fatores que influenciaram o tubérculo durante o ciclo de crescimento (HERTOG et al., 1997), sendo maior em tubérculos produzidos durante o outono (CHALÁ et al., 2001). Já o período de armazenamento varia em função da cultivar, do grau de maturidade dos tubérculos e de fatores culturais e ambientais durante o ciclo da cultura (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tubérculos destinados ao processamento industrial são, em geral, armazenados em baixa temperatura e alta umidade relativa do ar para evitar perdas de massa fresca (desidratação) e retardar ao máximo a brotação, a partir do qual ocorre uma perda acentuada de massa fresca e de qualidade (MELO, 1997; FONTES & FINGER, 2000). Quanto menor a temperatura de armazenamento menor é a atividade fisiológica dos tubérculos e, conseqüentemente, a perda de massa fresca. No entanto, a temperatura ideal varia de acordo com a cultivar (MELO, 1997) e com o tipo de processamento a ser utilizado (EDWARDS et

al., 2002). Para o processamento na forma de chips foi recomendado a temperatura de 10 a 12,7°C, para processamento na forma de palito de 8,3 a 10°C e para batata-semente de 2,7 a 4,4°C (STARK et al., 2003).

Tubérculos de batata quando armazenados acumulam açúcares redutores (FONTES & FINGER, 2000; ZORZELLA, et al., 2003b) devido ao adoçamento induzido pelo frio e ao adoçamento senescente (HERTOG et al., 1997). Enquanto o adoçamento pelo frio é potencializado por baixas temperaturas, o adoçamento senescente é potencializado por altas temperaturas, que promovem o avanço da idade fisiológica dos tubérculos (CALDIZ et al., 2001) sendo, dessa forma, um processo não reversível. Portanto, o processo de adoçamento é afetado pelo armazenamento refrigerado e pela idade fisiológica do tubérculo.

O adoçamento por baixa temperatura parece estar relacionado com a seletividade da membrana do amiloplasto. O armazenamento dos tubérculos de algumas cultivares a baixas temperaturas por longos períodos afeta a seletividade da membrana, o que promove o contato entre os açúcares e as enzimas (BACARIN et al., 2005). Dessa forma, as cultivares podem ser agrupadas como sensíveis ao frio, quando apresentam alta acumulação de açúcares e como tolerantes ao frio, quando apresentam baixa acumulação de açúcares durante o armazenamento refrigerado (BLENKINSOP et al., 2002). Esse adoçamento resulta do acúmulo de sacarose e açúcares redutores (glicose e frutose) pela quebra da molécula de amido (MARANGONI et al., 1997; COELHO et al., 1999). Esses servem como substrato para a Reação de Maillard que ocorre durante a fritura e, portanto, altos níveis de açúcares redutores resultam na produção de chips de cor escura e gosto amargo (BLENKINSOP et al., 2002; ZORZELLA, et al., 2003b).

Além dos teores de açúcares redutores, os teores de matéria seca influenciam diretamente a qualidade de tubérculos para a industrialização, por determinar a absorção de gordura durante a fritura, a textura e o rendimento final (SILVA, 1991; CAPEZIO et al., 1992/93; FELTRAN, et al., 2004). O teor de matéria seca é influenciado pela cultivar, pelas condições de cultivo e pelo grau de maturidade dos tubérculos (MELO, 1997). Batatas destinadas ao processamento na forma de chips devem apresentar teores de matéria seca superiores a 20% para que se tenha uma boa qualidade do produto processado (BRODY, 1969; SILVA & PINTO, 2005; OLIVEIRA, et al., 2006).

Em tubérculos de batata, 60 a 80% da matéria seca é formada por amido, que é o principal componente de reserva. A deposição dos grãos de amido nos amiloplastos decorre da transformação da sacarose, glicose e maltose em amilose e amilopectina (FONTES & FINGER, 2000), os dois principais constituintes do amido de batata, cuja proporção média é

de 20% de amilose e 80% de amilopectina (LEONEL, 2005). Alto teor de amilose é desejável quando o produto necessita ser crocante e resistente (FRANCO et al., 2002), como para o processamento na forma de chips. Os teores de amilose em batata variam com a cultivar e as condições de cultivo (FRANCO et al., 2002; SINGH et al., 2003; NODA et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura de armazenamento na seleção de clones de batata para processamento industrial na forma de chips em tubérculos produzidos na primavera e no outono no Rio Grande do Sul.

### **3.2 – Material e Métodos**

Os tubérculos foram produzidos em campo na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), em Júlio de Castilhos, RS. No cultivo de primavera o plantio foi realizado em 23 de agosto de 2006 e de outono em 1º de março de 2007. Os tratos culturais, o manejo das plantas e a dessecação da parte aérea com Paraquat, realizada 10 dias antes da colheita, seguiram as recomendações técnicas para o cultivo da batata (BISOGNIN, 1996).

Após a colheita, os tubérculos foram transportados para o Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e submetidos ao processo de cura, que consistiu no armazenamento a 20°C por 15 dias, e após armazenados a 10 ou a 20°C. O experimento foi conduzido em um fatorial de 21 clones (SMA501-1, SMA502-1, SMA503-1, SMA504-2, SMA505-2, SMA505-3, SMA505-7, SMA506-4, SMA508-2, SMA508-4, SMA513-2, SMA514-8, SMA514-10, SMA514-11, SMA516-2, SMA517-2, SMA517-3, SMA519-1, SMA520-5, SMIJ461-1 e Asterix), duas temperaturas de armazenamento (10 e 20°C e 85%  $\pm$ 5% de umidade relativa) e duas épocas de cultivo (outono e primavera) no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A cultivar Asterix, largamente cultivada na região central do RS, e o clone SMIJ461-1, que possui conhecido potencial para processamento na forma de chips (FREITAS et al., 2006), foram utilizados como testemunhas. Neste trabalho a cultivar Asterix também foi considerada como clone para padronizar o texto.

As avaliações foram realizadas aos 0, 30, 60 e 90 dias após o período de cura dos tubérculos e determinados os teores de matéria seca, açúcares redutores, amido e amilose e a coloração dos chips. O teor de matéria seca foi determinado através do acondicionamento das amostras dos tubérculos de batata, previamente descascados e picados, em estufa a temperatura de 60°C até obter massa constante entre duas pesagens consecutivas. O teor de açúcares redutores e de amido foi determinado conforme a metodologia de LONG & CHISM

(2004) e adaptações propostas por FREITAS et al. (2006). Os teores de amilose foram quantificados através da medida da absorvância do complexo amido-iodo (GILBERT & SPRAGG, 1964), baseado na capacidade que a estrutura helicoidal da amilose tem em formar complexos de inclusão com o iodo. A coloração dos chips foi determinada em três amostras de três tubérculos, da qual se utilizou três fatias transversais e centrais de 2mm de espessura de cada tubérculo. As nove fatias foram fritas em fritadeira industrial a gás (Top Taylor, modelo TTF-35-G) utilizando gordura vegetal hidrogenada na temperatura de 185°C, controlada por termostato, até cessar a borbulha. Cada amostra foi submetida a duas medidas de coloração (colorímetro Minolta, modelo CR310) em um sistema tridimensional de cores CIE ( $L^*a^*b^*$ ), sendo os valores medidos somente na escala L, que varia do preto ao branco. A área abaixo da curva de progressão foi calculada conforme BISOGNIN et al. (2002).

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias de clones comparadas pelo teste de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974) e de épocas cultivo e temperatura de armazenamento pelo Tukey, a 5% de probabilidade de erro. A identificação dos melhores clones foi realizada com base na soma de postos proposto por MULAMBA & MOCK (1978) e descrito por CRUZ & REGAZZI (1997). Esse índice consiste em classificar os clones em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. As ordens de cada clone foram somadas, resultando em um valor tomado como índice para a seleção dos clones (CRUZ & REGAZZI, 1997). Os caracteres utilizados para a construção das médias do índice foram açúcares redutores, coloração dos chips, matéria seca, amido e amilose. Para açúcares redutores, a ordenação dos clones foi crescente, isto é, a seleção foi para clones com baixo teor de açúcares redutores, enquanto que para os demais caracteres, a ordenação foi decrescente, ou seja, a seleção foi para clones com maior teor de matéria seca, amido e amilose e coloração dos chips. Clones com somatórios totais de postos menores do que a melhor testemunha (Asterix ou SMIJ461-1) em ambas as temperaturas de armazenamento e épocas de cultivo, correspondeu à melhor combinação favorável dos caracteres de qualidade e foram selecionados. O ganho indireto de seleção (GS) representou a diferença entre a média dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) para os cinco caracteres avaliados.

### **3.3 – Resultados**

O teste F mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para a interação entre clones, época de cultivo e temperatura de armazenamento para todos os caracteres avaliados. Tubérculos produzidos durante a primavera não foram afetados pela temperatura de

armazenamento quanto aos teores de açúcares redutores, amido e amilose, porém, o armazenamento a 10°C afetou o teor de matéria seca e a coloração dos chips (Tabela 1). No outono, o armazenamento a 10°C não afetou a coloração dos chips e nem os teores de matéria seca e amido, mas, afetou os teores de açúcares redutores (maior a 10°C) e de amilose (maior a 20°C). Na média dos clones, tubérculos produzidos durante o outono apresentaram, durante o armazenamento, maiores teores de açúcares redutores e de amilose e chips de coloração mais clara do que na primavera. A primavera proporcionou maiores teores de matéria seca e de amido ao longo do período de armazenamento.

O armazenamento a 10°C proporcionou maior acúmulo de açúcares redutores nos clones SMA501-1, SMA520-5 e SMA505-7 produzidos durante a primavera, porém, apenas os clones SMA501-1 e SMA520-5 também foram afetados pela temperatura de armazenamento no outono (Tabelas 2 e 3). Quando comparado a primavera, tubérculos produzidos durante o outono apresentaram, em média, maior acúmulo de açúcares redutores quando armazenados a 10°C. Os clones SMA519-1 e SMA513-2 apresentaram um dos menores teores de açúcares redutores em ambas às condições de armazenamento quando produzidos na primavera e os clones SMA519-1 e SMA514-8 a 10°C e SMA519-1 e SMA514-8 a 20°C no outono.

Os clones SMA502-1 e SMA505-7, quando produzidos na primavera, e SMA517-2 e SMA504-2, no outono, foram afetados pela temperatura de armazenamento, resultando em chips de coloração mais escura quando armazenados a 10°C (Tabelas 2 e 3). Os maiores valores de coloração dos chips (chips mais claros) foram encontrados nos clones SMA519-1 e SMA508-4 nas duas temperaturas de armazenamento, não diferindo dos clones SMA513-2, SMA514-10, SMA517-3, SMA514-8, SMA516-2, SMA506-4, SMA503-1, SMIJ461-1, SMA517-2, SMA501-1 e SMA520-5 quando produzidos na primavera e armazenados a 20°C. No outono, o clone SMA513-2 apresentou os maiores valores de coloração dos chips em ambas às temperaturas de armazenamento, sem diferir dos clones SMA514-8, SMA514-11, SMIJ461-1 e SMA508-2 a 10°C.

Tubérculos produzidos na primavera apresentaram em média maior teor de matéria seca quando comparado ao cultivo de outono ao longo do período de armazenamento (Tabelas 2 e 3). No entanto, o armazenamento a 10°C reduziu o teor de matéria seca dos clones SMA513-2, SMA514-11, SMA514-8, SMA503-1, SMIJ461-1, SMA502-1, SMA517-2, SMA508-4 e Asterix na primavera e apenas do clone SMIJ461-1 no outono. Os maiores teores de matéria seca foram obtidos pelos clones SMA519-1 e SMA508-2 nas duas temperaturas de armazenamento na primavera e no outono, respectivamente, embora não

diferissem do clone SMA508-2 quando armazenado a 10°C na primavera, e do clone SMA519-1 a 20°C no outono.

