



**UFSM**

**Dissertação de Mestrado**

**QUALIDADE DE FRITURA DE TUBÉRCULOS DE  
BATATA PRODUZIDOS SOB CINCO DOSES DE  
NITROGÊNIO**

---

**Viviani Ruffo de Oliveira**

**PPGA**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**QUALIDADE DE FRITURA DE TUBÉRCULOS DE BATATA  
PRODUZIDOS SOB CINCO DOSES DE NITROGÊNIO**

por

**Viviani Ruffo de Oliveira**

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

**PPGA**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

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

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

**QUALIDADE DE FRITURA DE TUBÉRCULOS DE BATATA  
PRODUZIDOS SOB CINCO DOSES DE NITROGÊNIO**

elaborada por  
**Viviani Ruffo de Oliveira**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo - UFSM**

(Presidente / Orientador)

---

**Prof. Dr. Cassandro Vidal Amarante- UDESC/CAV**

---

**Prof. Dr. Dilson Antônio Bisognin - UFSM**  
(Co-orientador)

Santa Maria, 03 de março de 2005

*“Se não houver frutos,  
Valeu a beleza das flores  
Se não houver flores,  
Valeu a sombra das folhas  
Se não houver folhas  
Valeu a intenção da semente ! ”*

*(Henfil)*

## **DEDICO**

Ao meu grande amigo e marido Evandro pelo apoio, incentivo, paciência e compreensão durante estes anos de estudo.

Aos meus pais, Roberto e Neusa, por nunca terem medido esforços para me proporcionar uma boa educação, abdicando, muitas vezes, de interesses pessoais.

A minha querida filha Lara, que nem nasceu, mas já é o amor de nossas vidas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que é meu caminho e refúgio, pela força e serenidade nestes dois anos de trabalho.

Agradeço ao professor Jerônimo Luíz Andriolo, que foi um orientador muito presente, sempre me estimulando a prosseguir sem nunca desanimar.

Ao professor Dílson Antônio Bisognin, pelas orientações e sugestões que muito acrescentaram a este trabalho.

Ao professor Auri Brackmann, por seu apoio e incentivo à pesquisa.

A minha avó Daisy Eunice da Hora Ruffo que muito me ajudou neste trabalho.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por tornar possível a realização deste trabalho.

Aos meus amigos do Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita(NPP), Anderson Machado de Mello, Ana Paula Trevisan, Cláudia Kaehler Sautter, Rose Beatriz Antes e Sérgio Tonetto de Freitas pelo muito que me ajudaram na condução de meus experimentos.

Aos amigos Cristiano Steffens, Etiane Skrebsky e Daniel Alexandre Neuwald, pelas sugestões, companherismo e incentivo constante.

Aos colegas da Olericultura Adalberto Luiz de Paula, Fabiana Matielo de Paula, Rodrigo Godói, Orceal e Jean pelo auxílio na instalação do experimento.

Às professoras Lia e Luisa Helena R. Hecktheuer pela amizade e ajuda na parte laboratorial na análise sensorial .

Às professoras Leila Picolli e Tatiana Emanuelli do Núcleo de Investigações de Alimentos (NIDAL) por muitas vezes me auxiliarem em minhas análises de açúcares redutores.

Ao professor Valduíno Stefanel e a Sandra Feijó pelas sugestões estatísticas no trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1. A industrialização da batata .....	4
2.2. Teor de matéria seca dos tubérculos.....	6
2.3. Açúcares redutores.....	7
2.4. Efeitos do nitrogênio.....	9
2.5. Armazenamento dos tubérculos .....	10
2.6. Mecanismo da fritura .....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. Obtenção do material vegetal.....	15
3.2. Determinações após a colheita .....	16
3.3. Açúcares redutores.....	17
3.4. Armazenamento.....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
4.1. Após a colheita.....	19
4.2. Após o armazenamento.....	24
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>30</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1-** Teores de matéria seca, açúcares redutores e coloração dos chips de tubérculos de batata cv. Asterix produzidos sob cinco doses de nitrogênio após a cura. Santa Maria, UFSM, 2004..... 23
- FIGURA 2-** Matéria seca de tubérculos de batata cv. Asterix após 30 e 60 dias de armazenamento nas temperaturas de 4°C, 10°C e 20°C, produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004..... 27
- FIGURA 3-** Coloração dos chips de tubérculos de batata cv. Asterix após 30 e 60 dias de armazenamento nas temperaturas de 4°C, 10°C e 20°C, produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004..... 28
- FIGURA 4-** Açúcares redutores de tubérculos de batata cv. Asterix após 30 e 60 dias de armazenamento nas temperaturas de 4°C (a), 10°C (b) e 20°C (c) produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004..... 29

## LISTA DE ABREVIATURAS

B	Boro
Ca	Cálcio
cm	Centímetro
cv.	Cultivar
Cu	Cobre
dm	Decímetro
Fe	Ferro
g	Grama
h	Hora
ha	Hectare
K	Potássio
kg	Quilograma
L	Litro
m	Metro
mg	Miligrama
Mg	Magnésio
mL	Mililitro
mm	Milímetro
Mo	Molibdênio
mmol	Milimol
Mn	Manganês
$\mu$ L	Microlitro
$\mu$ m	Micrômetro
N	Nitrogênio
Na	Sódio
nm	Nanômetro
P	Fósforo
rpm	Rotações por minuto
Zn	Zinco

## **RESUMO**

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

### **QUALIDADE DE FRITURA DE TUBÉRCULOS DE BATATA PRODUZIDOS SOB CINCO DOSES DE NITROGÊNIO**

AUTORA: VIVIANI RUFFO DE OLIVEIRA  
ORIENTADOR: Dr. JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO  
Local e data da defesa: Santa Maria, 03 de março de 2005.

Atualmente, a batata é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil, sendo a fritura a forma preferencial de seu preparo, tanto doméstico quanto comercial. A batata que se destina ao processamento deve apresentar características de qualidade como tamanho e coloração uniformes dos tubérculos e tonalidade dourada-clara do chips. Os principais fatores condicionantes dessas características são o elevado teor de matéria seca, o baixo conteúdo de açúcares redutores e o formato dos tubérculos, sendo a qualidade dos chips influenciada por fatores genéticos e ambientais, como por exemplo a temperatura de armazenamento dos tubérculos. O objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade pós-colheita de tubérculos de batata destinados ao processamento de chips cultivados com cinco doses de nitrogênio durante o ciclo da cultura e posteriormente armazenados por 60 dias. A implantação da cultura foi realizada no dia 02 de setembro de 2003 no telado do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria-RS, utilizando a cultivar Asterix. Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas com diferentes doses de N, em  $\text{mmol.L}^{-1}$ , de 5,0(T1), 8,3(T2), 11,3(T3), 14,3(T4) e 16,3(T5). Os tubérculos foram colhidos no dia 17 de dezembro de 2003, aos 104 dias após o plantio e deixados em processo de cura durante 15 dias na temperatura de 20°C e agrupados em nove tubérculos por amostra e quatro repetições, sendo a seguir realizado as determinações da matéria seca, açúcares redutores e coloração dos chips. Os tratamentos foram então armazenados em câmaras frigoríficas por 30 e 60 dias nas temperaturas de 4°C, 10°C e 20°C e os tubérculos novamente avaliados para matéria seca, açúcares redutores e coloração dos chips. As doses de N aplicadas durante o crescimento e desenvolvimento da cultura da batata alteram a qualidade dos chips. Os resultados indicam que somente os tubérculos das doses T2 e T3 atingiriam o teor mínimo de matéria seca preconizado pela literatura, que é de  $20\text{g.}100\text{g}^{-1}$ . O teor de matéria seca dos tubérculos foi afetado pelo N, decrescendo com doses de N superiores a  $11,3 \text{ mmolN.L}^{-1}$  na solução nutritiva. Não foi observado relação entre os açúcares redutores e coloração dos chips com as doses de N aplicadas antes do armazenamento. Após o armazenamento a 4°C, o teor de matéria seca apresentou pequena variação com

as doses de N aos 30 dias, enquanto que aos 60 dias houve uma redução nessa característica. Nas temperaturas de 10°C e 20°C as curvas de regressão indicaram teores menores de matéria seca nas doses mais elevadas de nitrogênio. A matéria seca foi afetada pelas doses de N, temperatura e tempo de armazenamento. No entanto, as doses de N não afetaram a coloração dos chips independente da temperatura e do tempo de armazenamento. Outros fatores, além da adubação nitrogenada influenciam a coloração dos chips e o teor de açúcares redutores em tubérculos de batata da cultivar Asterix.

## **ABSTRACT**

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

# **CHIP QUALITY OF POTATO TUBERS PRODUCED UNDER FIVE DOSES OF NITROGEN**

AUTHOR: VIVIANI RUFFO DE OLIVEIRA  
ADVISER: Dr. JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO  
Place and date of defense: Santa Maria, march 3<sup>rd</sup>, 2005.

Nowadays, potato is the most important vegetable in Brazil and frying is the preferable way to consume it. Potato processing industry requires tubers characteristics as: uniform size and color, besides chip golden color. The main factors to achieve these characteristics are: high dry matter and low content of reducing sugars. Tuber quality is influenced by genetics and environmental factors such as storage temperature. The objective of this work was to evaluate chip processing quality produced with five doses of nitrogen. Tubers of cultivar Asterix were planted on september the 2<sup>nd</sup> in 2003 at UFSM. The treatments consisted of five N concentrations in the nutrient solution, expressed in mmol.L<sup>-1</sup>: 5.0(T1), 8.3(T2), 11.3(T3), 14.3(T4) and 16.3(T5). Tubers were harvested on december the 17<sup>th</sup> in 2003, 104 days after planting. Tubers cured for 15 days at 20°C and immediately after curing, tubers were organized in four replicates of nine tubers and determined dry matter, reducing sugars and chip color. Potatoes were stored in chambers at 4°C, 10°C and 20°C for 30 and 60 days and revalued for dry matter, reducing sugars and chip color. Nitrogen doses applied during potato growth alter chip quality. Dry matter content was affected by N doses, but these values reduced with doses higher than 11,3mmolN.L<sup>-1</sup>. The results show that only tubers from T2 and T3 achieved the minimum content of dry matter suggested by literature which is 20g.100g<sup>-1</sup>. It was not observed a relationship between reducing sugars and chip color with nitrogen doses before storage time. After the storage at 4°C, dry matter showed a little variation with N doses after 30 days of storage, while after 60 days it was observed a reduction of this characteristic. At 10 and 20°C the regression curves showed less content of dry matter according to higher doses of nitrogen. Nitrogen doses did not affect chips color, independently of temperature and storage time, however dry matter was affected by nitrogen doses, temperature and storage time. Other factors besides nitrogen influence chip color and reducing sugars at potato tubers cv. Asterix.

