

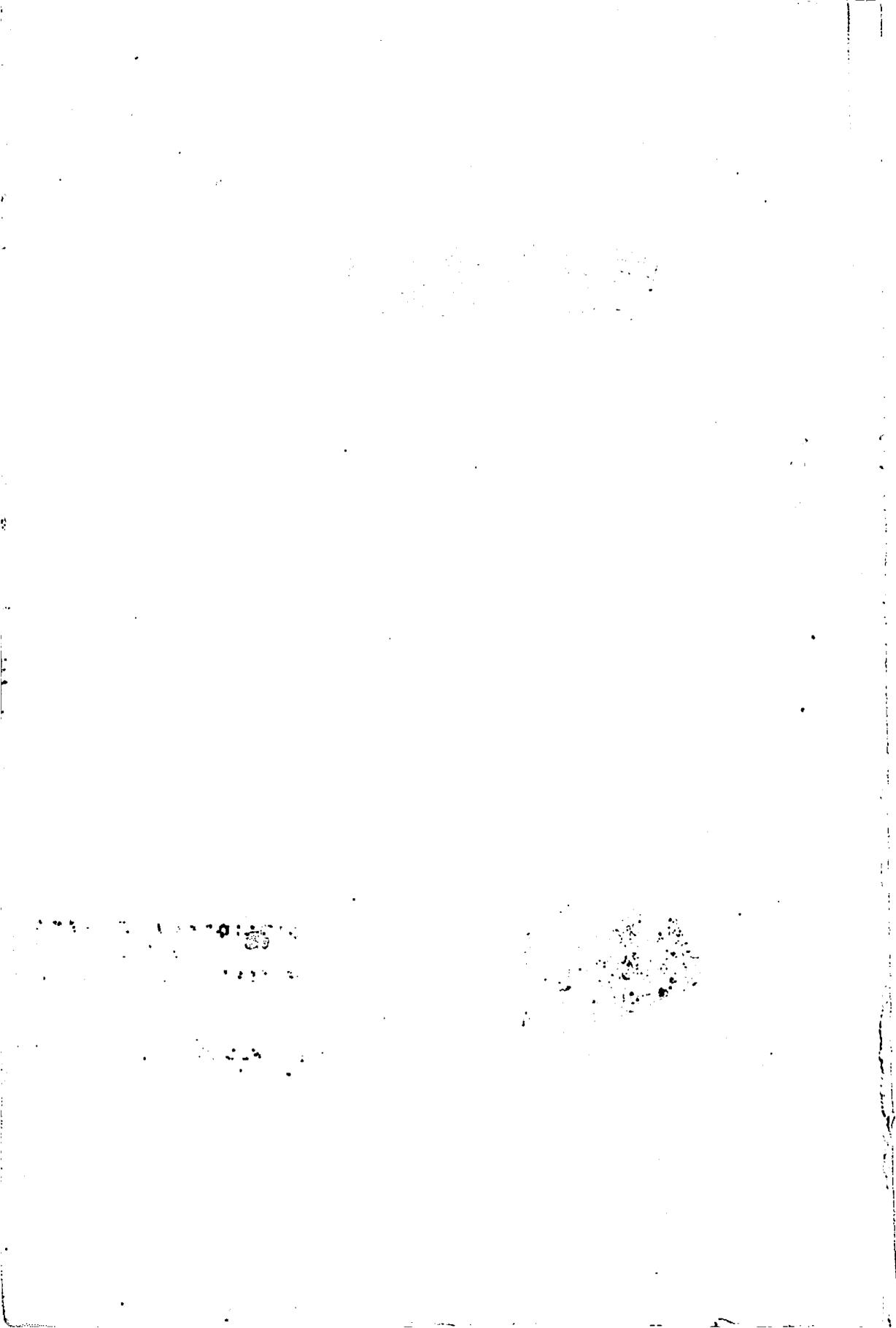


UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS E QUALIDADE DE FRITURA DE DUAS
CULTIVARES DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) ARMAZENADAS
EM ATMOSFERA MODIFICADA EM TEMPERATURA AMBIENTE
E SOB REFRIGERAÇÃO**