Tubérculos produzidos durante a primavera apresentaram em média maior teor de amido durante o armazenamento quando comparado ao outono (Tabelas 4 e 5). No entanto, os clones que apresentaram os maiores teores de amido na primavera não foram os mesmos no outono. Dessa forma, os maiores teores de amido foram encontrados, na primavera, no clone SMA508-2, a 10°C, e Asterix, SMA501-1, SMIJ461-1, SMA514-8 e SMA520-5 a 20°C, e no outono, no clone SMA516-2, a 10°C, e SMA516-2, SMA505-2, SMA508-4, SMA502-1 e SMA505-3 quando armazenados a 20°C. Apesar da temperatura de armazenamento de 10°C ter afetado o teor de amido dos clones SMA517-3, SMA520-5, SMA514-11, SMA519-1 e SMA514-10 quando produzidos na primavera, para os clones SMA508-2 na primavera e SMA517-2 no outono, ocorreu um aumento no teor de amido. No entanto, quando considerado a média dos clones, em ambos os cultivos a temperatura de armazenamento não afetou os teores de amido.

Apesar de, na média dos clones, a temperatura de armazenamento apresentar pouca variação sobre os teores de amilose, o clone SMA503-1 na primavera e SMA519-1 no outono tiveram menor teor de amilose quando armazenados a 10°C, porém para o clone SMA517-3 na primavera, o armazenamento a 10°C promoveu um aumento no teor de amilose (Tabelas 4 e 5). Os maiores teores de amilose foram encontrados nos clones SMA508-4 e SMIJ461-1 na primavera e outono, respectivamente, em ambas as temperaturas de armazenamento, e no clone SMIJ461-1 a 10°C na primavera, e SMA508-4 a 20°C no outono. Os tubérculos apresentaram, ao longo do período de armazenamento, em média, maior teor de amilose no outono do que quando produzidos na primavera.

Quando armazenados a 10°C, na primavera, os clones SMA508-2, SMA513-2 e SMA519-1 apresentaram menor soma de postos que a melhor testemunha (SMIJ461-1) e seriam selecionados, porém apenas os clones SMA508-2 e SMA519-1 também apresentaram soma de postos adequada no outono (Tabelas 6 e 7). Já a 20°C, na primavera, os clones SMA513-2 e SMA519-1, e no outono os clones SMA501-1, SMA503-1, SMA505-2, SMA508-2, SMA508-4, SMA519-1 e SMA520-5 resultaram na melhor combinação dos caracteres de qualidade de processamento quando comparado a melhor testemunha (SMIJ461-1).

Independente da temperatura de armazenamento, a seleção dos clones produzidos na primavera proporcionou, em média, maiores ganhos indiretos de seleção (83,25%) quando comparado ao cultivo de outono (24,81%) (Tabela 8). Os maiores ganhos obtidos na

primavera foram para açúcares redutores e matéria seca. O armazenamento a 10°C promoveu os maiores ganhos de seleção para coloração dos chips e amilose, independente da época de cultivo, enquanto que para amido, os maiores ganhos de seleção foram obtidos na primavera quando os tubérculos foram armazenados a 10°C e no outono a 20°C.

### 3.5 – Discussão

A interação entre época e clones indica que as condições de cultivo afetam de forma diferenciada a qualidade de processamento dos tubérculos dos clones. Dessa forma, alguns clones apresentaram melhor desempenho ao longo do período de armazenamento na primavera e outros no outono. Além disso, a temperatura de armazenamento também alterou o comportamento dos clones de forma diferenciada para alguns caracteres.

Enquanto na primavera a temperatura, o fotoperíodo e a radiação solar aumentam com o avanço do ciclo de crescimento e desenvolvimento da batata, no outono esses elementos climáticos diminuem e essas condições distintas entre cultivos afetaram de modo diferenciado o comportamento dos caracteres de qualidade durante o armazenamento da batata. Quando comparado os valores médios (Tabela 1), pode-se observar que ao longo do período de armazenamento, a temperatura afetou os tubérculos de forma diferenciada quando produzidos na primavera ou no outono. O armazenamento dos tubérculos a 10°C promoveu o acúmulo de açúcares redutores e reduziu os teores de amilose no outono e na primavera reduziu o teor de matéria seca e promoveu um escurecimento dos chips. Porém, independente da temperatura, tubérculos produzidos na primavera apresentaram ao longo do período de armazenamento menor teor de açúcares redutores e amilose e coloração dos chips inferior do que no outono, no entanto, teor de matéria seca e amido maior do que no outono.

A temperatura de armazenamento dos tubérculos destinados ao processamento industrial na forma de chips deve minimizar a brotação, sem promover o acúmulo de açúcares redutores (EDWARDS et al., 2002), sendo comumente utilizadas temperaturas entre 8 e 12°C (COPP et al., 2000; BLENKINSOP et al., 2002). Temperaturas menores promovem o acúmulo de açúcares redutores e temperaturas maiores aumentam as perdas de massa fresca e antecipam a brotação dos tubérculos.

O acúmulo de açúcares redutores durante o armazenamento é uma função do tempo e da temperatura, que estão intimamente ligadas às condições de cultivo e a cultivar utilizada (HERTOG et al. 1997; COELHO et al. 1999). O armazenamento a 10°C dos tubérculos produzidos durante a primavera não resultou em maior acúmulo de açúcares redutores, mas

promoveu o escurecimento dos chips. No entanto, tubérculos produzidos no outono e armazenados a 10°C apresentaram um maior acúmulo de açúcares redutores, sem afetar a coloração dos chips. Em geral, os maiores teores de açúcares redutores estão associados a menores valores de coloração dos chips (BLENKINSOP et al., 2002), o que é confirmado pelo clone SMA505-7 na primavera e SMA517-2 no outono. Porém, essa tendência não ocorreu nos clones SMA501-1 e SMA520-5, em ambos os cultivos, e SMA503-1, SMA517-3, SMA508-2 e Asterix na primavera, indicando que outros fatores, como compostos fenólicos ou um baixo teor de vitamina “C”, podem influenciar a coloração dos chips (COPP et al., 2000; ZORZELLA et al., 2003b), cuja concentração é menor no outono (ZORZELLA et al., 2003b). Além das condições de cultivo, a temperatura de armazenamento pode influenciar na concentração dos fenóis. Maiores teores de ácido clorogênico ocorreram quando os tubérculos foram armazenados a 5°C, enquanto que os menores teores ocorreram a 15,5°C (PERCIVAL & BAIRD, 2000). Foi verificado em outro conjunto de clones que chips de coloração mais clara eram obtidos quando os teores de açúcares redutores e fenóis totais eram baixos (FREITAS et al., 2006).

O teor de matéria seca médio durante o armazenamento foi afetado apenas em tubérculos produzidos durante o cultivo de primavera. O maior teor de matéria seca em tubérculos armazenados 20°C está associado à maior perda de água (desidratação) e respiração dos tubérculos, devido ao efeito da temperatura (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; WONG YEN CHEONG & GOVINDEN, 1998; FREITAS et al., 2006). O efeito da temperatura de armazenamento sobre os teores de matéria seca, apesar de ser potencializado em altas temperaturas, também foi encontrado por KAABER et al. (2001) quando os tubérculos foram armazenado a 4 e 8°C, havendo um aumento na matéria seca dos tubérculos armazenados a 8°C. Os clones SMA519-1, SMA514-10, SMA508-2, SMA517-3, SMA506-4, SMA505-3, SMA505-2, SMA504-2, SMA501-1, SMA520-5 e SMA505-7 não apresentaram efeito da temperatura de armazenamento sobre o teor de matéria seca na primavera. Isso pode estar relacionado a um maior período de dormência onde a atividade fisiológica dos tubérculos é baixa, o que é benéfico para tubérculos destinados ao processamento na forma de chips, por minimizar as perdas de massa fresca.

O teor de matéria seca está, em geral, associado ao teor de amido, uma vez que esse representa de 60 a 80% da matéria seca em tubérculos de batata (FONTES & FINGER, 2000). No entanto, apesar do teor médio de matéria seca ter sido afetado pela temperatura de armazenamento na primavera, o teor médio de amido não foi em nenhum dos cultivos. Temperatura de armazenamento 10-12°C por 28 semanas não afetou o teor de amido (COPP

et al., 2000; CHAPPER et al., 2004). Apenas o clone SMA514-11 apresentou menores teores de amido e de matéria seca quando armazenado a 10°C na primavera. Apesar de apropriados níveis de amido serem requeridos em tubérculos destinados ao processamento, o desempenho do produto processado na forma de chips não pode ser previsto pelos teores de amido (JAKUCZUN & ZIMNOCH-GUZOWSKA, 2004).

Apesar do teor médio de amilose ser menor quando os tubérculos foram armazenados a 10°C no outono, apenas o clone SMA519-1 acusou essa diferença. Isso demonstra que na seleção de clones para maior teor de amilose, a temperatura de armazenamento não é muito importante. Altos teores de amilose são desejados quando o produto requer crocância e resistência (FRANCO et al, 2002), sendo que o clone SMA508-4 na primavera e o SMIJ461-1 no outono apresentaram os maiores teores em ambas às temperaturas de armazenamento.

O amido, assim como os teores de amilose e amilopectina, é afetado pela maturidade da parte aérea (FRANCO et al., 2002), que afeta a idade fisiológica dos tubérculos. Em geral, o cultivo de outono é mais curto do que o de primavera (ZORZELLA et al., 2003b), o que resulta na produção de tubérculos imaturos em relação aos produzidos durante a primavera. Tubérculos imaturos apresentam maior dormência (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; PÓGI & BRINHOLI, 1995; DRISKILL Jr. et al., 2007) e, portanto, menor atividade metabólica. Dessa forma, mesmo que as condições de cultivo do outono proporcionem menor acúmulo de amido e amilose em relação à primavera, quando os tubérculos são armazenados, a hidrólise dos grãos de amido é mais lenta, devido ao maior período de dormência dos tubérculos produzidos no outono, e a redução dos teores de amilose é menor quando comparado ao armazenamento de tubérculos produzidos durante a primavera.

No melhoramento de plantas a seleção de clones que combinem o maior número de caracteres desejáveis muitas vezes é dificultado pelo grande número de genótipos avaliados. Dessa forma, a classificação dos clones pode ser uma ferramenta de auxílio na seleção de plantas (COSTA et al., 2004; PAIVA et al., 2007). O índice baseado na soma de postos de MULAMBA & MOCK (1978) tem sido utilizado, além da batata (ANDREU, 2004), em outras culturas como a soja (COSTA et al., 2004) e cajueiro (PAIVA et al., 2007), mostrando-se vantajoso em relação à seleção direta, uma vez que possibilita ganhos mais distribuídos em todos os caracteres avaliados. Além disso, o melhorista pode especificar diferentes pesos aos caracteres avaliados, fazendo com que clones com melhores postos em caracteres mais importantes sejam beneficiados no somatório final, o que pode ser explorado em trabalhos futuros.