## 1-INTRODUÇÃO

A batata é uma dicotiledônea, da família *Solanaceae*, do gênero *Solanum* e espécie *Solanum tuberosum* L., originária dos Andes, região montanhosa da América do Sul, conhecida como batatinha ou batata inglesa. Foi introduzida na Europa por volta do ano de 1570, tornando-se um alimento básico na Irlanda a partir do século XVII e, posteriormente, na Inglaterra e na Holanda, daí seu nome batata-inglesa. Nos outros países europeus obteve aceitação apenas no século XVIII e na Alemanha só foi adotada definitivamente como alimento humano no início do século XIX. A partir de então, constituiu-se em alimento popular de muitas outras nações (FLANDRIN & MONTANARI, 1998). O melhoramento teve início nos países europeus, de onde a cultura retornou mais tarde para a América com muitas de suas características originais modificadas, sendo hoje cultivada em vários estados brasileiros (HIEBIG, 1999).

A batata transformou-se no alimento mais importante para as populações pobres de vários países, por ter custo acessível, ser altamente nutritiva e ter versatilidade gastronômica e tecnológica (SILVA, 1997; MELO, 1997; COELHO et al., 1999). É considerada uma das plantas alimentícias mais importantes para a humanidade e ocupa o quarto lugar em produção, depois do arroz, trigo e milho (BISOGNIN, 1996). É cultivada em cerca de 18 milhões de hectares no mundo, com uma produção superior a 301 milhões de toneladas. No Brasil, é cultivada em 152 mil hectares, com uma produção estimada de 2,58 milhões de toneladas (REIS JÚNIOR & MONNERAT, 2001). Atualmente, é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil, sendo a fritura a forma preferencial de seu preparo, tanto comercial quanto doméstico (RODRIGUES, 1990; SALLES, 1997; MELO, 1999; ZORZELLA et al., 2003).

A disponibilidade de nitrogênio pode afetar a qualidade dos tubérculos de batata, sendo esta informação comercialmente importante devido ao envolvimento dos aminoácidos e dos açúcares redutores nas reações de escurecimento que ocorrem nas etapas do processamento industrial dessa hortaliça (BRIERLEY et al., 1997).

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência de diferentes doses de nitrogênio no período de crescimento e desenvolvimento da cultura sobre a qualidade pós-colheita de tubérculos de batata da cultivar Asterix, quando processadas na forma de chips.

## **2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A parte subterrânea da planta de batata é formada pelas raízes, estolões e tubérculos (HIEBIG, 1999). O tubérculo é a parte de interesse comercial, o qual é um rizoma que se desenvolve e acumula reservas amiláceas. No início do desenvolvimento, o tubérculo tem a mesma anatomia do caule e, posteriormente, diferencia-se para tecidos de natureza secundária. O tubérculo, quando jovem, é protegido pela epiderme, que na fase final de crescimento é substituída pela periderme. A periderme pode ser lisa ou áspera e a cor varia do amarelo ao avermelhado ou violáceo. A medula ou polpa pode ser de cor branca, creme ou amarela. O formato do tubérculo e a cor da periderme e da polpa são características de cada cultivar (BISOGNIN, 1996; BARKLEY, 2001).

Nos tubérculos formados, o amido constitui-se a principal fonte de reserva, atingindo 60 a 80% da matéria seca (FONTES & FINGER, 2000) e segundo BARKLEY (2001), a batata apresenta 78% de água em sua composição, sendo considerada um alimento de alto valor nutricional. A Tabela 1 apresenta a composição nutricional de tubérculos de batata cozidos.

### **2.1- A industrialização da batata**

A industrialização da batata vem crescendo em todo o mundo, inclusive no Brasil, principalmente para produtos que podem ser consumidos na forma de chips, batata palha ou produtos minimamente processados, como batatas descascadas, cortadas em palitos, resfriadas ou pré-fritas congeladas. Nos EUA e na Holanda, 60% da produção é destinada ao processamento industrial, enquanto, no Brasil, apenas 1,5 a 2,0% é

destinada a tal propósito (SALLES, 1997; ZORZELLA, 2003).

Hoje em dia, principalmente nos grandes centros populacionais, busca-se a praticidade no preparo dos alimentos. A eficiência do segmento gastronômico exige o atendimento rápido, com número restrito de funcionários e com a maior circulação de clientes possível, o que implica tempo reduzido no preparo de alimentos (MELO, 1997). O contexto brasileiro apresenta algumas vantagens para as empresas de processamento de alimentos, como o enorme potencial do mercado consumidor, a forte participação dos produtos processados de batata no hábito alimentar dos brasileiros e a possibilidade de produção de batata durante todo o ano (POPP, 2000). O aumento do consumo de produtos industrializados de batata no Brasil tem sido limitado pela pouca disponibilidade de matérias-primas adequadas à industrialização (RODRIGUES, 1990; VENDRUSCOLO, 1998). O mercado da batata frita tipo chips é considerado crescente desde que a primeira batata frita foi produzida, em 1853 (KUNKEL & HOLSTAD, 1971). Até 1930 predominou a produção caseira, quando passaram a surgir pequenas empresas caseiras especializadas nessa produção. Na Segunda Guerra Mundial, o consumo de chips cresceu rapidamente, emergindo como a principal forma de consumo de batatas (NATIONAL POTATO COUNCIL, 1995; FELTRAN et al., 2004).

Os tubérculos que se destinam ao processamento, ao contrário daqueles que se destinam ao consumo de mesa, devem apresentar outras características de qualidade além daquelas relacionadas com a aparência externa, como uma coloração uniforme e um tom dourado claro dos chips (KUNKEL & HOLSTAD, 1971; GOULD, 1980; MELO, 1997). Dentre essas características, destaca-se o teor de sólidos solúveis, o qual varia entre as cultivares. Por essa razão, BERBANI & AGUIAR (1997) afirmam que o fator cultivar é considerado o mais importante a influenciar a qualidade do produto final processado.

Os principais fatores condicionantes da qualidade dos tubérculos para fritura são: o conteúdo dos açúcares redutores como glicose e frutose, o teor de matéria seca e o formato do tubérculo (DALE & MACKAY, 1994; MELO, 1997; POPP, 2000; SALAMONI et al., 2000). Tubérculos redondos proporcionam maior rendimento industrial, devido as menores perdas nos processos de descasque e fatiamento. O diâmetro transversal ideal dos tubérculos para o processamento na forma de chips é de 60mm, podendo variar entre 48 e 96 mm. Tubérculos excessivamente grandes não são desejados porque são pouco adaptados ao formato pequeno da maioria das embalagens comerciais empregadas na atualidade (MELO, 1997; POPP, 2000).

## **2.2-Teor de matéria seca dos tubérculos**

A matéria seca corresponde a todo material que faz parte do tubérculo após a remoção da água. O teor de matéria seca é muito importante, pois influencia no rendimento e na qualidade do produto processado (PEREIRA et al., 1994; MELO, 1997).

Batatas com maior teor de matéria seca perdem menos água e têm maior rendimento (BARKLEY, 2001). O teor de matéria seca dos tubérculos determina não apenas a absorção de óleo durante a fritura, mas também a textura, o sabor e o rendimento (LULAI & ORR, 1979; SILVA, 1991; CAPÉZIO et al., 1993; MELO, 1997). O teor de matéria seca dos tubérculos para processamento de chips deve ser de pelo menos 20%, correspondendo a uma gravidade específica em torno de  $1,081\text{g.cm}^{-3}$  (BRODY, 1969; LULAI & ORR, 1979; BERBANI & AGUIAR, 1997). Teores superiores a 24% de matéria seca são indesejados porque produzem fatias quebradiças e causam desgaste excessivo das máquinas fatiadoras (POPP, 2000). A matéria seca dos tubérculos de batata é composta de várias substâncias como: amido,

açúcares, compostos nitrogenados, lipídios, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, minerais e polissacarídeos não-amiláceos (KITA, 2002).

Os fatores ambientais que otimizam o crescimento da planta influenciam tanto a produtividade como o teor de matéria seca dos tubérculos. Fatores que favorecem o crescimento da parte vegetativa da planta, como elevada disponibilidade de água e de nitrogênio, reduzem o teor de matéria seca dos tubérculos. Temperaturas durante o cultivo acima daquelas ótimas, aumentam a respiração e reduzem o teor de matéria seca dos tubérculos, o que explica o fato dessa variável atingir níveis mais baixos em tubérculos colhidos em condições tropicais, comparativamente àqueles produzidos em condições temperadas, para uma mesma cultivar (MELO, 1997). Sendo assim, a matéria seca de uma mesma cultivar variam freqüentemente de uma região produtora para outra, o que é atribuído a diferenças de clima, temperatura, práticas culturais, condições de solo, umidade, dentre outros fatores (BERBANI & AGUIAR, 1997; BARKLEY, 2001; STARK et al., 2003).

O teor de matéria seca dos tubérculos aumenta durante o período de crescimento, decrescendo no final. Existem variações no teor de matéria seca dos diferentes tubérculos de uma mesma planta. Esta variação é causada por diferenças na época de início da tuberização e pelas relações que controlam a partição da matéria seca entre a parte aérea e os tubérculos nas diferentes fases do ciclo de desenvolvimento da planta. Quanto ao efeito da disponibilidade de água à planta, resultados de literatura mostram que estresses hídricos aplicados a lavouras em diferentes fases do ciclo vegetativo não afetam o teor de matéria seca dos tubérculos. Porém, quando as plantas crescem sem restrições de água, ocorre uma ligeira redução no teor de matéria seca, particularmente no final do ciclo (MELO, 1997).

### **2.3-Açúcares redutores**

Os açúcares redutores são o principal fator de depreciação da cor dos chips (MÁRQUEZ & AÑON, 1986; BLENKINSOP et al., 2002). São os componentes que determinam a coloração escura em produtos alimentares, sendo as melanoidinas os produtos finais desta reação (COELHO et al., 1999). O limite citado na literatura para o teor máximo de açúcares redutores nos tubérculos apresenta algumas variações, porém a maioria dos autores cita níveis em torno de 0,2 a 0,3% da matéria úmida e 2% em base seca. Tubérculos com valores superiores a estes, seriam considerados inadequados para o processamento e níveis muito inferiores deixariam os chips com coloração muito clara (PEREIRA et al., 1994; BERBANI & AGUIAR, 1997; VENDRUSCOLO, 1998). As concentrações de açúcares redutores em tubérculos de batata dependem de muitos fatores, dentre eles o material genético, as condições ambientais, o estágio de maturidade e a temperatura de armazenamento (MELO, 1997; BARKLEY, 2001; STARK et al., 2003).