ANA HELENA ROMANIELLO COELHO

1998



43282

MF 30402

DESCARTADO

m. Ribeiro
ASSINATURA

Data 15, 08, 17

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
UFLA

ANA HELENA ROMANIELLO COELHO

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS E QUALIDADE DE FRITURA DE DUAS
CULTIVARES DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) ARMAZENADAS
EM ATMOSFERA MODIFICADA EM TEMPERATURA AMBIENTE
E SOB REFRIGERAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Curso de Doutorado em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de
"Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela

BI

N.º

N.º

DA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1998

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Coelho, Ana Helena Romaniello

Alterações químicas e qualidade de fritura de duas cultivares de batata
(*Solanum tuberosum* L.) armazenadas em atmosfera modificada em
temperatura ambiente e sob refrigeração / Ana Helena Romaniello Coelho. -
- Lavras : UFLA, 1998.

145 p. : il.

Orientador: Evódio Ribeiro Vilela.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Batata. 2. Processamento. 3. Armazenamento. 4. Refrigeração. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.80521
-664.80553

ANA HELENA ROMANIELLO COELHO

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS E QUALIDADE DE FRITURA DE DUAS
CULTIVARES DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) ARMAZENADAS
EM ATMOSFERA MODIFICADA EM TEMPERATURA AMBIENTE
E SOB REFRIGERAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Curso de Doutorado em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de
“Doutor”.

APROVADA em 06 de março de 1998

Prof. Dr. César A. Brasil P. Pinto Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes

Prof. Dra. Celeste M. Patto de Abreu Prof. Vânia Déa de Carvalho


Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
1998

AGRADECIMENTOS

A Deus, presente em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização do curso.

A CAPES, pelo apoio financeiro através de bolsas de estudo, e ao CNPq, pelo apoio financeiro através das taxas de bancada.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e à FAPEMIG, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao produtor Paulo B.P.Pinto, pelo fornecimento da matéria-prima.

Ao professor Evódio Ribeiro Vilela, pela orientação, convívio e amizade.

À professora Vânia Déa de Carvalho, pela co-orientação, incentivos e ensinamentos.

Ao professor César A. B. P. Pinto, pelas sugestões e por ceder equipamentos e mão-de-obra para a realização das análises de densidade.

A todos os professores do curso, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao chefe do Departamento de Ciência dos Alimentos, Paulo Roberto Clemente, pelo estímulo.

Aos funcionários da EPAMIG, Sílvio, Laerte, Janir, Samuel, Geraldo, Odair, Eliane e Ismael (*in memorian*), pela colaboração e alegre convivência.

Às funcionárias da FAEPE (Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão), Sandra e Consntantina, pelo apoio durante a realização das análises laboratoriais.

À Urquisa de Oliveira Bicalho, professora da UNESP - Iha Solteira, pela estimada amizade e saudável convivência durante todo o curso.

Ao Josivan Barbosa Menezes, professor da ESAM - Mossoró/RN, pelas sugestões na condução do experimento.

Ao colega e professor Eduardo V.B. Vilas Boas, pela sincera amizade, valiosos ensinamentos e agradável convívio.

À aluna de iniciação científica Rossana Pierângeli Godinho, e ao estagiário Rogério Resende Martins Ferreira, pela incansável contribuição na fase experimental.

Aos alunos Mailin, Marcos, Andréia, Hélio, Juliana Piedade e Karina, pela colaboração nas análises de laboratório.

À funcionária Maria Aparecida Corrêa, sempre presente em todas as etapas.

Aos colegas Fábio del Monte Coccozza e Anna Christina de Carvalho Moura, pelo companheirismo e desprendimento.

Ao Rogério Amaro Gonçalves, pela presteza nas análises estatísticas e confecção dos gráficos.