A partir da metodologia proposta por MULAMBA & MOCK (1978) pode-se observar que quando são avaliados os mesmos clones em diferentes épocas de cultivo e temperaturas de armazenamento resultam na seleção de diferentes clones. Isso indica que para cada época de cultivo e temperatura de armazenamento poderia ter clones de melhor desempenho, o que não é interessante quando se realizam dois cultivos anuais e se utilizam diferentes temperaturas de armazenamento, dependendo do tipo de produto a ser processado. Dessa forma, na primavera a 10°C seriam selecionados os clones SMA508-2, SMA513-2 e SMA519-1 e a 20°C somente os clones SMA513-2 e SMA519-1, quando comparado a melhor testemunha (SMIJ461-1). Da mesma forma, no outono a 10°C seriam selecionados os clones SMA501-1, SMA508-2, SMA508-4 e SMA519-1 e a 20°C os clones SMA501-1, SMA503-1, SMA505-2, SMA508-2, SMA508-4, SMA519-1 e SMA520-5. No entanto, apenas o clone SMA519-1 seria selecionado em ambos os cultivos e temperaturas de armazenamento, podendo ser indicado para as condições de cultivo da região central do Rio Grande do Sul e para o processamento na forma de chips.

A seleção dos clones no cultivo de primavera proporcionou maiores ganhos indiretos de seleção do que no outono em ambas as temperaturas de armazenamento e, a pressão de seleção poderia ser maior na primavera, principalmente para os caracteres açúcares redutores e matéria seca. Apesar da temperatura de armazenamento de 10°C ter proporcionado maior ganho indireto em ambos os cultivos, essa temperatura não maximizou o ganho de seleção para todos os caracteres avaliados, porém aumentou as diferenças fenotípicas para alguns caracteres, o que facilita a identificação dos clones superiores. Por exemplo, para amilose a seleção a 10°C promoveu, na primavera, um ganho de 7,14% contra 1,35% a 20°C, já no outono essa diferença foi menor, de 4,75% a 10°C para 3,22% a 20°C. Como são realizadas duas safras anuais, a estratégia de seleção durante a primavera poderia ser diferenciada e associada ao armazenamento a 10°C para coloração dos chips, amido e amilose, enquanto que no outono, seria mais eficiente para coloração dos chips, matéria seca e amilose.

Os resultados da avaliação da qualidade de processamento industrial de clones de batata em duas temperaturas de armazenamento confirmam que a temperatura exerce grande influência na qualidade pós-colheita e que os clones respondem de forma distinta ao armazenamento a 10°C. No entanto, a qualidade de processamento, além da temperatura, é influenciada pela época de cultivo. O clone SMA519-1 apresentou a melhor combinação de desempenho para os caracteres desejáveis para processamento, como matéria seca, cor de chips e teores de açúcares redutores, amido e amilose, sendo pouco influenciado pela temperatura de armazenamento e pela época de cultivo. A classificação dos clones pode ser

utilizado como ferramenta auxiliar na seleção, uma vez que a avaliação de um grande número de caracteres e clones dificulta a seleção, além de oportunizar ao melhorista aplicar a pressão de seleção que melhor lhe convenha. O armazenamento refrigerado é uma importante ferramenta utilizada para a manutenção da qualidade de processamento dos tubérculos de batata, sendo também necessária para facilitar a seleção de alguns caracteres. Independente de ser utilizada para maximizar o ganho genético, a avaliação do comportamento dos clones ao armazenamento refrigerado é de fundamental importância, pois é necessário determinar para cada clone a temperatura adequada de armazenamento para tubérculos produzidos na primavera e no outono, a fim de manter a alta qualidade e pelo período de tempo necessário até o processamento.

### **3.6 – Conclusões**

A temperatura de armazenamento possibilita a expressão fenotípica dos caracteres de qualidade para processamento de forma diferenciada, o que leva a seleção de diferentes clones;

O clone SMA519-1 apresenta a combinação mais favorável de caracteres de qualidade de processamento em ambas temperaturas de armazenamento e épocas de cultivos; e

A temperatura de armazenamanto de 10°C promove maiores ganhos indiretos de seleção quando comparado a 20°C para coloração dos chips, amido e amilose, quando produzidos na primavera, e para coloração dos chips, matéria seca e amilose, quando produzidos no outono.

**Tabela 1** – Valores médios da área abaixo da curva de progressão do teor de açúcares redutores, coloração dos chips, matéria seca, amido e amilose dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Época de cultivo	Temperatura de armazenamento	
	10°C	20°C
Progressão média dos teores de açúcares redutores		
Primavera	0,204 A b <sup>1</sup>	0,201 A b
Outono	0,253 A a	0,214 B a
CV%	5,34	
Progressão média dos valores de coloração dos chips		
Primavera	0,636 B b	0,653 A b
Outono	0,666 A a	0,670 A a
CV%	1,25	
Progressão média da porcentagem de matéria seca		
Primavera	0,235 B a	0,243 A a
Outono	0,204 A b	0,205 A b
CV%	1,49	
Progressão média dos teores de amido		
Primavera	6,85 A a <sup>1</sup>	6,88 A a
Outono	5,59 A b	5,55 A b
CV%	1,59	
Progressão média dos teores de amilose		
Primavera	0,224 A b <sup>1</sup>	0,223 A b
Outono	0,274 B a	0,280 A a
CV%	3,65	

<sup>1</sup> Médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2** – Área abaixo da curva de progressão dos teores de açúcares redutores, coloração dos chips e porcentagem de matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão dos teores de açúcares redutores		Progressão dos valores da coloração dos chips		Progressão da porcentagem de matéria seca	
	10°C	20°C	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA519-1	0,107 A a <sup>1</sup>	0,127 A a	0,677 A a	0,670 A a	0,268 A a	0,276 A a
SMA513-2	0,123 A a	0,119 A a	0,659 A b	0,671 A a	0,253 B b	0,267 A b
SMA514-10	0,125 B a	0,208 A c	0,647 A c	0,666 A a	0,246 A c	0,247 A e
SMA508-2	0,149 A b	0,191 A b	0,643 A c	0,642 A b	0,267 A a	0,270 A b
SMA514-11	0,156 A b	0,169 A b	0,628 A d	0,637 A b	0,247 B c	0,264 A c
SMA517-3	0,160 A b	0,140 A a	0,638 A d	0,664 A a	0,212 A f	0,222 A i
SMA514-8	0,161 A b	0,189 A b	0,653 A c	0,664 A a	0,244 B c	0,259 A d
SMA516-2	0,171 A c	0,174 A b	0,637 A d	0,660 A a	0,236 A d	0,215 B j
SMA506-4	0,183 A c	0,187 A b	0,644 A c	0,676 A a	0,221 A e	0,224 A h
SMA503-1	0,190 A c	0,145 A a	0,651 A c	0,665 A a	0,232 B d	0,250 A e
SMA505-3	0,202 A d	0,221 A c	0,590 A f	0,587 A d	0,205 A g	0,210 A k
SMIJ461-1	0,203 A d	0,225 A c	0,662 A b	0,676 A a	0,235 B d	0,249 A e
SMA502-1	0,204 A d	0,220 A c	0,581 B c	0,623 A c	0,218 B e	0,231 A g
SMA505-2	0,210 A d	0,221 A c	0,637 A d	0,642 A b	0,223 A e	0,227 A h
SMA517-2	0,214 A d	0,219 A c	0,623 A d	0,651 A a	0,239 B d	0,257 A d
SMA508-4	0,236 A e	0,221 A c	0,677 A a	0,678 A a	0,238 B d	0,255 A d
SMA504-2	0,251 A f	0,249 A d	0,609 A e	0,641 A b	0,219 A e	0,222 A i
SMA501-1	0,255 A f	0,183 B b	0,648 A c	0,668 A a	0,234 A d	0,241 A f
SMA520-5	0,264 A f	0,183 B b	0,644 A c	0,667 A a	0,233 A d	0,239 A f
Asterix	0,318 A g	0,298 A e	0,631 A d	0,630 A c	0,234 B d	0,246 A e
SMA505-7	0,404 A h	0,331 B f	0,585 B f	0,629 A c	0,228 A d	0,232 A g
Média	0,204	0,201	0,636	0,653	0,235	0,243
CV%	5,04	6,71	1,52	1,42	1,49	1,01

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 3** – Área abaixo da curva de progressão dos teores de açúcares redutores, coloração dos chips e porcentagem de matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão dos teores de açúcares redutores		Progressão dos valores de coloração dos chips		Progressão da porcentagem de matéria seca	
	10°C	20°C	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA519-1	0,181 A a <sup>1</sup>	0,143 A a	0,687 A b	0,672 A e	0,225 A b	0,232 A a
SMA514-8	0,182 A a	0,213 A c	0,699 A a	0,686 A c	0,224 A b	0,220 A b
SMA501-1	0,210 A b	0,154 B a	0,686 A b	0,689 A c	0,213 A c	0,217 A b
SMA505-7	0,213 A b	0,214 A c	0,657 A d	0,657 A f	0,205 A d	0,201 A c
SMA506-4	0,228 A c	0,206 A c	0,672 A c	0,690 A c	0,182 A g	0,185 A e
SMA503-1	0,236 A c	0,183 B b	0,687 A b	0,684 A d	0,201 A e	0,205 A c
SMA513-2	0,236 A c	0,204 A c	0,714 A a	0,714 A a	0,192 A f	0,197 A d
SMA508-4	0,237 A c	0,205 A c	0,680 A c	0,679 A d	0,211 A c	0,206 A c
SMA514-11	0,237 A c	0,219 A c	0,709 A a	0,701 A b	0,206 A d	0,204 A c
SMA517-3	0,243 A c	0,185 B b	0,625 A f	0,640 A g	0,173 A h	0,174 A f
SMA505-2	0,246 A c	0,215 A c	0,645 A e	0,629 A h	0,201 A e	0,206 A c
SMIJ461-1	0,264 A d	0,267 A e	0,700 A a	0,691 A c	0,213 B c	0,220 A b
SMA514-10	0,272 A d	0,231 A d	0,663 A d	0,653 A f	0,217 A c	0,219 A b
SMA516-2	0,275 A d	0,229 A d	0,676 A c	0,683 A d	0,189 A f	0,188 A e
SMA505-3	0,276 A d	0,234 A d	0,638 A e	0,641 A g	0,198 A e	0,202 A c
SMA508-2	0,289 A e	0,229 B d	0,701 A a	0,694 A c	0,234 A a	0,236 A a
SMA517-2	0,290 A e	0,225 B c	0,633 B e	0,669 A e	0,214 A c	0,218 A b
SMA504-2	0,293 A e	0,244 A d	0,577 B g	0,624 A h	0,195 A f	0,195 A d
SMA502-1	0,293 A e	0,246 A d	0,621 A f	0,625 A h	0,180 A g	0,177 A f
SMA520-5	0,302 A e	0,203 B c	0,671 A c	0,673 A e	0,213 A c	0,215 A b
Asterix	0,312 A e	0,239 B d	0,657 A d	0,669 A e	0,190 A f	0,195 A d
Média	0,253	0,214	0,666	0,670	0,204	0,205
CV%	4,96	4,86	1,15	0,94	1,83	1,63