Os açúcares redutores, glicose e frutose, modificam a coloração dos chips durante a fritura, por serem quimicamente ativos. A sacarose no entanto, pouco interfere no desenvolvimento do escurecimento, mas é importante pois serve de substrato para originar os açúcares redutores (STARK et al., 2003). Os açúcares redutores participam da reação de Maillard, que é um escurecimento não enzimático, que sofre influência decisiva da temperatura e reduz a aceitação dos chips pelo consumidor. Esta reação envolve uma série de etapas que iniciam com a reação entre um grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas (COELHO et al., 1999). Os aminoácidos associados aos açúcares redutores também têm importante participação na determinação da coloração da fritura (BRIERLEY et al., 1997;

FINGER & FONTES, 1999). De acordo com HART & COBB (1988), a conversão do aminoácido glutamina em aspargina durante o armazenamento, pela aspargina sintetase, é uma das etapas críticas no desenvolvimento da coloração dos chips durante a fritura, pois estes seriam os aminoácidos mais envolvidos no processo de escurecimento.

Através de práticas culturais é possível alterar o teor de sólidos totais e açúcares redutores da batata (MELO, 1997). PEREIRA & COSTA (1997) constataram que a maioria das cultivares plantadas no Sul do Brasil, região responsável por cerca da metade da produção brasileira de batata, é pouco adequada à fritura, devido ao alto teor de açúcares redutores e baixo teor de matéria seca, situação que se agrava no cultivo de outono.

#### **2.4-Efeitos do Nitrogênio**

O nitrogênio é o elemento mais abundante nas plantas depois do carbono, hidrogênio e oxigênio. Dos nutrientes minerais, é aquele que mais freqüentemente limita o crescimento vegetativo, tanto em sistemas naturais como agrícolas (CASTRO, 1999; ROSA et al., 1999). É um nutriente de alta mobilidade tanto no solo como na planta, por isso a resposta das culturas raramente é a mesma todos os anos (BOWEN et al., 1997).

O nitrogênio está presente em dois dos mais importantes componentes do material vegetal, as proteínas e os ácidos nucléicos. As proteínas formam a armação da estrutura subcelular, principalmente os cloroplastos e mitocôndrias, enquanto os ácidos nucléicos controlam a formação das proteínas, determinando sua natureza, número e distribuição dos aminoácidos. Em média, 80% do nitrogênio vegetal é utilizado para formação de proteínas, 10% para ácidos nucléicos e 5% para a formação de aminoácidos solúveis (BRIERLEY et al., 1997; CASTRO, 1999).

No caso da batata, esse elemento quando disponível em níveis ótimos

tem efeito sobre o tamanho dos tubérculos, aumenta a produtividade e não reduz a matéria seca. Porém, quando aplicado em grandes quantidades estimula o crescimento foliar e atrasa o início da fase de formação de tubérculos, com conseqüente aumento do ciclo vegetativo (OJALA et al.,1990; ECHEVERRÍA et al.,1992; SALUZZO et al.,1999; MARSCHNER, 1995; MELO, 1997; SOBOH et al., 2001). Quando há carência de nitrogênio, o crescimento e a produtividade são diminuídos (BOWEN et al., 1997; CASTRO, 1999).

O nitrogênio está relacionado com a síntese da clorofila e a taxa de fotossíntese do vegetal. Quando há deficiência desse elemento, as folhas ficam verde-claras e as inferiores amarelecem e caem, devido a remobilização para as partes jovens da planta. Havendo excesso de nitrogênio, o crescimento vegetativo da planta é estimulado, ocorrendo um retardamento da maturação, acamamento de plantas, redução do teor de fécula dos tubérculos e diminuição da resistência da planta às moléstias. No manejo da adubação, doses excessivas de nitrogênio ou sua aplicação em uma fase muito adiantada do ciclo vegetativo estimulam o crescimento da parte vegetativa em detrimento dos tubérculos, causando redução do teor de matéria seca e aumento no teor de açúcares redutores (MELO, 1997; GILETTO, 2003; STARK et al., 2003).

O excesso de nitrogênio também atrasa a maturidade do tubérculo. Conseqüentemente, os tubérculos são colhidos imaturos e com uma baixa matéria seca e quando expostos a fritura, apresentam coloração mais escura do que tubérculos colhidos maduros. Ocorre também aumento na ocorrência de tubérculos com crescimento secundário ou embonecamento (KUNKEL & HOLSTAD,1971). Esses efeitos reduzem a qualidade dos tubérculos que se destinam ao processamento, especialmente na forma de fritura (MELO, 1997). Portanto, o N deve ser fornecido em doses e épocas adequadas para aumentar o tamanho e a produtividade dos tubérculos, sem reduzir a matéria

seca e nem aumentar os teores de açúcares redutores (STARK et al., 2003).

## **2.5-Armazenamento dos tubérculos**

O armazenamento de tubérculos de batata em baixas temperaturas é possível de ser realizado, com a finalidade de aumentar o período de conservação pós-colheita e regular o fluxo de mercado. Os primeiros relatos sobre processos de armazenamento, secagem ou cura dos tubérculos, moagem e fermentação remontam aos Incas. Os incas desenvolveram esses processos devido ao regime climático da Cordilheira dos Andes, onde não é possível dispor de tubérculos frescos durante todo o ano para a alimentação da população. A expansão desse império foi possível graças ao armazenamento da batata, já que os exércitos eram alimentados basicamente por produtos derivados (MELO, 1997).

Após a colheita, a batata requer um período de cura para que o tecido dermal (casca) fique bem aderido ao tubérculo. Durante a cura ocorre a cicatrização dos ferimentos da colheita e manuseio (FONTES & FINGER, 2000). KIM et al.(1993) recomendam no mínimo um período de cura de 4 dias na temperatura de 20°C e sob umidade relativa de 95%. Se a temperatura for de 13°C, a cura deve se estender por 12 dias. Os mesmos autores afirmam que sob baixa umidade não ocorre a formação da periderme protetora.

O armazenamento aumenta o custo de produção da batata. Por isso, um dos objetivos principais de qualquer sistema de armazenamento é o de manter o mais baixo possível as perdas durante o período (BOOTH & SHAW, 1981). Para tal, é necessário preservar a aparência física do tubérculo, controlando o brotamento, o apodrecimento e a perda de peso (WONG YEN CHEONG & GOVINDEN, 1996). A fisiologia do tecido vivo da batata durante o armazenamento é afetada não apenas pelo meio ambiente do

armazenamento, mas também pela cultivar, práticas agronômicas durante o cultivo e pelas condições físicas do tubérculo (BOOTH & SHAW, 1981; COELHO et al., 1999).

A uma temperatura de 10°C, a perda de matéria seca situa-se aproximadamente entre 1 a 2% do peso fresco inicial durante o primeiro mês, e cerca de 0,8% em cada mês posterior, aumentando para cerca de 1,5% ao mês após a brotação dos tubérculos. O efeito secundário mais importante da respiração dos tubérculos é a produção de calor, o qual afeta a temperatura no local de armazenamento (BOOTH & SHAW, 1981). A eliminação do oxigênio no ambiente de armazenamento reduz a respiração, porém induz outras alterações fisiológicas. Podem ocorrer diversos tipos de danos como fermentação, perda de sabor, decomposição de tecidos e morte celular. Baixos níveis de oxigênio durante o armazenamento, causados por ventilação deficiente ou inadequada, aumentam os níveis de sacarose. Um outro sinal de estresse associado ao oxigênio é o fato de os chips ficarem mais escuros na região central em relação à região periférica (STARK et al., 2003).

Outra alteração que ocorre nos tubérculos armazenados é a desidratação. Toda a água que se perde antes que os tubérculos sejam vendidos significa perda de receita nas vendas, porque a batata é vendida de acordo com o peso fresco. Quando a perda de água ultrapassa 10%, os tubérculos ficam enrugados e pouco atrativos ao consumidor, dificultando a comercialização (BOOTH & SHAW, 1981). O armazenamento refrigerado aumenta a vida útil dos tubérculos, porém tem o inconveniente de aumentar os níveis de açúcares redutores, o que implica no escurecimento e redução de sabor dos produtos processados, principalmente na forma de chips ( AP REES et al., 1981; WILSON et al., 1981; PEREIRA et al., 1993; PRITCHARD & ADAM, 1994; COELHO et al., 1999). De acordo com UPPAL & VERMA (1990), há diferenças genéticas entre os clones com relação ao acúmulo de

açúcares redutores sob baixas temperatura.

A qualidade do chips é influenciada por fatores genéticos e também ambientais, como a temperatura de armazenamento dos tubérculos (COELHO et al., 1999; SALAMONI et al., 2000). STARK et al.(2003) aconselham temperaturas de 10 a 12,7°C quando os tubérculos destinam-se ao processamento dos chips, de 8,3 a 10°C para batatas tipo palito, de 5,5 a 7,2°C para a batata recém colhida e de 2,7 a 4,4°C para a batata semente. O armazenamento da batata em temperaturas inferiores a 4°C induz ao acúmulo de açúcares redutores nos tubérculos pela conversão do amido e provoca sabor adocicado (WONG YEN CHEONG & GOVINDEN,1996; MELO,1997). O'DONOGHUE & MARANGONI (1995) observaram que o adoçamento sob baixas temperaturas, porém acima daquelas de congelamento, ocorre devido a senescência das membranas do amiloplasto dos tubérculos. Os mesmos autores verificaram que existem diferenças entre cultivares quanto ao grau de adoçamento. Para minimizar esse processo, a temperatura de armazenamento deve ser a mais alta possível que os tubérculos tolerarem, dependendo do objetivo e do tempo que se deseja manter a batata armazenada (MELO, 1997). A seqüência pela qual o acúmulo de açúcares ocorre tem início com a mobilização do amido, seguida por um aumento da síntese de sacarose e hidrólise da sacarose a glicose e frutose (AP REES et al., 1981). O amido é a única fonte de carbono para a respiração e para o fornecimento de esqueletos de carbono para outras rotas biossintéticas (ILLEPERUMA et al.,1998). As causas e os mecanismos pelos quais esse processo ocorre ainda não estão bem definidos (COELHO et al.,1999; BLEINKINSOP et al., 2002; CHAPPER et al., 2002).