Aos meus pais

Thele e Gilda.

Ao meu esposo

Hélio César.

Aos meus sobrinhos,

DEDICO

**Há coisas que ainda não são verdadeiras,
que, talvez, não tenham o direito de ser verdadeiras,
mas que o poderão ser amanhã.**

Carl Jung

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Aspectos gerais.....	4
2.2 Composição química.....	5
2.3 Maturidade.....	7
2.4 Produtos fritos à base de batata.....	8
2.4.1 Escurecimento enzimático.....	9
2.4.2 Escurecimento não enzimático.....	10
2.5 Fatores pré-colheita.....	11
2.6 Armazenamento.....	14
2.7 Escolha da cultivar para processamento.....	15
2.8 Mecanismos de adoçamento.....	20
2.9 Efeito da atmosfera modificada e controlada nos níveis de açúcares.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Matéria-prima.....	24
3.2 Experimento e procedimento experimental.....	26
3.3 Avaliações físicas.....	26
3.4 Avaliações químicas e bioquímicas.....	28
3.5 Avaliações tecnológicas.....	32
3.6 Análise estatística.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Temperatura e umidade relativa.....	36
4.2 Características físicas dos tubérculos.....	37
4.2.1 Índice de formato.....	37
4.2.2 Densidade.....	37
4.2.3 Textura.....	43
4.2.4 Matéria seca.....	47
4.3 Composição química.....	51
4.3.1 Açúcares redutores.....	51
4.3.2 Sacarose.....	56

4.3.3 Açúcares totais.....	61
4.3.4 Amido.....	66
4.3.5 Pectina total.....	71
4.3.6 Pectina Solúvel.....	77
4.3.7 Solubilização de pectinas.....	81
4.3.8 Atividade de pectinametilesterase (PME).....	88
4.3.9 Atividade de poligalacturonase (PG).....	93
4.3.10 Compostos fenólicos.....	93
4.3.11 Atividade de polifenoloxidase (PFO) e de peroxidase (PO).....	97
4.3.12 Vitamina C total.....	97
4.4 Propriedades tecnológicas.....	103
4.4.1 Rendimento de fritura.....	103
4.4.2 Absorção de óleo.....	108
4.4.3 Cor desenvolvida após processamento em “fritas à francesa”.....	114
5 CONCLUSÕES.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
ANEXOS	135

RESUMO

COELHO, Ana Helena Romaniello. Alterações químicas e qualidade de fritura de duas cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) armazenadas em atmosfera modificada em temperatura ambiente e sob refrigeração. Lavras: UFLA, 1998. 145 p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).*

Foram analisadas duas cultivares de batata provenientes de Pouso Alegre (MG) e submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente (temperatura média de 18,5°C) e em câmara fria ($8 \pm 1^\circ\text{C}$), embaladas em filmes de polietileno preto, de três espessuras diferentes, com perfurações. Os tubérculos foram avaliados quanto ao formato, densidade, textura e matéria seca. Quimicamente, analisaram-se as porcentagens de açúcares redutores, não redutores e totais, amido, teores de pectina total e solúvel e porcentagens de solubilização de pectinas, teores de compostos fenólicos e de vitamina C total e atividades de pectinametilsterase. Nas batatas processadas em “fritas à francesa” determinaram-se os rendimentos de fritura, as porcentagens de absorção de óleo e a cor desenvolvida após a fritura. A cultivar Baraka apresentou maiores valores de densidade, maiores teores de matéria seca, amido e maiores atividades de pectinametilsterase, ao passo que a cultivar Achat mostrou maiores valores de textura e maiores teores de fenólicos, nas duas temperaturas. Em temperatura ambiente a cultivar Baraka obteve maior teor de pectina solúvel e maior porcentagem de solubilização e, em câmara fria, maior acúmulo de açúcares redutores. A cultivar Achat mostrou, no armazenamento em baixas temperaturas, maior teor de vitamina C e maior porcentagem de solubilização de pectinas em relação à cultivar Baraka. A cultivar Baraka adquiriu maior rendimento de fritura, menor porcentagem de absorção de óleo e cor de fritura mais clara, em relação à cultivar Achat, nas duas temperaturas de armazenamento, mas em câmara fria ambas as cultivares receberam notas acima do limite aceitável para o desenvolvimento de cor.