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 4** – Área abaixo da curva de progressão dos teores de amido e amilose na matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão dos teores de amido		Progressão dos teores de amilose	
	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA508-2	7,49 A a <sup>1</sup>	6,69 B d	0,247 A b	0,248 A b
Asterix	7,24 A b	7,28 A a	0,224 A c	0,233 A c
SMA513-2	7,16 A b	6,97 A b	0,236 A c	0,222 A c
SMA501-1	7,14 A b	7,13 A a	0,172 A f	0,198 A c
SMA505-7	7,06 A c	6,73 A d	0,205 A d	0,191 A e
SMIJ461-1	7,05 A c	7,17 A a	0,259 A a	0,231 A c
SMA503-1	7,05 A c	6,69 A d	0,188 B e	0,250 A b
SMA506-4	6,93 A d	6,72 A d	0,193 A e	0,205 A e
SMA508-4	6,90 A d	6,84 A c	0,258 A a	0,264 A a
SMA502-1	6,88 A d	6,79 A c	0,204 A d	0,229 A c
SMA517-2	6,88 A d	6,98 A b	0,233 A c	0,217 A d
SMA505-3	6,78 A e	6,64 A d	0,226 A c	0,222 A c
SMA514-8	6,76 A e	7,11 A a	0,229 A c	0,213 A d
SMA516-2	6,69 A e	6,85 A c	0,209 A d	0,218 A d
SMA504-2	6,68 A e	6,39 A e	0,231 A c	0,231 A c
SMA505-2	6,65 A f	6,46 A e	0,208 A d	0,225 A c
SMA517-3	6,59 B f	7,02 A b	0,244 A b	0,201 B e
SMA520-5	6,57 B f	7,17 A a	0,213 A d	0,202 A e
SMA514-11	6,55 B f	6,96 A b	0,244 A b	0,226 A c
SMA519-1	6,45 B g	6,90 A b	0,237 A c	0,228 A c
SMA514-10	6,29 B h	7,06 A b	0,228 A c	0,210 A d
Média	6,85	6,88	0,224	0,223
CV(%)	1,22	1,26	3,73	3,98

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 5** – Área abaixo da curva de progressão dos teores de amido e amilose na matéria seca dos tubérculos de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão dos teores de amido		Progressão dos teores de amilose	
	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA516-2	6,23 A a <sup>1</sup>	5,94 A a	0,254 A f	0,248 A d
SMA517-2	6,04 A b	5,59 B b	0,239 A g	0,266 A c
SMA505-2	5,92 A b	5,96 A a	0,277 A d	0,289 A b
SMA519-1	5,91 A b	5,68 A b	0,266 B e	0,301 A b
SMA517-3	5,82 A c	5,67 A b	0,273 A d	0,302 A b
SMA508-4	5,81 A c	5,78 A a	0,298 A b	0,318 A a
SMA502-1	5,80 A c	5,82 A a	0,252 A f	0,246 A d
SMA514-10	5,79 A c	5,53 A c	0,265 A e	0,272 A c
SMA503-1	5,73 A c	5,48 A c	0,271 A d	0,272 A c
SMA514-11	5,66 A d	5,67 A b	0,236 A g	0,245 A d
SMA505-3	5,62 A d	5,78 A a	0,291 A c	0,281 A b
SMA513-2	5,58 A d	5,36 A c	0,245 A g	0,263 A c
SMA504-2	5,48 A e	5,60 A b	0,289 A c	0,288 A b
SMA505-7	5,48 A e	5,52 A c	0,302 A b	0,284 A b
SMA508-2	5,39 A e	5,47 A c	0,286 A c	0,275 A c
SMA506-4	5,38 A e	5,45 A c	0,282 A c	0,291 A b
SMA514-8	5,35 A e	5,50 A c	0,233 A g	0,234 A d
SMA520-5	5,28 A e	5,35 A c	0,276 A d	0,293 A b
SMA501-1	5,25 A e	5,29 A c	0,297 A b	0,268 A c
Asterix	4,99 A f	5,07 A d	0,306 A b	0,297 A b
SMIJ461-1	4,90 A f	4,98 A d	0,324 A a	0,329 A a
Média	5,59	5,55	0,274	0,279
CV(%)	1,82	2,13	2,96	3,89

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 6** – Classificação de 21 clones de batata armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias, na primavera em relação a cinco caracteres de qualidade para o processamento industrial, com os valores relativos ao índice de postos de Mulamba & Mock (1978). Santa Maria, RS.

Clones	10°C						20°C					
	AR <sup>1</sup>	CC	MS	AM	AL	Total	AR	CC	MS	AM	AL	Total
SMA501-1	18	7	12	4	21	<b>62</b>	7	6	12	4	20	<b>49</b>
SMA502-1	13	21	19	10	18	<b>81</b>	14	20	15	14	7	<b>70</b>
SMA503-1	10	6	14	6	20	<b>56</b>	4	9	8	17	2	<b>40</b>
SMA504-2	17	18	18	15	9	<b>77</b>	19	16	18	21	5	<b>79</b>
SMA505-2	14	13	16	16	16	<b>75</b>	15	14	16	20	10	<b>75</b>
SMA505-3	11	19	21	12	12	<b>75</b>	16	21	21	19	11	<b>88</b>
SMA505-7	21	20	15	5	17	<b>78</b>	21	19	14	15	21	<b>90</b>
SMA506-4	9	9	17	8	19	<b>62</b>	9	2	17	16	17	<b>61</b>
SMA508-2	4	11	2	1	3	<b>21*</b>	11	15	2	18	3	<b>49</b>
SMA508-4	16	1	8	9	2	<b>36</b>	17	1	7	13	1	<b>39</b>
SMA513-2	2	4	3	3	7	<b>19*</b>	1	4	3	9	12	<b>29*</b>
SMA514-8	7	5	6	13	10	<b>41</b>	10	10	5	5	15	<b>45</b>
SMA514-10	3	8	5	21	11	<b>48</b>	12	8	10	6	16	<b>52</b>
SMA514-11	5	16	4	19	4	<b>48</b>	5	17	4	10	9	<b>45</b>
SMA516-2	8	14	9	14	15	<b>60</b>	6	12	20	12	13	<b>63</b>
SMA517-2	15	17	7	11	8	<b>58</b>	13	13	6	8	14	<b>54</b>
SMA517-3	6	12	20	17	5	<b>60</b>	3	11	19	7	19	<b>59</b>
SMA519-1	1	2	1	20	6	<b>30*</b>	2	5	1	11	8	<b>27*</b>
SMA520-5	19	10	13	18	14	<b>74</b>	8	7	13	2	18	<b>48</b>
Asterix	20	15	11	2	13	<b>61</b>	20	18	11	1	4	<b>54</b>
SMIJ461-1	12	3	10	7	1	<b>33</b>	18	3	9	3	6	<b>39</b>

<sup>1</sup>AR = açúcares Redutores; CC = coloração de chips; MS = matéria seca; AD = amido; AL = amilose.

\* Clones com menores somas de postos do que a melhor testemunha (SMIJ461-1).

**Tabela 7** – Classificação de 21 clones de batata armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias, no outono em relação a cinco caracteres de qualidade para o processamento industrial, com os valores relativos ao índice de postos de Mulamba & Mock (1978). Santa Maria, RS.

Clones	10°C						20°C					
	AR <sup>1</sup>	CC	MS	AM	AL	Total	AR	CC	MS	AM	AL	Total
SMA501-1	3	8	6	19	5	<b>41*</b>	2	6	7	19	15	<b>49*</b>
SMA502-1	18	20	20	7	17	<b>82</b>	20	20	20	3	19	<b>82</b>
SMA503-1	6	6	12	9	13	<b>46</b>	3	8	11	14	13	<b>49*</b>
SMA504-2	19	21	15	13	7	<b>75</b>	19	21	17	9	9	<b>75</b>
SMA505-2	11	16	13	3	10	<b>53</b>	11	19	9	1	8	<b>48*</b>
SMA505-3	15	17	14	11	6	<b>63</b>	17	17	13	4	11	<b>62</b>
SMA505-7	4	15	11	14	3	<b>47</b>	10	15	14	12	10	<b>61</b>
SMA506-4	5	11	19	16	9	<b>60</b>	8	5	19	16	7	<b>55</b>
SMA508-2	16	3	1	15	8	<b>43*</b>	14	3	1	15	12	<b>45*</b>
SMA508-4	8	9	9	6	4	<b>36*</b>	7	10	10	5	2	<b>34*</b>
SMA513-2	7	1	16	12	18	<b>54</b>	6	1	15	17	17	<b>56</b>
SMA514-8	2	5	3	17	21	<b>48</b>	9	7	3	13	21	<b>53</b>
SMA514-10	13	13	4	8	15	<b>53</b>	16	16	5	11	14	<b>62</b>
SMA514-11	9	2	10	10	20	<b>51</b>	12	2	12	7	20	<b>53</b>
SMA516-2	14	10	18	1	16	<b>59</b>	15	9	18	2	18	<b>62</b>
SMA517-2	17	18	5	2	19	<b>61</b>	13	14	6	10	16	<b>59</b>
SMA517-3	10	19	21	5	12	<b>67</b>	4	18	21	8	3	<b>54</b>
SMA519-1	1	7	2	4	14	<b>28*</b>	1	12	2	6	4	<b>25*</b>
SMA520-5	20	12	7	18	11	<b>68</b>	5	11	8	18	6	<b>48*</b>
Asterix	21	14	17	20	2	<b>74</b>	18	13	16	20	5	<b>72</b>
SMIJ461-1	12	4	8	21	1	<b>46</b>	21	4	4	21	1	<b>51</b>

<sup>1</sup>AR = açúcares Redutores; CC = coloração de chips; MS = matéria seca; AD = amido; AL = amilose.

\* Clones com menores somas de postos do que a melhor testemunha (SMIJ461-1).

**Tabela 8** – Média da progressão dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) e ganhos indiretos de seleção (GS) no índice obtido com base na soma de postos, para cinco caracteres avaliados em tubérculos de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Caracteres a 10°C	Primavera				Outono			
	MCS <sup>1</sup>	COM	GS	GS%	MCS <sup>2</sup>	MCO	GS	GS%
Açúcares redutores	0,126	0,204	0,078	61,90	0,229	0,253	0,024	10,48
Coloração dos chips	0,659	0,636	0,023	3,62	0,688	0,666	0,022	3,30
Matéria seca	0,262	0,235	0,028	11,49	0,221	0,204	0,017	8,33
Amido	7,033	6,847	0,186	2,72	5,590	5,591	- 0,001	---
Amilose	0,240	0,223	0,016	7,14	0,287	0,274	0,013	4,74
<b>Total</b>				<b>86,87</b>				<b>26,85</b>
Caracteres a 20°C	MCS	COM	GS	GS%	MCS	MCO	GS	GS%
Açúcares redutores	0,123	0,201	0,078	63,41	0,190	0,214	0,024	12,63
Coloração dos chips	0,670	0,653	0,017	2,60	0,674	0,669	0,004	0,60
Matéria seca	0,271	0,243	0,028	11,52	0,217	0,205	0,012	5,85
Amido	6,935	6,883	0,052	0,75	5,573	5,547	0,026	0,47
Amilose	0,225	0,222	0,003	1,35	0,288	0,279	0,009	3,22
<b>Total</b>				<b>79,63</b>				<b>22,77</b>

<sup>1</sup> Conforme tabela 6, os clones selecionados na primavera a 10°C foram SMA508-2, SMA513-2 e SMA519-1, e, a 20°C os clones SMA513-2 e SMA519-1;

<sup>2</sup> Conforme tabela 7, os clones selecionados no outono a 10°C foram SMA501-1, SMA508-2, SMA508-4 e SMA519-1, e, a 20°C os clones SMA501-1, SMA503-1, SMA505-2, SMA508-2, SMA508-4, SMA519-1 e SMA520-5.

## **4. CAPÍTULO III – TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA SELEÇÃO DE CLONES DE BATATA COM CURTA DORMÊNCIA PARA OS CULTIVOS DE PRIMAVERA E OUTONO**

### **4.1 – Introdução**

Nas principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul o cultivo de batata (*Solanum tuberosum* L.) é realizado em duas safras anuais, sendo que muitas cultivares utilizadas tem um período de dormência maior do que o de entre-safras. O plantio de tubérculos dormentes resulta em uma emergência tardia e desuniforme das plantas, dificultando os tratos culturais e reduzindo a produtividade em relação ao potencial da cultivar (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; HIRANO, 2003; BISOGNIN et al., 2006). Portanto, nessas condições um longo período de dormência é indesejável quando os tubérculos são destinados para semente (WILTSHIRE & COBB, 1996).