De acordo com STEVENSON et al. (1954) e PRESSEY et al., (1969) tanto as temperaturas altas quanto as baixas podem provocar acúmulo de açúcares. Além disso, existe pouca informação sobre as características genéticas associadas ao acúmulo de açúcares redutores em tubérculos

estocados sob baixa temperatura (PEREIRA et al., 1994). Porém um atributo chave para cultivares destinadas ao processamento é a propriedade de manter a concentração de açúcares em níveis baixos durante longos períodos de armazenamento (EDWARDS et al., 2002). Para minimizar esse efeito, os lotes de matéria-prima que acusam elevado teor de açúcares redutores antes do armazenamento são encaminhados a uma câmara de condicionamento a temperaturas de até 30°C, para eliminação parcial de açúcares redutores (BERBANI & AGUIAR, 1997). Segundo BLENKINSOP et al. (2002), a reversão de açúcares passaria a ocorrer com temperaturas acima de 10°C, porém este processo nem sempre reduz as concentrações a níveis aceitáveis e a longo prazo o adoçamento seria irreversível. Portanto, o período de armazenamento, durante o qual os tubérculos podem ser armazenados sem que haja brotação ou apodrecimento depende de diversos fatores, como a cultivar, a sanidade, o beneficiamento a que serão submetidos, a presença de luz e a temperatura de armazenamento (FONTES & FINGER, 2000).

## **2.6-Mecanismo da fritura**

A água representa a maior fração dentre as substâncias presentes nos alimentos que serão submetidos a fritura, a qual apresenta ponto de ebulição inferior aos solutos. A fritura ocorre quando o alimento atinge a temperatura de 100°C e nesse ponto ocorre a evaporação da água do interior dos alimentos, fazendo com que o produto processado fique com a consistência mais sólida. A água de um alimento que está sendo frito migra radialmente da região central para as paredes externas em reposição à água que se perde (LIMA & GONÇALVES, 1995; ORTÍZ et al., 1998). Ao final da fritura, diminui a evaporação e a temperatura aumenta, formando a crosta na superfície dos alimentos. Durante a formação de crosta ocorre a reação de

Maillard que confere ao chip a coloração característica (MEHTA & SWINBURN, 2001). Mesmo que o óleo esteja a 180°C, a temperatura do alimento se mantém a 100°C e o calor é conduzido da superfície em contato com o óleo até o interior do alimento, permitindo o cozimento uniforme. O ponto de término da fritura se dá após a formação da crosta e na ausência de borbulhamento. A partir deste ponto, se o alimento permanecer na fritura, ocorrerá a migração de óleo para o seu interior e com conseqüente carbonização da crosta (LIMA & GONÇALVES, 1995).

### **3- MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1-Obtenção do material vegetal**

A implantação da cultura foi realizada no dia 02 de setembro de 2003 em telado do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. O plantio de tubérculos da cultivar Asterix foi efetuado em sacolas de polietileno contendo aproximadamente 4dm<sup>3</sup> de substrato comercial orgânico (Plantimax Ha<sup>®</sup>), sobre camalhões cobertos com filme de polietileno opaco de 100µ de espessura, em um arranjo de 1m entre fileiras e 0,30m entre plantas. Sobre cada sacola foi colocado um tubo gotejador, com vazão de 1,3L.h<sup>-1</sup> e o conjunto formado pelas sacolas e tubos gotejadores foi coberto com filme opaco de polietileno de dupla face, para reduzir a evaporação superficial e evitar a incidência direta dos raios solares sobre o substrato. O volume de água retido em cada sacola na capacidade máxima de retenção de água foi de 1,25L. A água e os nutrientes foram fornecidos diariamente através da fertirrigação, sempre que necessária para repor o volume de água consumido pela transpiração, estimados a partir de dados sobre o consumo de água de hortaliças cultivadas no mesmo local e época

do ano (DALMAGO et al., 2003), convertidos por unidade de radiação solar e de área foliar da cultura.

Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas com diferentes concentrações de nitrogênio, em  $\text{mmol.L}^{-1}$ , de 5,0(T1), 8,3(T2), 11,3(T3), 14,3(T4) e 16,3(T5). Os demais nutrientes foram fornecidos nas mesmas concentrações para os cinco tratamentos, em  $\text{mmol.L}^{-1}$ : 8,3 de  $\text{K}^+$ ; 3,5 de  $\text{Ca}^{++}$ ; 1,4 de  $\text{Mg}^{++}$ ; 1,4 de  $\text{SO}_4^-$ ; 1,2 de  $\text{H}_2\text{PO}_4$  e, em  $\text{mg.L}^{-1}$ , 0,03 de Mo; 0,26 de B; 0,06 de Cu, 0,50 de Mn, 0,22 de Zn e 1,0 de Fe.

### **3.2-Determinações após a colheita**

Os tubérculos foram colhidos no dia 17 de dezembro de 2003, aos 104 dias após o plantio, na fase de senescência da cultura. Após a colheita, os tubérculos foram lavados e deixados em processo de cura durante 15 dias à sombra, na temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , sendo a seguir realizadas as determinações da matéria seca, coloração dos chips e açúcares redutores. A matéria seca foi determinada pela razão entre o peso seco e peso úmido dos tubérculos, após secagem em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de  $60^\circ\text{C}$ , até peso constante. Para as determinações referentes a coloração dos chips, os tubérculos foram divididos ao meio no sentido transversal e cortados em fatias de espessura entre 2,5 a  $3,0 \cdot 10^{-3}\text{m}$ , usando-se apenas as duas fatias centrais de cada metade para efetuar as determinações. Uma fritadeira industrial (Top Taylor TTF-35-G) foi utilizada para a fritura das fatias em óleo vegetal a  $180^\circ\text{C}$  até cessar o borbulhamento. O tempo médio de fritura foi de 3 minutos e a temperatura do óleo foi monitorada por termômetro. Após a fritura, foi determinada a coloração dos chips através de um colorímetro digital (Minolta CR-300), efetuando-se duas leituras em cada amostra, com base na metodologia descrita por EDWARDS et al. (2001) e BLENKINSOP et al. (2002). Esse

aparelho determina a coloração através de três variáveis:  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O indicador  $L^*$  refere-se a tonalidade e varia do preto ( $L^*=0$ ) ao branco ( $L^*=100$ ), enquanto as escalas  $a$  e  $b$  referem-se às cores, variando do vermelho ao verde e do amarelo ao azul, respectivamente. Para a determinação da coloração dos chips foi utilizado somente o  $L^*$ , pois é este que verifica a característica de escurecimento.

### 3.3-Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados a partir de adaptações do método ácido dinitrofenol proposto por LONG & CHISM (1987). Através deste método, os açúcares são extraídos com água e reagem com o ácido dinitrofenol, dando origem a uma coloração a qual é lida através do espectrofotômetro. Pesou-se 2g da amostra seca e moída, seguida de diluição em 10mL de água destilada em tubo de ensaio; homogeneizou-se as amostras em agitador por 45 segundos e centrifugou-se as amostras a 2000rpm por 10 minutos; pipetou-se 2mL da solução sobrenadante para um tubo de ensaio, adicionou-se 500 $\mu$ L de solução do ácido 2,4-dinitrofenol e homogeneizou-se em agitador por 10 segundos. As amostras foram aquecidas em água fervente por 6 minutos, resfriadas em água fria à temperatura de 5°C por 3 minutos;

A leitura das amostras foi feita em espectrofotômetro com comprimento de onda de 600nm, tomando-se como branco a água destilada. A curva de calibração foi determinada empregando-se soluções de glicose anidra nas concentrações de 0; 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 g.100g<sup>-1</sup> de material.

A solução de ácido 2,4-dinitrofenol foi preparada misturando-se a solução A e B abaixo:

- Solução A: Dissolução de 7,145g de ácido 2,4-dinitrofenol em 230mL

de Hidróxido de sódio a 5%. Aquecer em banho-maria até a diluição completa.

- Solução B: Dissolução de 100g de Tartarato de NaK em 500mL de água destilada.

### **3.4-Armazenamento**

Imediatamente após ter sido completado o período de cura, os tubérculos foram agrupados em amostras de nove tubérculos cada uma, selecionados aleatoriamente quanto ao tamanho, e acondicionados em sacolas reticuladas de polietileno telado (ráfia). Os tratamentos aplicados durante o armazenamento em câmaras frigoríficas foram três temperaturas: 4°C, 10°C e 20°C, respectivamente e dois períodos: 30 e 60 dias, respectivamente. Cada uma das temperaturas foi aplicada a uma câmara frigorífica, no interior da qual as sacolas referentes às cinco doses de N e aos dois períodos de armazenamento foram distribuídas aleatoriamente no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Ao final dos dois períodos de armazenamento, os tubérculos foram retirados da câmara e a seguir efetuadas as determinações de matéria seca, coloração dos chips e açúcares redutores.

## 4-RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1-Após a colheita

O teor de matéria seca logo após a colheita dos tubérculos produzidos com as cinco doses de N aumentou da primeira até a terceira dose, decrescendo a seguir, segundo um modelo polinomial (Figura 2a). Os valores ao final do experimento foram, em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , de 19,5; 20,5; 20,8; 18,6; 18,4 nas doses de T1 a T5, respectivamente. Estes resultados indicam que somente os tubérculos das doses T2 e T3 atingiriam o teor mínimo preconizado pela literatura para o processamento dos chips, que é de  $20\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , de matéria seca (BRODY, 1969; LULAI & ORR, 1979).

Resultados da literatura sobre o efeito do N no teor de matéria seca dos tubérculos de batata são contraditórios. KUNKEL & HOLSTAD (1972), em lavouras nos Estados Unidos, observaram redução do teor de matéria seca e da crocância, com conseqüente aumento na oleosidade dos chips nas cultivares Kennebec, White Rose, Norgold Russet e Cascade por efeito das doses de nitrogênio. SHOCK et al. (1995), trabalhando com doses de 0; 84; 144; 204  $\text{KgN}\cdot\text{ha}^{-1}$  em Oregon, EUA, observaram respostas diferentes aos tratamentos, que foram atribuídas às cultivares e não ao efeito das doses de N, sendo a coloração mais intensa dos chips e o menor teor de matéria seca observado nas cultivares Russet Burbank e Frontier Russet. Resultados semelhantes foram observados por LORENZEN et al. (1996), com doses de 84,1; 168,2; 252,3 e 336,4  $\text{KgN}\cdot\text{ha}^{-1}$  com as cultivares: Goldrush, Ranger Russet, Russet Burbank e Shepody em Dakota do Norte, EUA, os quais concluíram que não houve efeito do N sobre a coloração e o teor de matéria seca dos chips. Entretanto, outros autores notaram efeito inverso na cultivar Kennebec, para as mesmas variáveis, nas doses de 80, 120 e 350  $\text{KgN}\cdot\text{ha}^{-1}$