Comitê Orientador: Evódio Ribeiro Vilela - UFLA (Orientador), Vânia Déa de Carvalho - UFLA (co-orientadora), César Augusto Brasil Pereira Pinto - UFLA, Celeste Maria Patto de Abreu - UFLA e Augusto Ramalho de Moraes - UFLA.

ABSTRACT

CHEMICAL ALTERATIONS AND FRYING QUALITY OF TWO POTATO CULTIVARS (*Solanum tuberosum* L.) STORED IN A MODIFIED ATMOSPHERE AT ROOM TEMPERATURE AND UNDER REFRIGERATION

Two potato cultivars from Pouso Alegre (MG) were analyzed, stored at room temperature at average temperature of 18.5°C and in cold chamber ($8 \pm 1^\circ\text{C}$), wrapped in perforated black polyethylene film of three different thickness. The tubers were evaluated as to shape, specific gravity and texture. Percentages of dry matter, reducing, non reducing and total sugars, starch, and total and soluble pectin contents, pectin solubilization percentages, phenolic compound and vitamin C contents and the enzymatic activity of the pectinmethylesterase were chemically determined. The frying yield, oil absorption and color developed after frying were evaluated in the potatoes processed as "French fries". The Baraka cultivar presented higher specific gravity values and higher contents of dry matter and starch and higher pectinmethylesterase activity, while the Achat cultivar presented higher texture values and higher phenolic contents at both temperatures. At room temperature, the Baraka cultivar obtained higher soluble pectin contents and higher percentage of pectin solubilization than the Achat cultivar. In cold chamber, higher accumulation of reducing sugars was observed in the Baraka cultivar, and higher vitamin C contents and pectin solubilization percentages were observed in the Achat cultivar. The Baraka cultivar showed the higher frying yield and the lower oil absorption percentages. The frying color of the Baraka cultivar was lighter than the Achat cultivar at both storage temperatures, but, in cold chamber, both cultivars received values above the acceptable limit for color development.

Guidance Committee: Evódio Ribeiro Vilela - UFLA (Major Professor), Vânia Déa de Carvalho - UFLA, César Augusto Brasil Pereira Pinto - UFLA, Augusto Ramalho de Moraes - UFLA e Celeste Maria Patto de Abreu - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A batata é um dos alimentos mais consumidos no mundo devido à sua composição, versatilidade gastronômica e tecnológica e baixo preço, sendo suplantada apenas pelo trigo, arroz e milho (Carvalho et al. 1977). É considerada uma boa fonte de carboidratos, fibras e vitamina C. Os carboidratos têm um importante papel na dieta, podendo contribuir com mais da metade dos requerimentos de energia e com 11,8% do total de fibras (Chalom et al. 1995).

O Brasil é o maior produtor de batatas da América do Sul, produzindo, em 1996, 2.699.000 toneladas, cerca de 20% da produção sul-americana. Em seguida destacam-se a Colômbia, o Peru e a Argentina (FAO, 1996). O estado de Minas Gerais destaca-se como o segundo maior produtor brasileiro, com aproximadamente 640.000 toneladas, precedido pelo Paraná, com 784.000 toneladas (AGRIANUAL, 1996).