A dormência dos tubérculos de batata pode ser definida como o estágio fisiológico no qual o crescimento do broto não será induzido mesmo em condições ambientais ideais (FONTES & FINGER, 1999; HIRANO, 2003). É um processo influenciado pelo balanço hormonal entre promotores e inibidores do crescimento (BISOGNIN, 1996), sendo um caráter genético e influenciado pela maturidade dos tubérculos, pela temperatura de armazenamento, pelo nível de infecção por patógenos, pelo tamanho dos tubérculos e pela temperatura e fotoperíodo durante o ciclo da cultura (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; ITTERSUM et al., 1993; FONTES & FINGER, 2000).

A partir do momento em que o tubérculo deixa de receber nutrientes da parte aérea, o mesmo passa a apresentar características próprias conforme a idade fisiológica (SOUZA, 2003). A idade fisiológica pode ser definida pelo avanço nos processos fisiológicos dos tubérculos, que após a colheita podem ser divididos em dormência, dominância apical, plena brotação e senescência (BISOGNIN, 1996; SOUZA, 2003). O final do período de dormência dos tubérculos é caracterizado pelo início da brotação, onde se observa, em algumas cultivares, a dominância apical, caracterizada pelo crescimento e desenvolvimento da gema apical e inibição da brotação das gemas laterais. O plantio de tubérculos nesse estágio de brotação leva a uma lavoura com poucas hastes, reduzindo a produtividade (HIRANO, 2003; BISOGNIN et al., 2006). Quando a gema apical é removida ou atenuando a dominância apical, ocorre o estímulo da brotação das gemas laterais (BEUKEMA & Van der ZAAG,

1979). A plena brotação é caracterizada pelo desenvolvimento da maioria dos brotos até a ramificação dos mais velhos (FONTES & FINGER, 1999). A plena brotação é considerado o estágio ideal para o plantio dos tubérculos (HIRANO, 2003; BISOGNIN et al., 2006), que começam a apresentar alguma perda de turgescência. A senescência é o estágio em que a batata-semente já perdeu a capacidade de emitir brotações vigorosas, ocorre uma ramificação intensa dos brotos e o esgotamento rápido das reservas dos tubérculos (BISOGNIN, 1996; SOUZA, 2003).

Devido ao estado metabolicamente ativo dos tubérculos dormentes, esses estão mais sujeitos ao efeito de fatores físicos, sendo o período de dormência afetado pela temperatura (WILTSHIRE & COBB, 1996). Dessa forma, a temperatura de armazenamento é muito utilizada para o manejo pós-colheita para acelerar ou retardar a brotação dos tubérculos. O armazenamento refrigerado tem sido amplamente utilizado para evitar as perdas de água por transpiração, reduzir a respiração e conseqüentemente, a perda de massa fresca (WILTSHIRE & COBB, 1996; CHITARRA & CHITARRA, 2005). O armazenamento refrigerado permite uma distribuição mais uniforme da oferta de batata-semente e também ajustar o estágio de plena brotação com a época mais adequada de plantio. Para efetivar essas práticas de manejo é necessário conhecer a resposta de cada clone a temperatura de armazenamento e sua interação com a época de cultivo, principalmente em regiões onde o plantio é realizado em épocas distintas, como é o caso do Rio Grande do Sul. No melhoramento genético, a temperatura de armazenamento também pode ser utilizada para facilitar a identificação de clones de curta dormência, caractere fundamental para que uma cultivar possa ser utilizada em duas safras anuais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da temperatura de armazenamento na seleção de clones de batata para curta dormência em tubérculos produzidos durante a primavera e o outono no Rio Grande do Sul.

## **4.2 – Material e Métodos**

Os clones avaliados foram anteriormente selecionados para curta dormência por COSTA (2007). Na primeira geração clonal, os tubérculos de cada família foram tratados com uma solução de etanol com 30ppm de ácido giberélico e armazenados a 20°C para o rompimento da dormência (BENEDETTI et al., 2005). Dessa forma, somente os tubérculos-semente de cada família que brotaram foram plantados e avaliados. Os tubérculos para este experimento foram produzidos em campo na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária

(FEPAGRO), em Júlio de Castilhos, RS, durante os cultivos de primavera, plantio em 23 de agosto de 2006 e outono, plantio em 1º de março de 2007. Os tratos culturais, o manejo das plantas e a dessecação da parte aérea com Paraquat, realizada 10 dias antes da colheita, seguiram as recomendações técnicas para o cultivo da batata (BISOGNIN, 1996).

Após a colheita, os tubérculos foram transportados para o Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), submetidos ao processo de cura, que consistiu no armazenamento a 20°C por 15 dias, e armazenados a 10 e 20°C e umidade relativa 85%  $\pm$ 5% por 90 dias. Foram avaliados os clones SMA501-1, SMA502-1, SMA503-1, SMA504-2, SMA505-2, SMA505-3, SMA505-7, SMA506-4, SMA508-2, SMA508-4, SMA513-2, SMA514-8, SMA514-10, SMA514-11, SMA516-2, SMA517-2, SMA517-3, SMA519-1, SMA520-5, SMIJ461-1 e Asterix. A cultivar Asterix e o clone SMIJ461-1 foram utilizados como testemunha por terem sido utilizados em outros trabalhos de armazenamento refrigerado (FREITAS et al., 2006). A cultivar Asterix também foi considerada como clone para padronizar o texto. O experimento foi conduzido em um fatorial de 21 clones, duas temperaturas de armazenamento e duas épocas de cultivo no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

As avaliações dos tubérculos foram realizadas aos 0, 30, 60 e 90 dias após o período de cura dos tubérculos. Foram determinados a porcentagem e o número de dias até 80% de tubérculos brotados, o número de brotos por tubérculo e a perda de massa fresca. Tubérculos brotados foram determinados pela contagem de tubérculos com pelo menos um broto maior que 2mm de comprimento (ITTERSUM, et al., 1993; FREITAS, 2006), sendo os valores expressos em porcentagem. O número de dias até 80% de tubérculos brotados, utilizado como indicador do final do período de dormência (ITTERSUM et al., 1993), foi estimado a partir da equação de regressão obtida pela interposição da porcentagem de tubérculos brotados com o período de armazenamento considerado. O número de brotos por tubérculo foi determinado através de contagem. A perda de massa fresca foi obtida pela diferença entre a massa fresca no início e no final do armazenamento, sendo os valores expressos em porcentagem. Com os valores obtidos foi determinada a área abaixo da curva de progressão calculada conforme BISOGNIN et al. (2002).

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias de clones comparadas pelo teste de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974) e de época de cultivo e temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. A identificação dos clones de curta dormência foi realizada com base na estimativa do número de dias até 80% dos tubérculos brotados quando armazenados a 20°C. Foram selecionados os clones que

obtivessem 80% de tubérculos brotados aos 60 dias na primavera e 90 dias de armazenamento no outono. O ganho indireto de seleção (GS) representou a diferença entre a média dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) para o número de brotos por tubérculo, a perda de massa fresca e a porcentagem de tubérculos brotados.

### 4.3 – Resultados

O teste F mostrou diferenças significativas para a interação entre clones x temperatura de armazenamento x época de cultivo para todas as variáveis analisadas. Tubérculos produzidos durante a primavera apresentaram maior número de brotos por tubérculo, perda de massa fresca e porcentagem de tubérculos brotados quando comparado ao cultivo de outono (Tabela 1). O armazenamento dos tubérculos a 10°C proporcionou menor perda de massa fresca e porcentagem de tubérculos brotados em ambos os cultivos. A temperatura de armazenamento somente afetou o número de brotos por tubérculo no cultivo de primavera.

A temperatura de armazenamento de 10°C manteve os tubérculos dormentes dos clones SMA513-2, SMA505-7, SMA520-5, SMA505-3, SMA508-4, SMA517-3, Asterix e SMIJ461-1 quando produzidos no outono. Porém na primavera, todos os clones tiveram pelo menos um tubérculo brotado, mesmo quando armazenados a 10°C (Tabelas 2 e 3). Com exceção do clone SMA513-2, que não apresentou desenvolvimento de brotos mesmo a 20°C no outono, todos os demais, em ambos os cultivos, apresentaram início de brotação quando armazenados a 20°C. O número médio de brotos por tubérculo dos clones produzidos na primavera foi 13 vezes maior do que no outono. Os clones SMA516-2, SMA506-4, SMA517-2, SMA514-10, SMA505-2, SMA504-2, SMA519-1, SMA508-2 e SMA514-11 no outono, e Asterix e SMA517-2 na primavera, tiveram o maior número de brotos por tubérculo quando armazenados a 20°C.

O armazenamento a temperatura de 10°C proporcionou as menores perdas de massa fresca para todos os clones em ambos os cultivos (Tabelas 2 e 3). Além disso, quando produzidos no outono, os clones apresentaram, em média, menor perda de massa fresca quando comparado à primavera em ambas as temperaturas de armazenamento. O armazenamento a 10°C proporcionou, em média, uma perda de massa fresca de 2,55 e 3,02 vezes menor do que o armazenamento a 20°C, respectivamente para clones produzidos na primavera e no outono. Na primavera os clones Asterix e SMA517-2 a 10°C e SMA514-11 e SMA517-2 a 20°C e no outono os clones SMA506-4, SMA17-2, SMA519-1, SMA517-3,

Asterix e SMIJ461-1 a 10°C e o clone SMA517-2 a 20°C apresentaram os maiores valores de perda de massa fresca.

O armazenamento dos tubérculos a 10°C reduziu a porcentagem de tubérculos brotados dos clones SMA503-1, SMA506-4, SMA516-2, SMA504-2, SMA519-1, SMA508-2, SMA514-11, SMA505-2, SMA505-7, SMA514-10, SMA505-3, SMA508-4, SMIJ461-1 e Asterix, quando produzidos no outono, enquanto que na primavera apenas os clones SMA504-2, SMA505-7, SMA517-3, SMA520-5, SMA514-10 (Tabelas 4 e 5).

No cultivo de primavera o número de dias até 80% de tubérculos brotados variou de 24 a 89 dias a 10°C e de 24 a 66 dias a 20°C, com uma média de 55 dias a 10°C e 38 dias a 20°C. Já no cultivo de outono, com exceção dos clones SMA503-1, SMA506-4 e SMA516-2, os demais clones não alcançaram 80% de tubérculos brotados durante o período de armazenamento a 10°C e os clones Asterix, SMA520-5, SMA514-8, SMA517-3 e SMA513-1 a 20°C.

Quando produzidos na primavera, apenas o clone SMA513-2 não foi selecionado por apresentar um período de dormência superior a 60 dias e, no outono, os clones SMA513-2, SMA514-8, SMA517-3, SMA520-5 e Asterix não foram selecionados por não apresentarem 80% dos tubérculos brotados em 90 dias de armazenamento a 20°C (Tabelas 4 e 5). Todos os demais clones apresentaram período de dormência aceitável para serem utilizados como cultivares nas condições de cultivo da região central do Rio Grande do Sul. A seleção de clones produzidos no outono proporcionou maiores ganhos indiretos de seleção quando comparado ao cultivo de primavera para número de brotos por tubérculo e porcentagem de tubérculos brotados (Tabela 6).