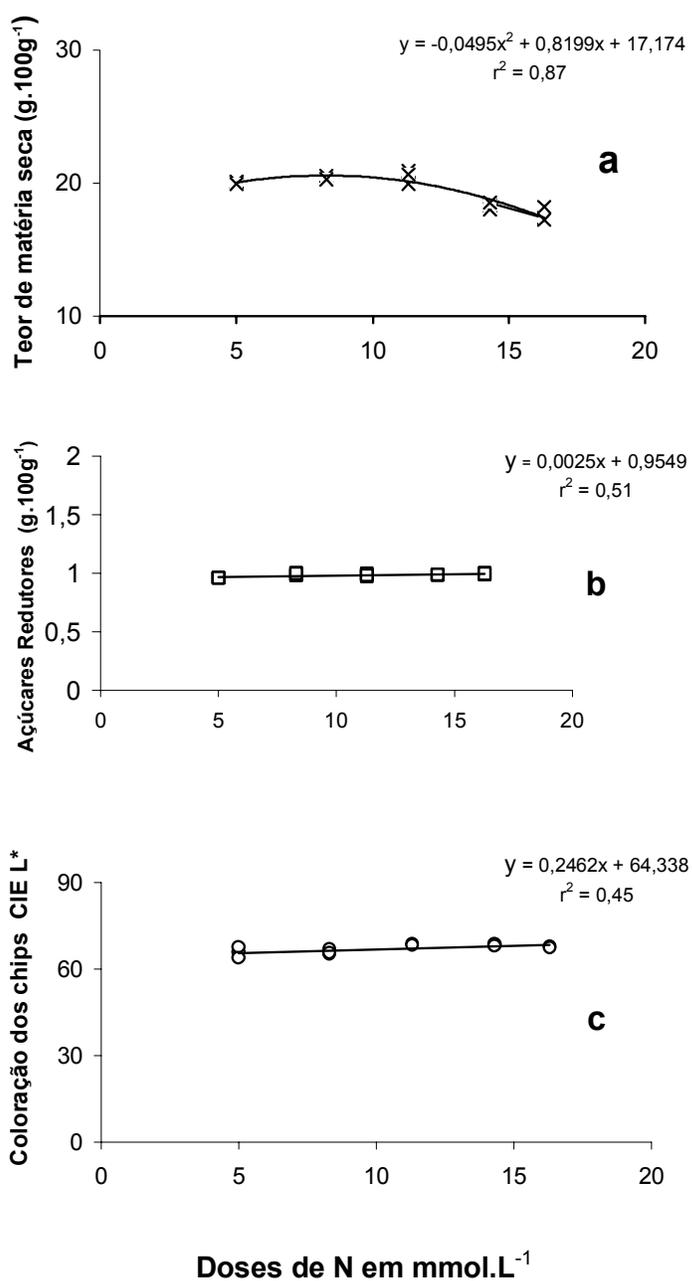
(DAHLENBURG et al., 2001) e em doses superiores a  $369 \text{ KgN.ha}^{-1}$  (MAIER et al., 2001). Resultados de GILETTO (2001) com a cultivar Asterix, indicaram que as doses de N afetaram o teor de matéria seca, que situou-se ao redor de 18,6%, observando que à medida que as doses de N aumentavam, houve uma ligeira diminuição no teor de matéria seca dos tubérculos. Em Santa Maria, COSTA (2004) comparou o teor de matéria seca de cultivares e clones de batata e observou que a Asterix foi a cultivar que apresentou o teor mais baixo entre todos os materiais, de 19,7%, assim como FREITAS et al. (2004), que observou que a cultivar Asterix não seria recomendada para o processamento na forma de chips, apresentando 18,3% de matéria seca.

As hipóteses para explicar essas controvérsias estariam relacionadas tanto com o material vegetal como com as condições ambientais. O fotoperíodo é um dos componentes que mais influencia a duração do ciclo da cultura da batata. Em latitudes mais elevadas, acima de  $29^\circ$  onde foi conduzido o atual experimento, a duração do ciclo é maior e a colheita é realizada em fases mais adiantadas dos processos de senescência e maturação. No Sul do Brasil, a colheita das lavouras é realizada no final da primavera e início do verão, quando as condições ambientais são ainda favoráveis ao crescimento vegetativo da planta. Nessa condição, a partição da matéria seca da parte aérea para os tubérculos pode ser afetada, reduzindo o teor de matéria seca. Interações do N com outros nutrientes também não podem ser descartadas. A maior parte dos resultados em condições de clima temperado foi obtida em experimentos realizados em lavouras de produção com diferentes doses de N-P-K. Não está claro portanto, se tais resultados são devidos ao efeito isolado do N, ou se podem ser atribuídos a interações com os demais nutrientes, ou ao efeito de todos os nutrientes na concentração salina da solução do solo. Tem sido demonstrado na literatura que o N está associado com o crescimento

vegetativo das plantas (MARSCHNER, 1995) e, no caso da planta da batata, retarda a tuberização e a maturação dos tubérculos (MELO, 1997). Com o aumento da concentração de sais na solução do solo, diminui a disponibilidade de água às plantas, reduzindo o crescimento vegetativo e aumentando o teor de matéria seca nos órgãos dreno como os frutos e tubérculos (CUARTERO & FERNANDES-MUÑOZ, 1999). O aumento da disponibilidade de N de forma isolada implica pequena ou nula influência sobre a concentração salina da solução do solo e seus reflexos sobre a absorção de água. Por outro lado, o estímulo ao crescimento vegetativo associado com a maior disponibilidade de N não vem necessariamente acompanhado por aumento na produtividade de tubérculos, como confirmam os resultados atuais. Esses resultados foram obtidos em condições hidropônicas de produção, onde somente o N foi o nutriente limitante, sem qualquer restrição a disponibilidade de água para a cultura. Essas condições afastam-se daquelas relativas aos experimentos descritos na literatura, os quais foram conduzidos no solo, onde outros nutrientes e/ou fatores ambientais poderiam estar interferindo no crescimento e na produtividade da cultura. Os resultados obtidos confirmam conclusões anteriores de outros autores (FIOREZE, 2003; COSTA, 2004; FREITAS et al., 2004) de que a maioria das cultivares de batata plantadas no Brasil não atendem às características de qualidade necessárias à indústria de processamento.

As doses de N não influenciam os açúcares redutores e a coloração dos chips após a cura dos tubérculos (Figura 2b e Figura 2c). Observações semelhantes foram feitas por KUNKEL & HOLSTAD (1972) e SPARROW & CHAPMAN (2003), os quais concluíram que os efeitos de doses de nutrientes sobre a coloração dos chips foram pequenos e de reduzida importância comercial. Em realidade, é pouco provável que a disponibilidade de N durante o crescimento e desenvolvimento da cultura venha a afetar essa característica. Tem sido demonstrado na literatura que a assimilação do

N ocorre preferencialmente no compartimento vegetativo das plantas, especialmente para o crescimento da área foliar ativa para a fotossíntese (LE BOT et al., 1998). Os assimilados produzidos pela fotossíntese são transportados para os drenos na forma preferencial da sacarose, podendo ser posteriormente estocados na forma de amido (MINCHIN et al., 1993). Os açúcares redutores associados com o processo de escurecimento dos chips, seriam provenientes da conversão do amido em glicose, processo esse que dificilmente estaria relacionado com a absorção do N pela planta na fase de crescimento vegetativo.



**Figura 2** -Teores de matéria seca (a), açúcares redutores (b) e coloração dos chips (c) após a cura de tubérculos de batata cv. Asterix produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004.

## 4.2-Após o armazenamento

Tendências distintas foram observadas no efeito das doses de N sobre o teor de matéria seca dos tubérculos armazenados por 30 e 60 dias, nas temperaturas de 4, 10 e 20°C (Figura 3). Aos 30 dias de armazenamento a 4°C (Figura 3a) foi observado um ligeiro aumento no teor de matéria seca entre as doses iniciais e um decréscimo deste teor nas doses mais elevadas. O mesmo foi observado aos 60 dias, porém menos evidente. Nas temperaturas de 10°C e 20°C (Figura 3b e Figura 3c), foi observado que o ponto de máximo de matéria seca obtido foi aproximadamente 25g.100g<sup>-1</sup> aos 60 dias de armazenamento. Além disso, as curvas de regressão indicaram teores menores de matéria seca nas doses mais elevadas de N. Esses resultados podem estar relacionados com a partição da matéria seca e duração do ciclo da planta, uma vez que doses elevadas de N prolongam o período de crescimento vegetativo. Tubérculos colhidos antes da maturação da planta ter sido completada podem apresentar teores mais elevados de água, diminuindo o teor de matéria seca. De forma semelhante, o efeito das condições de armazenamento podem variar em tubérculos oriundos de diferentes doses de N. Após a maturação e colheita dos tubérculos ocorrem processos relacionados com a anatomia da periderme, durante a fase denominada cura. DAHLENBURG et al. (2001) também observaram um ligeiro aumento da matéria seca após 2 e 4 meses de armazenamento, porém não relacionaram esta elevação com as doses de N aplicadas. Conclusões semelhantes foram obtidas por WONG YEN CHEONG & GOVINDEN (1996), os quais apontaram que o aumento do teor de matéria seca no decorrer do armazenamento da cv. Spunta teria ocorrido devido a perda de água dos tubérculos, ocasionado pela falta de controle da umidade relativa. Esses resultados sugerem que o controle de temperatura no armazenamento pode ser uma alternativa a ser empregada para aumentar o

teor de matéria seca de cultivares pouco adaptados à industrialização, como é o caso da cv. Asterix. Para tal, novas pesquisas nessa direção se fazem necessárias.

Os resultados referentes a coloração dos chips não mostraram diferenças significativas entre as doses de N comparadas nas três temperaturas (Figura 4). O mesmo foi observado por LONG et al.(2004), os quais mesmo trabalhando com a escala SFA (*Snack Food Association Visual rating*) não encontraram relação das doses de N com a coloração dos chips e também não atribuíram tal resultado a influência da cultivar. WONG YEN CHEONG & GOVINDEN (1996) trabalhando com temperatura ambiente e temperaturas controladas nas faixas entre 2 a 4°C e 8 a 10°C, observaram que quanto menor a temperatura mais escura foi a coloração das batatas, assim como os maiores teores de açúcares redutores.

Com relação aos açúcares redutores, também não foi observada uma resposta única das doses nas três temperaturas durante o armazenamento (Figura 5). O armazenamento a 4°C (Figura 5a) promoveu o aumento dos açúcares redutores e apresentou maiores teores de açúcares redutores de todas as temperaturas avaliadas, fato que já está bem documentado na literatura (AP REES et al., 1981; WILSON et al., 1981; PEREIRA et al., 1993; PRITCHARD & ADAM, 1994; COELHO et al., 1999). Sob a temperatura de 20°C (Figura 5c), nos dois períodos de armazenamento, 30 e 60 dias, foi observado a concentração de açúcares redutores mais baixa entre as três temperaturas avaliadas. Todavia, de acordo com os resultados encontrados, todos os tubérculos das três temperaturas avaliadas poderiam ser utilizados para processamento, pois somente tubérculos com valores superiores a 2% em base seca seriam considerados inadequados para o processamento e níveis muito inferiores deixariam os chips com coloração muito clara (PEREIRA et al.,1994; VENDRUSCOLO,1998).