Os hábitos de consumo de alimentos têm-se modificado acentuadamente nos últimos anos. Até o início deste século, todos os produtos à base de batata destinados à alimentação humana eram feitos no ambiente doméstico (Carvalho et al. 1977). Com o surgimento das grandes cadeias de supermercados, o aperfeiçoamento dos meios de comunicação, a valorização dos conceitos de qualidade e a conscientização das pessoas no sentido de se evitar desperdícios (Filgueiras, 1996), o consumidor está se tornando mais exigente e privilegia cada vez mais os produtos de boa qualidade. Devido,

também, à participação cada vez maior das mulheres no mercado de trabalho e às facilidades domésticas hoje existentes, como “freezers” e fritadores de uso caseiro, a industrialização da batata vem se tornando expressiva. O processamento também oferece a vantagem de levar os produtos às regiões de maior escassez deste tubérculo, como é o caso do norte e nordeste brasileiros, e de fornecer o produto mesmo em épocas de pequena safra (AGRIANUAL , 1996).

Os produtos à base de batata têm alcançado um desenvolvimento importante e uma rápida diversificação, tanto na forma de flocos e granulados destinados a reconstituir os purês, como na forma de “fritas à francesa” pré-cozidas e congeladas, “chips” e batatas cozidas e enlatadas.

As batatas estão sujeitas a consideráveis perdas durante o armazenamento. Assim, não é possível estocar no estado fresco o excedente de uma boa safra para garantir uma safra pior, como acontece com os grãos. A fim de se controlar o fluxo de mercado e aumentar o período de conservação dos tubérculos, pode-se armazená-los em baixas temperaturas. Este tipo de armazenamento aumenta a vida útil dos tubérculos, porém, tem o inconveniente de aumentar os níveis de açúcares redutores, o que implica no escurecimento dos produtos processados, principalmente na forma de “chips” e fritas “à francesa” (Ap Rees et al. 1981; Wilson et al. 1981; Pereira et al. 1993; Duplessis, Marangoni e Yada, 1996). Este aumento nos teores de açúcares redutores é dependente da cultivar, do tipo de adubação, do nível de sacarose no momento da colheita, das condições de crescimento, tratos culturais e tratamentos pós-colheita dos tubérculos (Santerre, Cash e Chase, 1986; Westermann et al. 1994; Reis Júnior e Fontes, 1996).

O efeito do armazenamento dos tubérculos em condições de atmosfera controlada e atmosfera modificada tem sido estudado. De acordo com Parkin e

Schwobe (1990), atmosferas com baixos níveis de oxigênio reduzem a extensão do acúmulo de CO₂ e a taxa de conversão de sacarose em hexose durante o armazenamento. A embalagem em filmes de polietileno, “cryovac” e outros exercem controle sobre os níveis de O₂ e CO₂, aumentando a vida de armazenamento dos produtos, através da diminuição da taxa respiratória.

O presente trabalho teve como objetivos:

- a) Averiguar o potencial de armazenamento das cultivares de batata Achat e Baraka plantadas no Sul de Minas Gerais.
- b) Verificar o efeito da espessura das embalagens de polietileno sobre as características de qualidade dos tubérculos.
- c) Avaliar a composição química dos tubérculos armazenados, relacionando-a com os critérios de qualidade para armazenamento e processamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

A batateira é um membro da família *Solanaceae*, originária dos altiplanos da Região Andina, na América do Sul, compreendida entre o Peru e a Bolívia. Esta família reúne cerca de 160 espécies silvestres e umas 8 espécies cultivadas, destacando-se, dentre as últimas, aquela de maior interesse econômico - *Solanum tuberosum* L. (Filgueira, 1982; Canécchio Filho, 1987). Sob o aspecto botânico, a batateira é uma planta herbácea, alcançando 50 - 60 cm de altura. O sistema radicular desenvolve-se superficialmente, formado por raízes que se originam na base do caule, os quais existem em três tipos distintos: o caule aéreo, as ramificações subterrâneas deste mesmo caule (estólons) e os tubérculos, formados nas extremidades dos estólons. Um tubérculo - a parte utilizável da batateira - apresenta nítidas características morfológicas de caule, com gemas dormentes que brotam, posteriormente, sendo caules latentes. Portanto, o que é denominado batata é a ponta entumescida de um estólón (Talbert, Schwimmer e Burr, 1975), na qual acumulam-se reservas nutritivas.