#### **4.4 – Discussão**

Nas condições de cultivo do Rio Grande do Sul são realizadas duas safras anuais, o que justifica a seleção de clones de curta dormência, uma vez que o período entre a colheita e o próximo plantio é de aproximadamente 60 a 90 dias. Para essas condições é necessário selecionar cultivares cujos tubérculos rompam a dormência até o início do plantio. Neste experimento houve interação entre época de cultivo e clones, indicando que a época de cultivo afeta o período de dormência dos clones de forma diferenciada, sendo que o armazenamento a 20°C acelerou a brotação dos tubérculos comparado ao armazenamento a 10°C. Esses resultados estão de acordo com FONTES & FINGER (1999) que armazenaram tubérculos da

cultivar Bintje a 4-5°C ou a 25°C e permaneceram dormentes, respectivamente por dez e três meses.

O comportamento pós-colheita dos tubérculos depende, em grande parte, das condições de cultivo, que afetam a maturidade fisiológica e, em consequência, a idade fisiológica (CALDIZ et al. 2001). A casca de tubérculos imaturos é pouco resistente e as paredes celulares abaixo da epiderme são mais finas que em tubérculos maduros (FONTES & FINGER, 2000), o que influencia principalmente, o período de dormência e a perda de massa fresca dos tubérculos. Nesse sentido, o processo de cura dos tubérculos antes do armazenamento é muito importante, pois permite que seja completado o desenvolvimento da casca e a suberização, tornando os tubérculos menos vulneráveis ao ataque de microrganismos e a perda de massa fresca pela maior transpiração nas áreas lesionadas.

Perdas de massa fresca durante o armazenamento dos tubérculos são inevitáveis pois mesmo em dormência ocorrem perdas devido a respiração. No entanto, após o início da brotação as perdas são potencializadas pois ocorre, além de um aumento na atividade respiratória dos tubérculos, maiores perdas de água principalmente por evaporação e transpiração da água. A respiração é o processo responsável pela manutenção da célula viva, através da produção de compostos orgânicos altamente energéticos (ATP) (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Em batata, os principais substratos utilizados na respiração são os carboidratos provenientes da hidrólise dos grãos de amido armazenados no amiloplasto (FONTES & FINGER, 2000). A perda de água é responsável por 98% da perda de massa fresca, no entanto, quando a casca dos tubérculos está madura e intacta, permite uma passagem de vapor de água 28 vezes menor à observada em casca imatura (FONTES & FINGER, 2000). Nas condições de cultivo de outono o crescimento potencial dos tubérculos normalmente não é atingido, fazendo com que ocorra a colheita de tubérculos imaturos. Tubérculos imaturos apresentam, em geral, maior período de dormência do que tubérculos maduros (BEUKEMA & Van der ZAAG, 1979; PÓGI & BRINHOLI, 1995) e menores perdas de massa fresca, o que confirma os resultados deste trabalho.

Quando comparado ao cultivo de outono, tubérculos produzidos durante a primavera apresentaram maiores porcentagem de tubérculos brotados e de número de brotos por tubérculo, o que potencializa as perdas de massa fresca devido à remobilização dos carboidratos armazenados para sustentar o crescimento dos brotos (WILTSHIRE & COBB, 1996). Parte dessa perda de massa fresca pode ser minimizada pelo armazenamento a baixas temperaturas, que diminui a atividade fisiológica dos tubérculos e a respiração, além de uma

redução da atividade de patógenos (LYNCH et al., 2003; CHITARRA & CHITARRA, 2005). A redução da temperatura de armazenamento de 20°C para 10°C promoveu, em média, uma redução de 1,67 e 3,55 vezes no número de brotos por tubérculo quando foram produzidos na primavera e outono, respectivamente. Ou seja, em tubérculos produzidos no outono, o armazenamento a 10°C foi eficiente em manter o período de dormência da maioria dos clones, enquanto que em tubérculos produzidos na primavera, temperaturas menores do que 10°C são necessárias para manter a dormência dos mesmos. Quando os tubérculos foram produzidos na primavera, mesmo o armazenamento a 10°C possibilitou a brotação até o plantio de outono e minimizou as perdas de massa fresca. No entanto, quando os tubérculos foram produzidos no outono, a temperatura de armazenamento a 20°C não foi suficiente para promover a quebra da dormência de alguns clones até 90 dias de armazenamento. Dessa forma, para tubérculos produzidos no outono é necessário o armazenamento em temperaturas maiores do que 20°C ou a utilização de métodos químicos de quebra de dormência, como o ácido giberélico, para promover uma adequada brotação dos tubérculos até o momento do plantio (ITTERSUM et al., 1993, CALDIZ et al., 2001; BISOGNIN et al., 1996; BISOGNIN et al., 2006).

Um longo período de dormência, no entanto, é desejável quando os tubérculos são destinados ao consumo, uma vez que durante esse período os processos fisiológicos dos tubérculos encontram-se no menor nível e o consumo de carboidratos, respiração e, conseqüente, a perda de massa fresca são minimizados. A temperatura de armazenamento pode ser utilizada como forma de manejo para antecipar ou retardar a quebra da dormência, no entanto, além do efeito da cultivar, a época de cultivo tem que ser considerada. Neste experimento ficou evidente que tubérculos produzidos durante o outono apresentaram maior período de dormência do que os de primavera, ou seja, foi necessário um maior número de dias até atingir 80% dos tubérculos brotados. O maior período de dormência está diretamente associado à maturidade dos tubérculos e, em conseqüência, ao tamanho dos mesmos, pois a máxima dormência ocorre no início da tuberização (HIRANO, 2003). Dessa forma, tubérculos menores possuem maior dormência do que tubérculos maiores, além de resultarem em menor número de hastes, número de tubérculos e conseqüentemente produtividade total (BISOGNIN et al., 1998). No entanto, a temperatura de armazenamento pode ser também utilizada como uma forma de manejo da idade fisiológica dos tubérculos. O armazenamento a 17°C por quatro semanas antes do plantio resultou em tubérculos com maior brotação do que aqueles armazenados a 4°C pelo mesmo período (CALDIZ et al., 2001). Dessa forma, a

juvenilidade dos tubérculos produzidos no outono pode ser manejada com o aumento da temperatura de armazenamento.

Tendo em vista que o período entre os cultivos de primavera e outono é de aproximadamente 60 a 90 dias na região central do Rio Grande do Sul, adotou-se como critério de seleção os clones que apresentassem intervalo de dias até 80% dos tubérculos brotados inferior a 60 e 90 dias, respectivamente quando produzidos na primavera e outono e armazenados a 20°C. Dessa forma, com exceção de apenas um clone na primavera e de cinco clones no outono (Tabela 5), todos os demais seriam selecionados por apresentarem curta dormência. Isso demonstra que a seleção realizada nas primeiras gerações clonais para este conjunto de clones foi eficiente. Quando comparado o ganho indireto de seleção para curta dormência, o cultivo de outono resultou em um maior ganho de seleção (36,6%) do que o de primavera (5,0%). Dessa forma, a seleção de clones para curta dormência mostra-se mais efetiva em tubérculos produzidos durante o outono, tanto para número de brotos por tubérculo quanto para porcentagem de tubérculos brotados.

#### **4.5 – Conclusões**

Tubérculos produzidos durante a primavera apresentam menor período de dormência do que quando produzidos no outono;

A temperatura de armazenamento pode ser manejada de forma a antecipar ou retardar a quebra da dormência dos tubérculos;

Os maiores ganhos de seleção para curta dormência são obtidos quando os tubérculos são produzidos no outono; e

Os clones SMA501-1, SMA502-1, SMA503-1, SMA504-2, SMA505-2, SMA505-3, SMA505-7, SMA506-4, SMA508-2, SMA508-4, SMA514-10, SMA514-11, SMA516-2, SMA517-2, SMA519-1 e SMIJ461-1 apresentam potencial de utilização como novas cultivares em dois cultivos anuais.

**Tabela 1** – Valores médios da área abaixo da curva de progressão do número de brotos por tubérculo e da porcentagem de perda de massa fresca e de tubérculos brotados de clones de batata produzidos na primavera e no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Época de cultivo	Progressão média do número de brotos por tubérculo		Progressão média da perda de massa fresca		Progressão média de tubérculos brotados	
	10°C	20°C	10°C	20°C	10°C	20°C
Primavera	0,0492 B a <sup>1</sup>	0,0837 A a	0,0122 B a	0,0311 A a	0,583 B a	0,716 A a
Outono	0,0018 A b	0,0064 A b	0,0099 B b	0,0272 A b	0,059 B b	0,229 A b
CV%	37,03		9,08		15,43	

<sup>1</sup>Médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2** – Área abaixo da curva de progressão do número de brotos por tubérculo e porcentagem de perda de massa fresca dos tubérculos de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão do n° de brotos por tubérculo		Progressão da perda de massa fresca	
	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA506-4	0,086 A a <sup>1</sup>	0,088 A c	0,0128 B c	0,0306 A c
SMA503-1	0,083 A a	0,104 A b	0,0096 B a	0,0250 A b
SMA514-11	0,077 A a	0,113 A b	0,0145 B d	0,0467 A e
SMA508-2	0,074 A a	0,067 A c	0,0156 B d	0,0249 A b
SMA505-2	0,074 A a	0,107 A b	0,0103 B b	0,0300 A c
Asterix	0,063 B a	0,134 A a	0,0182 B e	0,0393 A d
SMA501-1	0,060 A a	0,076 A c	0,0111 B b	0,0296 A c
SMA517-2	0,056 B a	0,145 A a	0,0176 B e	0,0507 A e
SMIJ461-1	0,054 A a	0,059 A c	0,0094 B a	0,0235 A b
SMA505-3	0,050 A b	0,085 A c	0,0100 B a	0,0263 A b
SMA502-1	0,049 A b	0,062 A c	0,0140 B d	0,0328 A c
SMA505-7	0,045 A b	0,086 A c	0,0120 B c	0,0359 A d
SMA504-2	0,040 B b	0,106 A b	0,0108 B b	0,0350 A d
SMA513-2	0,040 A b	0,040 A c	0,0125 B c	0,0280 A c
SMA519-1	0,039 A b	0,081 A c	0,0101 B a	0,0198 A a
SMA516-2	0,038 A b	0,084 A c	0,0130 B c	0,0369 A d
SMA514-8	0,035 A b	0,076 A c	0,0139 B d	0,0326 A c
SMA508-4	0,027 A c	0,066 A c	0,0108 B b	0,0239 A b
SMA517-3	0,018 A c	0,061 A c	0,0082 B a	0,0279 A c
SMA514-10	0,011 A c	0,037 A c	0,0108 B b	0,0268 A b
SMA520-5	0,006 B c	0,070 A c	0,0109 B b	0,0278 A c
Média	0,049	0,083	0,0122	0,0311
CV(%)	33,92	23,59	7,78	8,11