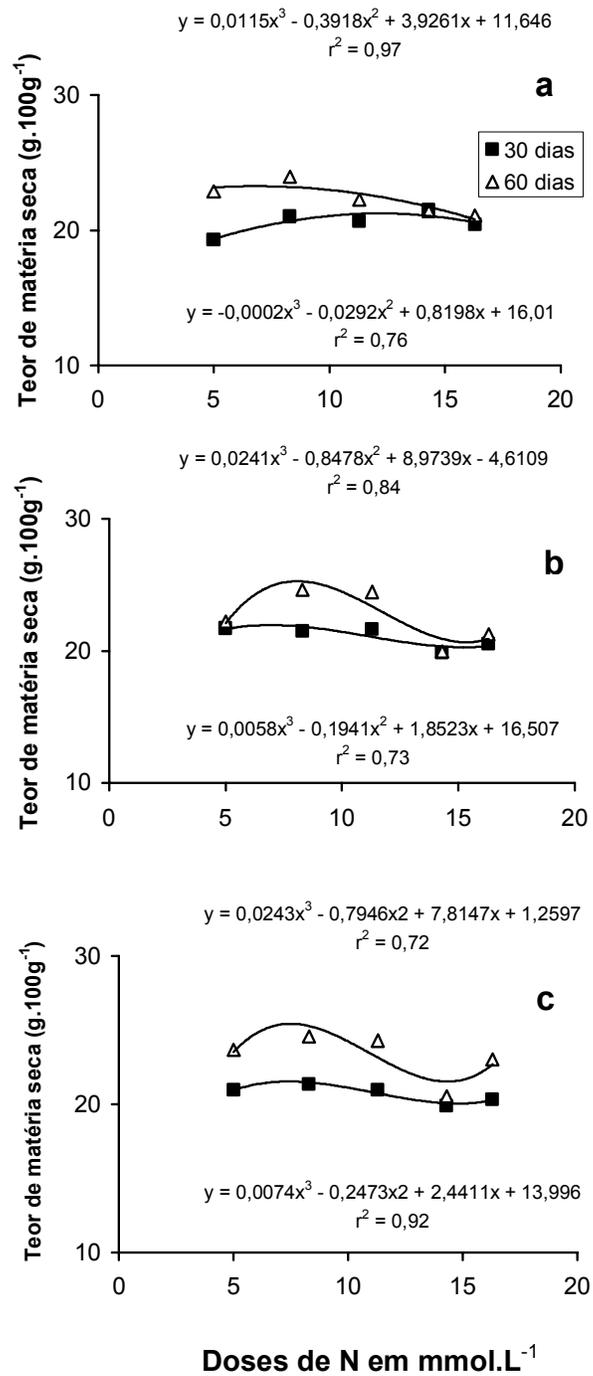
DAHLENBURG et al. (2001) consideraram que os açúcares redutores

da cv. Kennebec foram significativamente afetados durante o armazenamento e atingiram o máximo exigido pela literatura após 2 meses de armazenamento a 12°C.

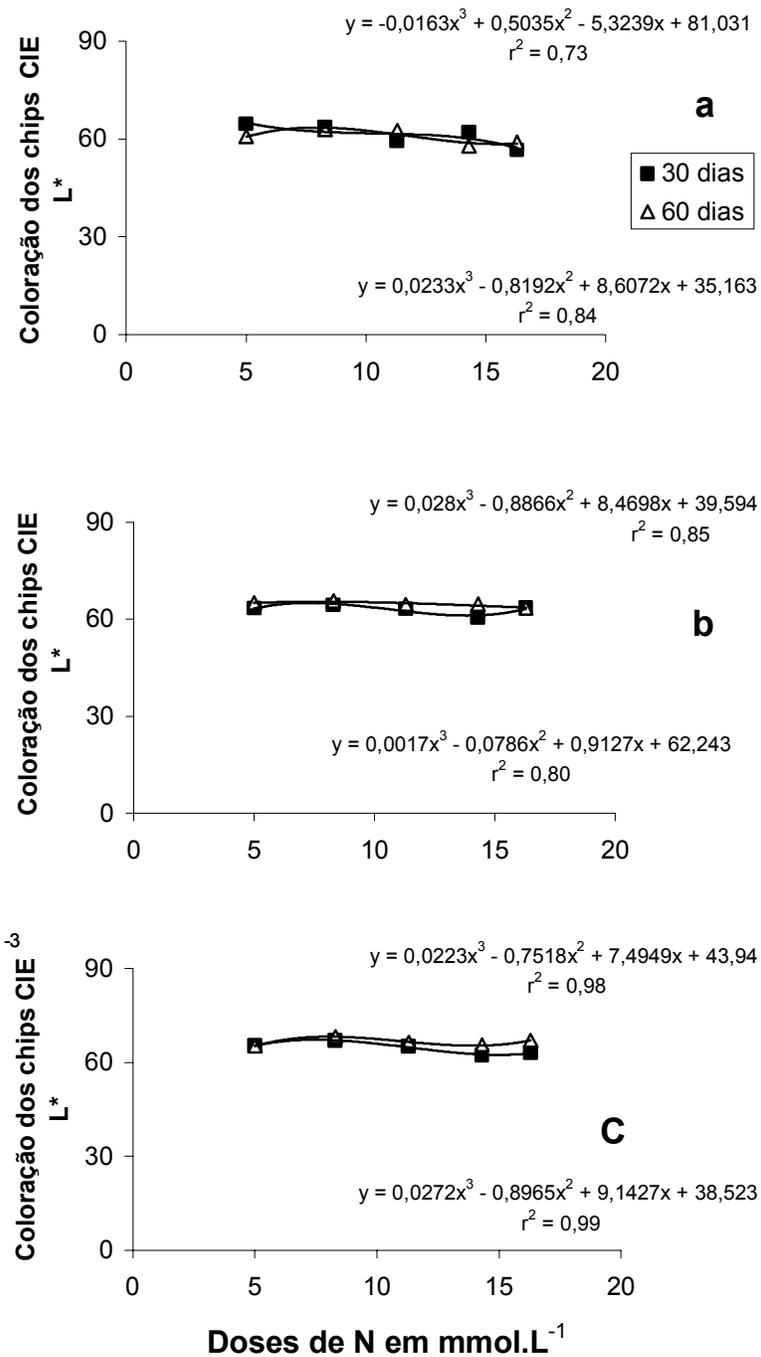
LONG et al. (2004) monitoraram a glicose e a sacarose de tubérculos da cv. Jacqueline Lee armazenados a 14°C por 3 e 6 meses e observaram que aqueles que ficaram armazenados por 3 meses apresentaram níveis mais baixos de açúcares, enquanto aqueles que ficaram armazenados por 6 meses, apresentaram um teor mais elevado de açúcares. Neste mesmo estudo, os autores detectaram um perfil oposto na cv. Liberator em relação aos açúcares e concluíram que as doses de N não influenciaram os açúcares nos tubérculos armazenados. Isso significa que provavelmente outros fatores além da nutrição nitrogenada exercem efeito determinante nessas características.

COPP et al. (2000), referem que geralmente se espera uma grande correlação entre a cor dos chips e dos açúcares redutores, porém estes autores também não observaram esta correlação armazenando as cultivares Snowden, Monona, Niska Novachip e Norvis por 28 semanas a 10°-12°C, sugerindo que outros fatores como compostos fenólicos ou um teor reduzido de vitamina C podem estar influenciando nesta característica.

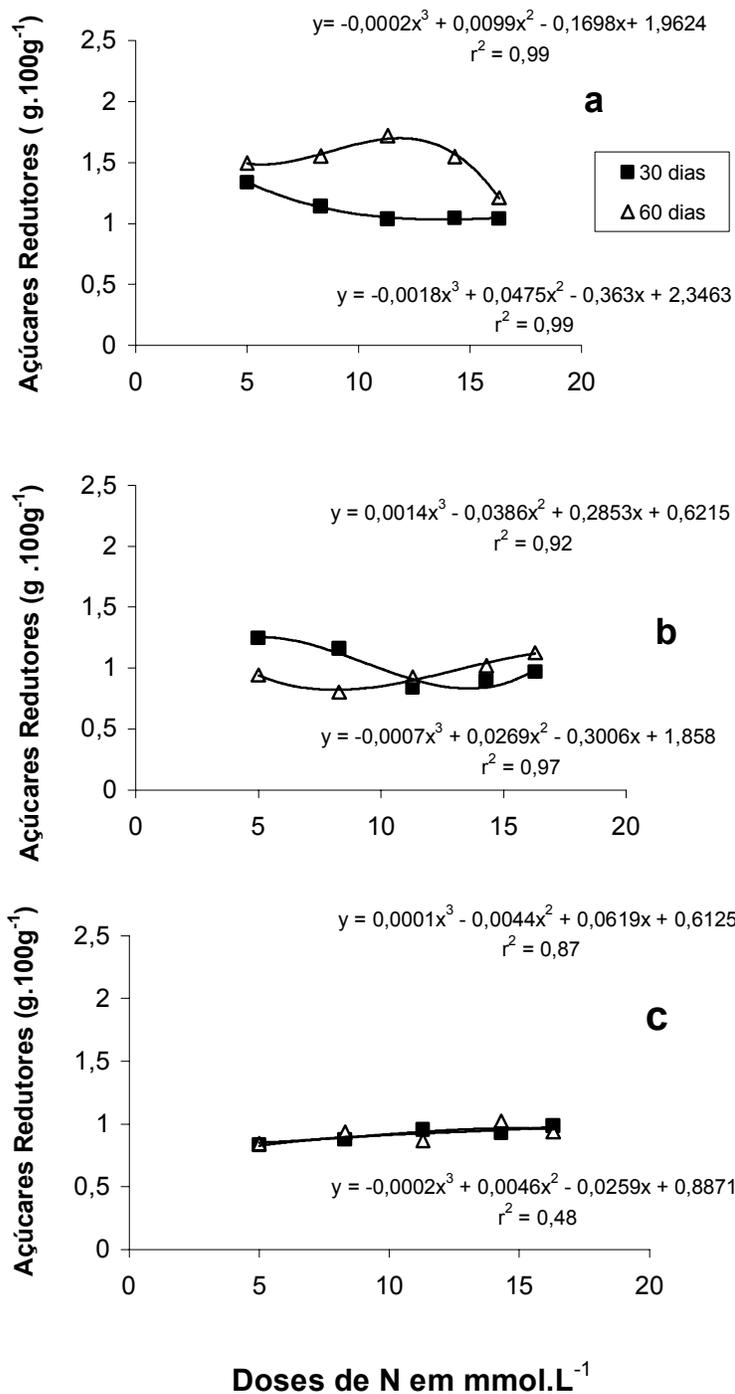
Após os 60 dias de experimento, todos os tubérculos tiveram que ser descartados devido a desidratação, brotamento e/ou apodrecimento, principalmente sob 20°C. BURTON (1989) sugere que tubérculos que devem ficar armazenados por mais de 12 semanas sejam controlados por inibidores químicos de brotamento.