Poucas são as culturas que vêm desempenhando tão importante papel como fonte de subsistência das populações como a batatinha, batata ou batata inglesa, uma denominação infeliz para uma cultura de origem latino-americana. Além de seu elevado consumo neste continente, a batata é a base alimentar de

européus e norte-americanos. No Brasil a batata é a hortaliça de maior importância comercial (Reis Júnior e Fontes, 1996).

2.2 Composição química

Os tubérculos são compostos de aproximadamente 78% de água, 20% de carboidratos, 2% de proteínas e uma quantidade irrisória de lipídeos (Orr e Cash, 1991). Embora a batata não seja uma fonte protéica importante do ponto de vista quantitativo, em termos nutricionais a qualidade de sua proteína é elevada (Sgarbieri, 1987). Aproximadamente 80% do peso dos carboidratos da batata são formados pelo amido, que é composto de amilopectina (75 - 79%) e amilose (21 - 25%). A proteína da batata é constituída de aminoácidos essenciais e não essenciais, a metionina e a cisteína sendo limitantes para os requerimentos nutricionais humanos. A batata é também uma excelente fonte de vitamina C, fornecendo de 12 a 23 mg desta vitamina por 100g de batata (Rodrigues-Saona e Wrolstad, 1997). Infelizmente a vitamina C é muito susceptível a perdas durante o cozimento e o processamento, particularmente se as batatas cozidas são mantidas em re-aquecimentos (Burg e Fraile, 1995; Williams, Ross e Miller, 1995). A vitamina C é um nutriente particularmente sensível às condições de processamento. Temperatura, bem como pH, conteúdo de água (Saguy, Kopelman e Mizrahi, 1978; Mishkin, Saguy e Karel, 1984) e a presença de catalizadores metálicos e biológicos influenciam sua taxa de destruição (Kincal e Giray, 1987). Para alguns processos como o branqueamento em água, a perda de vitamina C ocorre por difusão desta vitamina no interior da batata, seguida por lixiviação dentro do fluido de branqueamento. Burg e Fraile (1995) mostraram que a perda de vitamina C com o tempo de cozimento foi principalmente devido à destruição enzimática. Um

baixo conteúdo de água e a presença de ar na atmosfera de cozimento aumentaram posteriormente a taxa de destruição desta vitamina.

As propriedades anti-escorbúicas da batata têm sido conhecidas por muito tempo. A vitamina C está presente no tubérculo em ambas as formas, reduzida e oxidada. A primeira, ácido ascórbico, é, estruturalmente, um dos componentes vitamínicos mais simples encontrados em plantas (Menezes, 1986): é a lactona de um ácido pentahidroxi-hexenóico. O ácido ascórbico é prontamente oxidado a ácido dehidroascórbico, que também é antiescorbúico (Burton, 1989), a reação sendo reversível. O ácido dehidroascórbico é a lactona de um ácido diceto-1-gulônico que, sendo instável, é logo convertido a ácido dicetogulônico. O ácido dicetogulônico não é antiescorbúico e não é capaz de ser reduzido diretamente a ácido ascórbico. Sua formação, deste modo, representa a perda de vitamina C. Embora a oxidação do ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico não represente, por si só, perda de atividade vitamínica, ela pode levar à perda muito maior com o subsequente cozimento; a destruição do ácido dehidroascórbico pelo processo de cozimento é sempre marcante e, às vezes, quase que completa, enquanto a destruição do ácido ascórbico é comparativamente pequena (Burton, 1989).

Adicionalmente, as batatas oferecem quantidades substanciais de riboflavina, niacina e tiamina. São uma boa fonte de ferro e magnésio (Orr e Cash, 1991). Quando expostos à luz solar ou artificial, os tubérculos desenvolvem clorofila, superficialmente, e os alcalóides tóxicos α -chaconina e α -solanina internamente, tornando-se impróprios para o consumo (Morales, 1987).