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 3** – Área abaixo da curva de progressão do número de brotos por tubérculo e porcentagem de perda de massa fresca dos tubérculos de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão do n° de brotos por tubérculo		Progressão da perda de massa fresca (%)	
	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA503-1	0,0097 A a <sup>1</sup>	0,0084 A a	0,0083 B c	0,0229 A c
SMA516-2	0,0046 A b	0,0101 A a	0,0060 B b	0,0270 A d
SMA506-4	0,0037 A b	0,0095 A a	0,0131 B e	0,0319 A e
SMA502-1	0,0037 A b	0,0034 A b	0,0126 B d	0,0322 A e
SMA501-1	0,0034 A b	0,0027 A b	0,0041 B b	0,0117 A a
SMA517-2	0,0028 A c	0,0092 A a	0,0148 B e	0,0411 A f
SMA514-10	0,0022 A c	0,0088 A a	0,0118 B d	0,0250 A c
SMA505-2	0,0019 A c	0,0071 A a	0,0077 B c	0,0230 A c
SMA504-2	0,0017 B c	0,0102 A a	0,0105 B d	0,0254 A c
SMA519-1	0,0017 B c	0,0161 A a	0,0138 B e	0,0337 A e
SMA508-2	0,0017 A c	0,0099 A a	0,0020 B a	0,0141 A a
SMA514-11	0,0011 A c	0,0088 A a	0,0102 B d	0,0314 A e
SMA514-8	0,0005 A c	0,0017 A b	0,0082 B c	0,0347 A e
SMA513-2	0,0000 A c	0,0000 A b	0,0049 B b	0,0189 A b
SMA505-7	0,0000 A c	0,0071 A a	0,0047 B b	0,0216 A b
SMA520-5	0,0000 A c	0,0053 A b	0,0100 B d	0,0270 A d
SMA505-3	0,0000 A c	0,0037 A b	0,0082 B c	0,0273 A d
SMA508-4	0,0000 A c	0,0026 A b	0,0118 B d	0,0278 A d
SMA517-3	0,0000 A c	0,0028 A b	0,0166 B e	0,0307 A e
Asterix	0,0000 A c	0,0042 A b	0,0136 B e	0,0316 A e
SMIJ461-1	0,0000 A c	0,0020 A b	0,0146 B e	0,0329 A e
Média	0,0018	0,0064	0,0099	0,0272
CV(%)	83,35	49,77	15,64	6,92

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 4** – Área abaixo da curva de progressão da porcentagem de tubérculos brotados e o número estimado de dias até 80% de tubérculos brotados de clones de batata produzidos na primavera e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão de tubérculos brotados		Nº de dias até 80% de tubérculos brotados	
	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA503-1	0,823 A a <sup>1</sup>	0,823 A a	24	24
SMA504-2	0,417 B b	0,823 A a	89	24
SMA505-2	0,748 A a	0,823 A a	29	24
SMA505-3	0,672 A a	0,823 A a	47	24
SMA505-7	0,486 B b	0,823 A a	70	24
SMA506-4	0,710 A a	0,823 A a	44	24
SMA508-2	0,823 A a	0,823 A a	24	24
SMA514-11	0,768 A a	0,823 A a	39	24
SMA502-1	0,672 A a	0,786 A a	47	39
SMA516-2	0,674 A a	0,786 A a	45	39
SMA517-2	0,710 A a	0,786 A a	44	39
SMA508-4	0,542 A a	0,748 A a	56	29
Asterix	0,786 A a	0,748 A a	45	49
SMA501-1	0,596 A a	0,674 A b	51	45
SMA517-3	0,359 B b	0,672 A b	83	47
SMIJ461-1	0,674 A a	0,634 A b	39	29
SMA519-1	0,674 A a	0,558 A c	45	51
SMA520-5	0,088 B c	0,558 A c	---	51
SMA514-10	0,213 B c	0,539 A c	82	52
SMA513-2	0,412 A b	0,484 A c	73	66
SMA514-8	0,375 A b	0,482 A c	75	54
Média	0,583	0,716	55	38
CV(%)	16,68	7,50		

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

<sup>2</sup> Tubérculos não atingiram 80% de brotação durante 90 dias de armazenamento.

**Tabela 5** – Área abaixo da curva de progressão da porcentagem de tubérculos brotados e o número estimado de dias até 80% de tubérculos brotados de clones de batata produzidos no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Clones	Progressão de tubérculos brotados		Nº de dias até 80% de tubérculos brotados	
	10°C	20°C	10°C	20°C
SMA503-1	0,319 B a <sup>1</sup>	0,542 A a	79	52
SMA506-4	0,170 B b	0,468 A b	84	69
SMA516-2	0,151 B b	0,431 A b	87	72
SMA504-2	0,037 B d	0,319 A c	---	79
SMA519-1	0,113 B c	0,319 A c	---	79
SMA508-2	0,037 B d	0,282 A c	---	81
SMA514-11	0,037 B d	0,282 A c	---	81
SMA505-2	0,113 B c	0,244 A d	---	82
SMA505-7	0,000 B d	0,244 A d	---	82
SMA517-2	0,094 A c	0,207 A d	---	82
SMA514-10	0,018 B d	0,206 A d	---	84
SMA502-1	0,094 A c	0,170 A e	---	84
SMA505-3	0,000 B d	0,170 A e	---	84
SMA508-4	0,000 B d	0,170 A e	---	84
SMIJ461-1	0,000 B d	0,170 A e	---	84
SMA501-1	0,037 A d	0,151 A e	---	87
Asterix	0,000 B d	0,150 A e	---	---
SMA520-5	0,000 A d	0,113 A f	---	---
SMA514-8	0,018 A d	0,094 A f	---	---
SMA517-3	0,000 A d	0,075 A f	---	---
SMA513-2	0,000 A d	0,000 A g	---	---
Média	0,059	0,229		
CV(%)	53,44	19,59		

<sup>1</sup> Médias de clones não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott e de temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

<sup>2</sup> Tubérculos não atingiram 80% de brotação durante 90 dias de armazenamento.

**Tabela 6** – Média da progressão dos clones selecionados (MCS) e originais (MCO) e ganho indireto de seleção (GS), para três caracteres avaliados em tubérculos de 21 clones de batata produzidos na primavera e no outono e armazenados a 10 e 20°C durante 90 dias. Santa Maria, RS.

Caracteres 20°C	Primavera				Outono			
	MCS <sup>1</sup>	MCO	GS	GS%	MCS <sup>2</sup>	MCO	GS	GS%
Número de brotos por tubérculo	0,0853	0,0830	0,0023	2,77	0,0075	0,0064	0,0011	17,18
Perda de massa fresca	0,0313	0,0311	0,0002	0,64	0,0268	0,0272	- 0,0004	----
Porcentagem de tubérculos brotados	0,7277	0,7160	0,0117	1,63	0,2734	0,2290	0,0444	19,39
Total				5,04				36,57

<sup>1</sup> Conforme tabela 4, os clones selecionados na primavera a 20°C foram SMA501-1, SMA502-1, SMA503-1, SMA504-2, SMA505-2, SMA505-3, SMA505-7, SMA506-4, SMA508-2, SMA508-4, SMA514-8, SMA514-10, SMA514-11, SMA516-2, SMA517-2, SMA517-3, SMA519-1, SMA520-5, SMIJ461-1 e Asterix;

<sup>2</sup> Conforme tabela 5, os clones selecionados no outono a 20°C foram SMA501-1, SMA502-1, SMA503-1, SMA504-2, SMA505-2, SMA505-3, SMA505-7, SMA506-4, SMA508-2, SMA508-4, SMA514-10, SMA514-11, SMA516-2, SMA517-2, SMA519-1 e SMIJ461-1.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de dois cultivos anuais na região central do Rio Grande do Sul requer, para a adaptação das cultivares, curta dormência e maturidade suficientemente precoce para completar o ciclo. O uso de cultivares de curta dormência possibilita o plantio da batata-semente já na próxima safra, sem afetar o potencial produtivo e, associado à maturidade precoce, o ajuste do ciclo da cultura nas melhores condições ambientais de primavera e outono. Isso favorece o melhoramento genético, pois podem ser executadas duas gerações de seleção por ano, o que reduz o tempo necessário para o lançamento de novas cultivares. No entanto, as condições ambientais dos cultivos de primavera e outono são contrastantes, o que pode influenciar na expressão dos caracteres sob seleção, principalmente os de qualidade de processamento e de dormência dos tubérculos.

O cultivo de primavera é caracterizado por temperatura, fotoperíodo e disponibilidade de radiação solar crescentes. Dessa forma, o ciclo de crescimento e desenvolvimento da batata acompanha o progressivo aumento desses fatores ambientais, o que favorece o crescimento e desenvolvimento dos tubérculos. No cultivo de outono, as condições ambientais evoluem de forma inversa ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Nesse cultivo, o final do ciclo da planta ocorre devido à radiação solar atingir níveis limitantes ao crescimento e as plantas nem sempre atingirem a senescência natural. Portanto, tubérculos produzidos durante a primavera atingem a maturidade, o que nem sempre acontece com os tubérculos produzidos no outono. Os resultados deste trabalho mostram que a maturidade dos tubérculos afeta, principalmente, os teores de matéria seca e amido e a dormência dos tubérculos. Tubérculos produzidos durante a primavera apresentaram menor período de dormência e maiores teores de matéria seca e amido comparado com o cultivo de outono.

A época de cultivo conduz à seleção de diferentes conjuntos de clones. No entanto, os clones SMA508-2, SMA508-4 e SMA519-1 apresentaram bom desempenho em ambas as épocas e poderiam ser indicados para o cultivo nas duas safras, visando atender a demanda por produtos processados de alta qualidade. Para alguns caracteres, os maiores ganhos de seleção foram obtidos quando os tubérculos foram produzidos na primavera, como para açúcares redutores, coloração dos chips, amido e amilose, para outros caracteres o maior ganho foi no cultivo de outono, como para curta dormência, e para o teor de matéria seca, ganhos similares de seleção foram obtidos em ambos os cultivos.

Apesar de a época de cultivo afetar a qualidade de processamento dos tubérculos, a temperatura de armazenamento também exerce grande influência na qualidade pós-colheita e os clones responderam de forma distinta. No entanto, quando o objetivo é a seleção de clones destinados ao processamento industrial na forma de chips, os clones devem tolerar o armazenamento refrigerado sem afetar a qualidade de processamento, que minimiza as perdas de massa fresca e o ataque de pragas e doenças. Neste trabalho foi identificado o clone SMA519-1, que apresentou a melhor combinação de caracteres em ambos os cultivos e durante o armazenamento refrigerado. Além disso, o clone SMA519-1 apresentou um período de dormência de 59 dias na primavera e 81 dias no outono, suficientes para a utilização em dois cultivos anuais. Independente da temperatura de armazenamento, a seleção dos clones produzidos na primavera proporcionou, em média, maiores ganhos indiretos de seleção (83,25%) quando comparado ao cultivo de outono (24,81%). O armazenamento a 10°C promoveu os maiores ganhos de seleção para coloração dos chips e amilose independente da época de cultivo, enquanto que para amido, os maiores ganhos de seleção foram obtidos na primavera quando os tubérculos foram armazenados a 10°C e no outono a 20°C. Apesar de o armazenamento refrigerado ser uma importante ferramenta utilizada para a manutenção da qualidade de processamento dos tubérculos de batata, são necessários outros estudos para cada clone ou cultivar para determinar a melhor combinação de tempo, temperatura de armazenamento e época de cultivo.

Apesar de uma alta qualidade ser requerida em tubérculos destinados ao processamento industrial na forma de chips, o período de dormência dos tubérculos deve ser compatível com o intervalo entre cultivos. Dessa forma, a seleção de clones com curta dormência é necessária, pois o período entre-safras nas condições de cultivo da região central do Rio Grande do Sul é de aproximadamente 60-90 dias. Com exceção de apenas um clone na primavera e de cinco clones no outono, todos os demais seriam selecionados por apresentarem curta dormência, o que demonstra que a seleção realizada nas primeiras gerações clonais para esse conjunto de clones foi eficiente. O armazenamento a 10°C foi eficiente em retardar o início da brotação, principalmente em tubérculos produzidos durante o outono, o que é muito importante quando o objetivo é manter a qualidade de processamento.