**Figura 3** -Matéria seca de tubérculos de batata cv. Asterix após 30 e 60 dias de armazenamento nas temperaturas de 4°C(a), 10°C(b) e 20°C(c), produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004.



**Figura 4** -Coloração dos chips de tubérculos de batata cv. Asterix após 30 e 60 dias de armazenamento nas temperaturas de 4°C(a), 10°C(b) e 20°C (c), produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004.



**Figura 5** - Açúcares redutores de tubérculos de batata cv. Asterix após 30 e 60 dias de armazenamento nas temperaturas de 4°C (a), 10°C (b) e 20°C (c) produzidos sob cinco doses de nitrogênio. Santa Maria, UFSM, 2004.

## 4-CONCLUSÕES

Nas condições de execução do experimento :

- O teor de matéria seca dos tubérculos foi mais afetado pelo nitrogênio do que o teor de açúcares redutores e a coloração dos chips, decrescendo com doses de nitrogênio superiores a  $11,3 \text{ mmolN.L}^{-1}$  na solução nutritiva.
- O armazenamento de tubérculos de batata da cultivar Asterix a 10 e 20°C, apresentam comportamento similar para os teores de matéria seca conforme o aumento da disponibilidade de nitrogênio para a planta.
- O armazenamento dos tubérculos de batata da cultivar Asterix por até 60 dias nas temperaturas avaliadas não alterou a coloração dos chips.
- Os teores de açúcares redutores foram mais influenciados pela temperatura de armazenamento do que pelas doses de nitrogênio.

## 5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBLOR, A.; SCANLON, M.G. Effect of storage period, cultivar and two growing locations on the processing quality of french fried potatoes. **American Journal of Potato Research**, n.79, p.167-172, 2002.

AP REES, T.; DIXON, W.L.; POLLOCK, C.J.; FRANKS, F. **Low Temperature sweetening of higher plants**. Academic Press , New York. P. 44-61, 1981.

BARKLEY, S. Growing quality potatoes in Alberta. **Agriculture, Food and Rural Development**, 2001. Disponível em: [www1.agric.gov.ab.ca](http://www1.agric.gov.ab.ca). Acesso em 30 de Março de 2004.

BERBANI, S. A.G.; AGUIAR J.M. Industrialização da batata. In: Seminário de Atualização na Cultura da Batata, 1997, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1997. p.76.

BEUKEMA, H.Y.P.; ZAAG, D.E. **Potato improvement**: some factors and facts. The Netherlands:International Agricultural Centre, 1979.

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

BLENKINSOP, R.W.; COPP L.J.; YADA R.Y. et al. A proposed role for anaerobic pathway during low-temperature sweetening in tubers of *Solanum tuberosum*. **Physiologia Plantarum**, v.118, p. 206-212, 2003.

BLENKINSOP, R.W.; COPP L.J.; YADA R.Y. 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 and Food Chemistry**, v.50, p. 4545-4553, 2002.

BOOTH, R.; SHAW, R. **Principios del almacenamiento de papa**. Centro Internacional de la papa. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur.1981.

BOWEN, W.; CABRERA, V.; BARRERA, V. et al. Simulating the response of potato to applied nitrogen. **CIP Program Report**, p.381-386,1997-98.

BRIERLEY, E.R.; BONNER, P.L.R.; COBB,A.H. Aspects of amino acid metabolism in stored potato tubers (cv. Pentland Dell). **Plant Science**, v.127,p.17-24,1997.

BRODY, J. Pointers on potatoes: potential of processed potatoes in the increase; product variables and process factors discussed; varieties check listed. **Food Engineering**, n. 47,v. 9, p.124-132, 1969.

BURTON, W.G. **Post-Harvest Physiology**. In: The Potato, 3rd Edition. Longman Scientific and Technical, London. p.423-431,1989.

CALBO,A.G. **Batata (*Solanum tuberosum*) - Laboratório de Pós-colheita**. Disponível em: [http://www.cnph.EMBRAPA.br/laborato/pos\\_colheita/batata](http://www.cnph.EMBRAPA.br/laborato/pos_colheita/batata). Acesso em: 13 dez. 2003.

CAPÉZIO, S.; HUARTE, M.; CARROZZI, L. Selección por peso específico en generaciones tempranas en el mejoramiento de la papa. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v. 6, p. 54-63, 1993.

CASTRO, A.C.; In: FERNÁNDEZ, M.F.;GÓMEZ, I.C. Sistemas de Cultivos hidropônicos. In: **Cultivos sin suelo II**. . 2ª ed. Actualizada. Almería,1999.

CHAPPER, M.;BACARIN, M.A.;PEREIRA, A.S. et al. Carboidratos não estruturais em tubérculos de dois genótipos de batata armazenados em duas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, V. 20, n. 4, 2002.

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

COPP, L.J.; BLENKINSOP,R.W.; YADA,R.Y. et al. The relationship between respiration and chip color during long-term storage of potato tubers. **American Journal of Potato Research**, n.7, p.279-287, 2000.

COSTA, L. C. **Avaliação de clones introduzidos de batata**. 2004. 56p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

CUARTERO, J.; FERNÁNDEZ-MUÑOZ, R. Tomato and salinity. **Spain Scientia Horticulturae**, n. 78, p. 83-125, 1999.

DAHLENBURG, A. P.; MAIER,N.A.; WILLIAMS, M.J. **Effect of nitrogen on the size, specific gravity, crisp colour and reducing sugar concentration of potato tubers (*Solanum tuberosum L.*) cv. Kennebec**. 2001. Disponível em: <http://www.sardi.s.gov.au>. Acesso em: 07 de Junho de 2004.

DAHLENBURG, A.P.; MAIER,N.A.; WILLIAMS, M.J. **Effect of nitrogen nutrition of potatoes on market quality requirements**. 2001. Disponível em: <http://www.sardi.s.gov.au>. Acesso em: 14 de Junho de 2004.

DALE,M.F.B.; MACKAY, G.R. Inheritance of table and processing quality. **Potato genetics**. p.285-315, 1994.

DALMAGO, G.A.; HELDWEIN,A.B.; BURIOL,G.A. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente da cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, 2003.

DAVIDS, S.J.; YAALAYAN, V.A.; TURCOTTE,G. Use of unusual storage temperatures to improve the amino acid profile of potatoes for novel flavoring applications. **Swiss Society of Food Science and Technology**, p.1-8, 2004.

ECHEVERRÍA, H.E.; SUERO,E.E.; ANDRADE, F.H. Boletín Técnico 103. **Est. Exp. agrop.** INTA Balcarce,1992.

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

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

FIOREZE, C. Transição Agroecológica em sistema de produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) na região central do RS. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria:Sociedade de Agronomia de Santa Maria,1997.p.76.

FLANDRIN, J.L.; MONTANARI, M. **História da alimentação**. 2ª Ed. São Paulo : Estação Liberdade, p. 711-712,1998.

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

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. Atheneu, 1996. 307p.

FREITAS, S.T.; BISOGNIN, D.A.; GÓMEZ, A.C.S. et al. Qualidade para processamento de clones de batata. In: IX Encontro Regional de Engenharia de Alimentos. 2004, Erechim. **Anais...** Erechim : URI , 2004.

GILETTO, C.M. **Comparación de métodos para evaluar la nutrición nitrogenada em papa**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária .2001 (Dissertação de Mestrado)- Disponível em: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/Resumenes PG/PGPV2001>.

GOLUBOWSKA, G.Changes of polysaccharide content and texture of potato during french fries production. **Food Chemistry**, 2004.

GOULD, W.A. **Quality control procedures for the manufacture of potato chips and snack foods**. Potato chip/Snack Food Association, Alexandria, VA, 1980.

HART, P.C.M.; COBB, A.H. Aspects of carbohydrate and amino acid metabolism in Pentland Dell tubers stored at 5°C and 10°C, In: Proceedings of European Association for Potato Research Conference on Storage and Utilization of Potatoes, **European Association for Potato Research** ,

p.293-304,1988.

HERTOG, M.; TIJSKENS, L.; HAK, P. The effect 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**, n.10, p. 67-79, 1997.

HIEBIG , V. **Cultura da Batata Inglesa**. Santa Maria , 1999.

HOUHOULA, D.P.; OREOPOULOU, V. Predictive study for the extent of deterioration of potato chips during storage. **Journal of Food Engineering**, n.65,p.427-432, 2004.

ILLEPERUMA, C.; SCHLIMME, D.; SOLOMOS, T. Changes in sugars and activities of sucrose phosphate synthase, sucrose synthase and invertase during potato tuber reconditioning at 10°C in air and 2,53 kPa oxygen after storage for 28 days at 1°C. **Journal of American Society of Horticulture Science**, v.123, n.2, p.311-316, 1998.

ISHERWOOD, F.A. Starch-sugar interconversion in *Solanum tuberosum*. **Phytochemistry**, Oxford , v.15, n.1, p33-41, 1976.

JOSHI, M.R.; SRIRANGARAJAN, A.N.; THOMAS, P. Effect of Gamma Irradiation and temperature on sugar and vitamin C changes in five Indian potato cultivars during storage. **Food Chemistry**,n.35, p.209-216,1990.

KIM, H.O.; LEE,S.K.; SALTVEIT,M.E. Effects of curing and storage conditions on processing quality in potatoes. **Acta Horticulturae**,v.343,p.73-76, 1993.

KITA, A. The influence of potato chemical on crisp texture. **Food Chemistry**, n. 76, p. 173-179, 2002.

KUNKEL, R.; HOLSTAD, N.; Potato chip color, specific gravity and fertilization of potatoes with N,P,K. **American Potato Journal**, v. 49, p.43-62, 1972.

LE BOT, J., ADMOWICZ, S., ROBIN, P. Modelling plant nutrition of horticultural crops: a review. **Scientia Horticulturae**, v.74, p. 47-82, 1998.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n. 1, 2002.