A indigestibilidade do amido de batata não gelatinizado impede o consumo das batatas no seu estado cru, e a presença de inibidores de protease, que são consideravelmente desnaturados pelo calor, é uma razão adicional para

o cozimento (Smith, 1975). Isto é feito tanto pela fervura como pelo cozimento a vapor ou pelo calor do forno, fritura em óleo ou ainda cozimento em micro-ondas.

2.3 Maturidade

A caracterização da maturidade da batata é complexa e envolve processos físico-químicos inter-relacionados, que determinam a maturidade física e fisiológica (Pritchard e Adam, 1992; Herrman, 1995). Indicadores de maturidade física incluem senescência da folhagem, produção de tubérculos e grau de aderência da periderme (Pritchard e Adam, 1992). A maturidade fisiológica do tubérculo corresponde ao ponto no qual se atinge um pico de matéria seca e o conteúdo de açúcar é mínimo (Iritani e Weller, 1977). Entretanto, Coffin et al. (1987) não conseguiram estabelecer um valor limitante, para o conteúdo individual de açúcares ou para a combinação deles, pelo qual fosse possível prever se a cor dos chips seria inaceitável para as cultivares examinadas. As mudanças nos conteúdos de matéria seca e de açúcar estão associadas a outras características dos tubérculos e da folhagem, incluindo a senescência da folhagem, o volume dos tubérculos e a dormência do tubérculo (Hope, MacKay e Townsend, 1960). Contudo, os tubérculos podem estar fisicamente maduros, sem, no entanto, terem adquirido a maturidade química, ou seja, baixa concentração de açúcar. As concentrações de sacarose variam durante a estação de crescimento, podendo estar altas no momento da colheita, especialmente se o estresse ambiental ou cultural atrasar a maturidade química (Pritchard e Adam, 1994).

2.4 Produtos fritos à base de batata

As batatas podem ser cozidas por fritura em óleo, de duas principais formas: “*french fries*” (fritas à francesa) ou “*chips*”. Fritas à francesa são tiras, normalmente de 10 - 13 mm de seção quadrada quando cruas, e comprimento igual à maior dimensão do tubérculo. Elas são fritas em óleo, numa proporção de no mínimo 20 litros de óleo para cada quilo de batata, à temperatura inicial de 180- 200°C, até que o tecido fique totalmente cozido por dentro, e o conteúdo de água reduza-se a algo em torno de 60%. O cozimento leva cerca de 4 a 5 minutos. Uma pequena quantidade de gordura é absorvida durante o cozimento e permanece mais intensamente sobre a superfície das fritas à francesa quando são removidas do óleo, dando um conteúdo final, absorvido e retido, de cerca de 10%. O método de cozimento possivelmente originou-se na França, sendo introduzido na Inglaterra no ano de 1860 (Burton, 1989).

Os chips originaram-se na América, na metade do séculos XIX (Smith, 1975) e consistem de pedaços muito finos de batata frita em óleo (25 L/kg batata) até que se tornem secos e quebradiços. Devido à sua grande taxa superfície/volume o consumo e a retenção superficial de óleo é consideravelmente maior, em torno de 40 - 45% na fritura doméstica.

Entre os principais fatores que determinam a quantidade de gordura absorvida por um alimento durante a fritura estão: (a) tempo e temperatura usados no processo; (b) superfície de contato com o alimento e (c) composição e tipo de alimento. Deixando-se o alimento um mínimo de tempo em contato com o óleo (isso obtém-se com otimização e manutenção da temperatura), consegue-se reduzir a absorção de óleo (Azeredo, 1982).