Os resultados deste trabalho indicam que é possível combinar qualidade de processamento industrial com adaptação às condições de cultivo de primavera e outono e curta dormência, como é o caso do clone SMA519-1. Além disso, a época de cultivo e a temperatura de armazenamento dos tubérculos dos clones em avaliação afetam a magnitude do ganho de seleção, ou seja, para qualidade de processamento industrial e curta dormência

existem caracteres cujo ganho de seleção é maior no outono do que na primavera e vice-versa e que a maior expressão da variabilidade genética de alguns caracteres ocorre quando os tubérculos são armazenados a 10°C. A combinação de qualidade de processamento com produtividade e adaptação às condições de cultivo de primavera e outono contribuirá para a redução da dependência brasileira por cultivares estrangeiras e da importação de batata para processamento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREU, M.A. **Seleção de clones e identificação de marcadores genéticos para qualidade de processamento da batata**. 2004. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999.
- 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.
- BENEDETTI, M. et al. Quebra de dormência de minitubérculos de batata. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.31-38, 2005.
- BEUKEMA, H.P.; Van der ZAAG, D.E. **Potato improvement some factors and facts**. Wageningen, 1979, 222p.
- BISOGNIN, D. A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996, 64 p.
- BISOGNIN, D.A. et al. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata. **Informe Técnico**, UFSM, n.5, 2006.
- BISOGNIN, D.A. et al. Half-sib progeny evaluation and selection of potatoes resistant to the US8 genotype of *Phytophthora infestans* from crosses between resistant and susceptible parents. **Euphytica**, v.125, p.129-138, 2002.
- BISOGNIN, D.A.; AMARANTE, C.V.T.; CANCI, P.C. Quebra de dormência e de dominância apical em tubérculos de batata. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.1, p.23-26, 1996.
- BISOGNIN, D.A.; CENTENARO, R.; MISSIO, E.L. Uso do ácido giberélico na quebra de dormência e de dominância apical em batata. **Ciência Rural**, v.28, n.2, p.205-213, 1998.
- BLENKINSOP, R.W. et al. Changes in compositional parameters of tubers of potato (*Solanum tuberosum*) during low-temperature storage and their relationship to chip processing quality. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v.50, p.4545-4553, 2002.

- BRODY, J. Pointers on potatoes: potential of processed potatoes on the increase; product variables and process factors discussed; varieties check listed. **Food Engineer**, v. 47, n. 9, p. 124-132, 1969.
- CALDIZ, D.O. et al. Effects of the physiological age of seed potatoes on tuber initiation and starch and dry matter accumulation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.12, p.853-858, 1996.
- CALDIZ, D.O.; FERNANDEZ, L.V.; STRUIK, P.C. Physiological age index: a new, simple and reliable index to assess the physiological age of seed potato tubers based on haulm killing date and length of the incubation period. **Field Crops Research**, v.69, p.69-79, 2001.
- CAPEZIO, S. et al. Selección por peso específico en generaciones tempranas en el mejoramiento de la papa. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v. 5/6, n. 1, p. 54-63, 1992/93.
- CHALÁ, C.S.A. et al. Variabilidade genética para teor de açúcares redutores em batatas silvestres que ocorrem no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.31, p.43-47, 2001.
- CHAPPER, M. et al. Mudanças metabólicas após recondicionamento a 15°C de tubérculos de batata armazenados a baixa temperatura. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.700-705, 2004.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA, 2005.
- COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R.; CHAGAS, S. J. R. 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 color charts for determining chipping quality in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, v.23, p.291-298, 2003.
- COPP, L.J. et al. The relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers. **American Journal of Potato Research**, v.77, p.279-287, 2000.
- COSTA, L.C. **Desenvolvimento de clones de batata de alta qualidade de tubérculo a partir de genitores resistentes a requeima**. 2007. 79f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

COSTA, M.M. et al. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1095-1102, 2004.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997, 390p.

DIAS, D.C.F. Maturação de sementes. In: Revista Seed News, v.5, n.6, UFV, 2002. Disponível em: <[http://www.seednews.info.br/portugues/seed56/print\\_artigo56.html](http://www.seednews.info.br/portugues/seed56/print_artigo56.html)>. Acesso em: 20 ago. 2007.

DRISKILL Jr., E.P.; KNOWLES, L.O.; KNOWLES, N.R. Temperature-induced changes in potato processing quality during storage are modulated by tuber maturity. **American Journal of Potato Research**, v.84, n.5, p.367-383, 2007.

EDWARDS, C.G. et al. Changes in color and sugar content of yellow-fleshed potatoes stored at three different temperatures. **American Journal of Potato Research**, v.79, p.49-53, 2002.

ELLIS, R.P. et al. Starch Production and Industrial Use. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.77, p.289-311, 1998.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987. 279p.

FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B.; VIEITES, R.L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, v.61, p.598-603, 2004.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.

FICK, R.J.; BROOK, R.C. There shold sugar concentrations in Snowden potatoes during storage. **American Journal of Potato Research**. v.76, p.357-362, 1999.

FIGUEIREDO, C. A Batata no Estado do Rio Grande do Sul. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Parte 1, p. 44-52, 2003.

FONTE, P. C. R.; FINGER, F. L. Dormência dos tubérculos, crescimento da parte aérea e tuberização da batateira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.24-29, 1999.

FONTES, P.C.R.; FINGER, F.L. **Pós-colheita do tubérculo de batata**. Viçosa: UFV, 2000. 32p.

FRANCO, C.M.L. et al. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2002. 224p.

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

FREITAS, S.T. **Qualidade de processamento e envelhecimento fisiológico de clones de batata produzidos durante a primavera e outono na região central de Rio Grande do Sul**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

GILBERT, G. A.; SPRAGG, S. P. Iodometric determination of amylose. In: WHISTLER, R.L.(ed.) **Methods in carbohydrate chemistry starch**. New York: Academic Press, v.4, p168-169, 1964.

HAYES, R.J.; THILL, C.A. Genetic gain early generation selection for cold chipping genotypes in potato. **Plant Breeding**, v.122, p.158-163, 2003.

HERTOG, M.L.A.T.M.; TIJSKENS, L.M.M.; HAK, P.S. 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.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 8 de jan. 2008.

ITTERSUM, M.K.V.; SCHOLTE, K.; WARSHAVSKY, S. Advancing growth vigor of seed potatoes by a halum application of gibberellic acid and storage temperature regimes. **American Potato Journal**, v.70, p.21-34, 1993.

JAKUCZUN, H.; ZIMNOCH-GUZOWSKA, E. Inheritance of glucose content in tubers of diploid potato families. **American Journal of Potato Research**. v.81, p.359-370, 2004.

KAABER, L. et al. The effect of storage conditions on chemical content of raw potatoes and texture of cooked potatoes. **Potato Research**, v.44, p. 153-163, 2001.

LEONEL, M. Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão. In: I Seminário mineiro sobre processamento de batatas. **Anais...** Pouso Alegre: EPAMIG, 2005. CD ROM.

LIU, Q. et al. Physicochemical properties of dry matter and starch from potatoes grown in Canada. **Food Chemistry**, v.105, p.897-907, 2007.

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

LULAI, E.C.; ORR, P.H. Influence of potato specific gravity on yield and oil content of chips. **American Potato Journal**, v. 56, n. 2, p. 379-390, 1979.

LYNCH, D.R. et al. Inheritance of the response of fry color to low temperature storage. **American Journal of Potato Research**, v.80, p.341-344, 2003.

MARANGONI, A.G.; DUPLESSIS, P.M.; YADA, R.Y. Kinetic model for carbon partitioning in *Solanum tuberosum* tubers stored at 2°C and the mechanism for low temperature stress-induced accumulation of reducing sugars. **Biophysical Chemistry**, v.65, p.211-220. 1997.

MELO, P.E. Aptidão de cultivares de batata para consumo *in natura* e para processamento. In: GUEDES, J.V.C. **Seminário de atualização na cultura da batata**. Santa Maria: Sociedade de Agronomia de Santa Maria: UFSM, 1997, p.27-38.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 46p.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v.7, n.1, p.40-51, 1978.

NODA, T. et al. The effect of harvest dates on the starch properties of various cultivars. **Food Chemistry**, v.86, n.1, p.119-125, 2004.

O'DONOGHUE, E.P.; MARAGONI, A.G.; YADA, R.Y. The relationship of color with structural parameters of starch. **American Potato Journal**, v.73, p.545-558, 1996.

OLIVEIRA, V.R. et al. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. Nota. **Ciência Rural**, v.36, p.660-663, 2006.

PAIVA, J.R. et al. Seleção de clones de cajueiro comum pelo método em “tandem” e índice de classificação. **Ciência Agrotecnológica**, v.31, n.3, p.765-772, 2007.

PERCIVAL, G.C.; BAIRD, L. Influence of storage upon light-induced choro-genic acid accumulation in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). **Journal of Agricultural Chemistry**, v.48, p.2476-2482, 2000.

PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 567p., 2003.

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

SABBA, R.P. et al. Effect of planting and vine-kill timing on sugars, specific gravity and skin set in processing potato cultivars. **American Journal of Potato Research**. v.84, p.205-215, 2007.

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, A.C.F. Batata: alguns aspectos importantes. **Agropecuária Catarinense**, v.4, n.4, p.38-41, 1991.

SILVA, A.C.F. et al. Avaliação de cultivares e clones de batata no litoral catarinense. **Horticultura Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 34-35, 1992.

SILVA, L.A.S.; PINTO, C.A.B.P. Duration of the growth cycle and the yield potential of potato genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5; p.20-28, 2005.

SINGH, N. et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, v.81, p.219-231, 2003.

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

STARK, J. et al. Tuber quality, 2003. Disponível em:  
<<http://www.ag.uidaho.edu/potato/production/files/>>. Acesso em: 04 jul. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

VENDRUSCOLO, J.L. **Avaliação e melhoria das qualidades tecnológicas e sensoriais de genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) para a industrialização e consumo de mesa**. Pelotas: CPECT/EMBRAPA, 1998. 6p. (Subprojeto de Pesquisa nº0.5.0.99.080.05. Sistema Embrapa de Planejamento).

WILTZHIRE, J.J.J.; COBB, A.H. A review of the physiology of potato tuber dormancy. **Annual Applied Biologist**, v.129, p.553-569, 1996.

WONG YEN CHEONG, J.K.C.; GOVINDEN, N. Quality of potato during storage at three temperatures **Food and Agricultural Research Council**. Mauritius Sugar Industry Research Institute, p.175-179, AMAS, 1998.

ZORZELLA, C.A. et al. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.1, p.15-24, 2003a.

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

## ANEXOS

**ANEXO A – Tabela 1.** Genealogia dos clones selecionados no Programa de Genética e Melhoramento de Batata da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS.

População	Genealogia	Clones selecionados
A501	SMIJ319-1 x SMIJ461-1	A501-1
A502	Baronesa x SMIJ319-1	A502-1
A503	Pérola x SMIJ319-1	A503-1
A504	Michigan purple x SMIJ319-1	A504-2
A505	SMIJ456-4Y x Lady cristal	A505-2; A505-3; A505-7
A506	SMINIAIporã x SMIJ456-4Y	A506-4
A508	Asterix x SMIJ456-4Y	A508-2; A508-4
A513	H216-1 x SMIG274-3	A513-2
A514	E226-5 x SMIG274-3	A514-8; A514-10; A514-11
A516	Torridon x J060-2	A516-2
A517	Torridon x B1865-2	A517-2; A517-3
A519	H054-3 x Tollocan	A519-1
A520	Stirling x MSH419-1	A520-5