LIMA,J.R.; GONÇALVES,L.A.G. O processo de fritura: alterações observadas em óleos e gorduras. **Boletim do SBCTA**, v. 29, n.2, p.179-185, 1995.

LISINSKA, G.; ANIOLOWSKI, K. Organic acids in potato tuber; Part 1- The effect of storage temperatures and time on citric and malic acid contents of potato tubers. **Food Chemistry**, n. 38, p. 255-261, 1990.

LONG, A.R.; CHISM,G.W. Physical and chemical methods of evaluating foods. **Journal of Food Science**. n.52, p.150-154, 1987.

LONG,C.M.; SNAPP, S.S.; DOUCHES, D.S. et al. Tuber yield, storability, and quality of Michigan cultivars in response to nitrogen management and seedpiece spacing. **American Potato Journal Research**, n.82, p.347-357, 2004.

LOVE, S.L.; PAVEK, J.J.; THOMPSON-JOHNS, A. et al. Breeding progress for potato chip quality in North American cultivars. **American Journal of Potato Research**, n.75, p.27-36,1998.

LORENZEN, J.H.; BENNETT, N.; THORESEN M. Potato cultivar x nitrogen fertility study. **Oakes Irrigation Research Site**, 1996.

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

MAIER, N.A.; DAHLENBURG, A. P.; WILLIAMS, C.M.J. **Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield, specific gravity, crisp colour and tuber chemical composition of potato (*Solanum tuberosum L.*)cv. Kennebec.**2001. Disponível em: <http://www.sardi.s.gov.au>. Acesso em: 07 de Junho de 2004.

MARQUEZ, G.; AÑON, M.C. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. **Journal of Food Science**, v.51, n.1,p.157-160, 1986.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press Inc.1995, 889p.

McGARRY, A.; HOLE, C.C; DREW R.L.K. et al. Internal damage in potato tubers: a critical review. **Postharvest Biology and Technology**, n.8, p. 239-258, 1996.

MEDEIROS, A. B.; CUNHA B.P. Cultivo hidropônico de sementes pré-básicas de batata: concentração de nitrogênio na solução nutritiva. **Batata**

**Brasil-Pesquisa.** Resumo Publicado nos Anais do 43º Congresso Brasileiro de Olericultura. Julho, 2003.

MEENAKSHI, R.; CHAUHAN, G.S. Effect of intermittent and frying medium on the quality of potato chips. **Food Chemistry**, v.54, n. 4, p. 365-368, 1995.

MEHTA, U.; SWINBURN, B. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 41, n. 2, p. 133-154, 2001.

MELO, P.E. Aptidão de cultivares de batata para consumo *in natura* e para processamento. In: Seminário de Atualização na Cultura da Batata,1997, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria:Sociedade de Agronomia de Santa Maria,1997.p.76.

MELO, P.E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, v.20,n.197; p.112-119, 1999.

MELO, P.E.; BRUNE, S.; LIMA, P.F.S.Teor de matéria seca. **Revista cultivar**, n.22, out.2001. Disponível em: <http://revistacultivar.locaweb.com.br/>. Acesso em: 13 de Dezembro de 2003.

MICHIN, P.E.H.; THORPE, M.R.; FARRAR,J.F. A Simple mechanistic model of phloem transport which explains sink priority. **Journal of Experimental Botany**, v.44, p.947-955, 1993.

NATIONAL POTATO COUNCIL. **Potato Statistical Yearbook**. Englewood, Colorado.1995

NODA, T.; TSUDA, S.; MORI, M.; et al. The effect of harvest dates on the starch properties of various potato cultivars. **Food Chemistry**, 2003.

O'DONOGHUE, E.P.; YADA, R.Y.; MARANGONI, A.G. Low temperature sweetening in potato tubers: the role of the amyloplast membrane. **Journal of Plant Physiology**, v.145, p.335-341, 1995

OJALA, J.C.; STARK, J.C.; KLEINKOPF, G.E. **American Potato Journal**, n.67, p.29-43, 1990.

OLIVEIRA, C.A.S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, 2000.

ORTÍZ, R.; VITRAC, O.; HURTADO, J.J. et al. **Aptitud de fritura de raices y tubérculos promisorios**. 1998.

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

PEREIRA, A. da S. ; COFFIN, R.H; YADA R.Y. et al. Inheritance patterns of reducing sugars in potato tubers after storage at 12°C and 4°C followed by reconditioning . **American Potato Journal**, v. 70, n.1, p.71-76, 1993.

PEREIRA, A. da S.; TAI, G.C.C.; YADA R.Y. et al. Potential for improvement by selection for reducing sugar content after cold storage for three potato populations. **Theoretical and Applied Genetics**, v.88, p.678-684, 1994.

PEREIRA, A. da S.; COSTA, D. M.da. Qualidade e estabilidade de chips de batata. **Horticultura Brasileira** , n. 15, v.1 , p.62-65, 1997.

POPP, P. Industrialização de batata no Brasil. In: Workshop Brasileiro de Pesquisa em Melhoramento de Batata,1996, Londrina,PR. **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças,2000.

PRESSEY,R. Role of invertase in the accumulation of sugars in cold-stored potatoes. **American Potato Journal**, v.46, p.291-297, 1969.

PRITCHARD, M.K.; ADAM L.R. Relationships between fry color and sugars concentration in stored Russet Burbank and Shepody potatoes. **American Potato Journal**, v.71, n.1,p.59-68,1994.

PRITCHARD, M.K. Relationships of sugars to colour of processed potatoes. **Manitoba Agriculture**, 2003.

RANI, M.; CHAUHAN, G.S. Effect of intermittent frying and frying medium on the quality of potato chips. **Food Chemistry**, v. 54, n.4, p. 365-368, 1995.

REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**. v.19, n.3, p.360-364, 2001.

RODRIGUES, N.S. **Avaliação tecnológica e sensorial de novos genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) para industrialização na forma de pré-fritas congeladas**. 1990. 177p. (Dissertação de Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1990.

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

ROSA, L.M.G.; COSTA, J.A.A; AZZARINI,L.N. et al. Resposta de fotossíntese e matéria seca de espécies C4 nativas do Rio Grande do Sul á diferentes disponibilidades de nitrogênio.1999. Disponível em: [www.ufrgs.br/agro/pf\\_agrom/labs/ecofis/nativo.pdf](http://www.ufrgs.br/agro/pf_agrom/labs/ecofis/nativo.pdf). Acesso em: 07 de Junho de 2004.

SALAMONI, A.T.; PEREIRA, A. S.; VIÉGAS, J. et al. Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agronômicas em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.7, 2000.

SALLES, L.A.B. Panorama Mundial da produção, consumo e comércio da batata. In: Seminário de Atualização na Cultura da Batata,1997, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria:Sociedade de Agronomia de Santa Maria,1997.p.76.

SALUZZO, J.A.; ECHEVERRÍA, H.E.; ANDRADE, F.; HUARTE, M.; GARCÍA JURADO,G. Producción de materia seca y de tubérculos de papa (cv. Huinkul MAG) en respuesta a la fertilización nitrogenada en Balcarce. **Revista Facultad de Agronomía**, n.70, p. 81-89, 1999.

SHOCK,C. C.; FEIBERT E.B.G.; SAUNDERS L. **Nitrogen requirements for new potato varieties under furrow irrigation**. Oregon State University. 1995.

SHOCK,C. C.; FEIBERT E.B.G.; SAUNDERS L. **Cultural practices for new**

**potato varieties.** Oregon State University. 1997.

SIKORA, E.; CIESLIK, E. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of iron and manganese in potato tubers. **Food Chemistry**, v.67, p.301-304, 1999.

SILVA, A.C.F. da. Batata:alguns aspectos importantes. **Agropecuária Catarinense**, v.4, p.38-41,1997.

SOBOH, G.A.;SULLY, R.;HOPKINS,H. Ways to increase tubers number. **Institute for Horticultural Development.** Knoxfield, 2001. Disponível em: <http://www.sardi.s.gov.au>. Acesso em: 07 de Junho de 2004.

SOWOKINOS, J.R. Biochemical and molecular control of cold-induced sweetening in potatoes. **American Journal of Potato Research**, n.78.p.221-236,2001.

SPARROW, L.A.; CHAPMAN S.R. Effects of nitrogen fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L.,cv. Russet Burbank) in Tasmania. **Australian Journal of Experimental Agriculture.** v.43, n.6, p. 631-641,2003.

STARK, J.; OLSEN, N; KLEINKOPF,G. et al. **Tuber quality.** 2003. Disponível em: [www.ag.uidaho.edu/potato/production/files](http://www.ag.uidaho.edu/potato/production/files). Acesso dia: 04 de Julho de 2004.

STEVENSON, F.J.; AKELEY, R.V.; MCLEAN,J.G. Potato utilization in relation to variety (heredity) and environment. **American Potato Journal**, v.31,p.327-340,1954.

TALBURT, W.F.; SCHWIMMER, S.; BURR H.K. Structure and chemical composition of the potato tuber. **Potato Processing**. 3<sup>a</sup> ed. Westport: AVI, p.11-42.1975.

TOMA, R.B.; LEUNG, H.K. Determination of reducing sugars in french fried potatoes by 3,5-dinitrosalicylic acid. **Food Chemistry**, v. 23, p. 29-33, 1987.

UPPAL,D.S.; VERMA,S. C. Changes in sugar content and invertase activity in tubers of some Indian potato varieties stored at low temperature. **Potato Research**, v. 33, p. 119-123, 1990.

VENDRUSCOLO, J.L. **Avaliação e melhoria das qualidades tecnológicas e sensoriais de genótipos de batata para a industrialização e consumo de mesa**. Pelotas, CPACT/EMBRAPA, 1998.

VERMA S. C.; SHARMA, T.R.; VERMA, S. M. Effects of extended high-temperature storage on weight losses and sugar content of potato tubers. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.44, p.703-706, 1974.

WANG-PRUSKI, G.; NOWAK, J. Potato after-cooking darkening. **American Potato Journal**, v.81, p.7-16, 2004.

WILSON,A. M.; WORK, T.M.; BUSHWAY, A.A. et al. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, n.1,p.300-301, 1981.

WONG YEN CHEONG, J.K.C.; GOVINDEN, N. **Quality of potato during storage at three temperatures**.1996. Disponível em:<http://farc.gov.mu/amas>  
Acesso em : 08 de junho de 2004.

ZAMBEN, J. L. Forçamento e inibição de brotação em batatas. **Seminários de Olericultura**, Vol. IV, Viçosa, 1982.

ZORZELLA,C.; VENDRUSCOLO,J.S.; TREPTOW, R.O. et al. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, n. 6, p.15-24, 2003.