2.4.1 Escurecimento enzimático

Segundo Low et al. (1989), o escurecimento enzimático é um problema sério nos produtos à base de batata, tais como grânulos, flocos, “chips” e batatas fritas “à francesa”. Este escurecimento tem sido relacionado com a atividade da enzima polifenoloxidase e as concentrações de substratos. Mondy, Citandra e Evans (1985) registraram que os tubérculos da cultivar Atlantic continham menores teores de compostos fenólicos e escureciam menos após moagem e exposição ao ar do que os tubérculos das cultivares Katahdin, Russet Burbank e Superior. Sapers et al. (1989) constataram que os tubérculos da cultivar Atlantic eram menos sujeitos ao escurecimento que os da cultivar Russet Burbank. A tendência ao escurecimento destas cultivares estava mais correlacionada aos fenólicos totais e à tirosina e, em menor extensão, à atividade da polifenoloxidase.

O controle químico do escurecimento enzimático envolve a inibição da atividade da polifenoloxidase pelo ajuste do pH, adição de bissulfito ou compostos sulfidrilicos, quelação do cobre da polifenoloxidase e uso de compostos redutores, os quais reduzem as o-quinonas e produzem compostos não coloridos (Ponting, 1960).

Segundo Muneta (1981), o bissulfito de sódio, a cisteína, o ditionthreitol e o dietilditiocarbamato de sódio (Na Dieca) inibem o escurecimento em batatas por inibirem inicialmente a oxidação da tirosina pela polifenoloxidase. O bissulfito de sódio e o dietilditiocarbamato de sódio (Na Dieca) também causam a inativação enzimática. Embora a cisteína e o ditionthreitol inibam a oxidação da tirosina por um determinado período de tempo, eles não inativam esta enzima. O ditionthreitol é mais ativo na inibição da oxidação da tirosina do que da cisteína. Os ácidos ascórbico e fumárico inibem

o escurecimento enzimático por reduzirem a dopaquinona à dopa. Quando os agentes redutores são completamente oxidados, ocorre o escurecimento.

O problema do escurecimento enzimático vem agravando-se, particularmente no caso de produtos destinados ao mercado estrangeiro, uma vez que o uso de sulfito como agente anti-escurecimento tem sido proibido, por ser prejudicial à saúde.

2.4.2 Escurecimento não enzimático

Segundo Low et al. (1989), o escurecimento não enzimático ou reação de Maillard é um problema sério nos produtos de batata, tais como grânulos, flocos, "chips" e batatas fritas à francesa. A reação de Maillard envolve uma série de passos que se iniciam com a reação entre o grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas. É o maior contribuidor da cor escura dos produtos alimentares, nos quais as melanoidinas pigmentadas são os produtos finais. A reação de Maillard sofre influência decisiva da temperatura, sendo violenta a 150°C, rápida a 100°C e lenta a 67°C. Como a temperatura do óleo no processo de fritura é normalmente de 180-185°C, tem-se uma alta eficiência de reação (Azeredo, 1982). As alternativas que buscam reduzir os efeitos indesejáveis desta reação envolvem um novo tipo de controle, que seria a manipulação, genética ou ambiental, dos teores dos compostos responsáveis pelo escurecimento não enzimático. Qualquer mudança nas concentrações dos açúcares e dos aminoácidos ou nos fatores externos que influenciam essas concentrações poderiam afetar a extensão do escurecimento dos produtos alimentares. É muito difícil e nutricionalmente indesejável reduzir a concentração ou mudar as características dos aminoácidos. Entretanto, os açúcares redutores não são

nutricionalmente importantes em produtos de batata e poderiam ser manipulados mais facilmente, especialmente a glicose (Low et al. 1989). Considerando-se que as batatas possuem um excesso de aminoácidos de 3 a 4 vezes em concentração molar sobre os açúcares redutores e não redutores, conclui-se que, em batatas, o fator limitante para a variação na cor de fritura dos produtos é o nível de açúcares (Leszkowiat et al. 1990; Brierley, Bonner e Cobb, 1996).

Segundo Low et al. (1989), a glicose oxidase tem sido usada com sucesso para abaixar a concentração de glicose na indústria de ovos secos. Esta enzima cataliza a oxidação da β - D - glicose a β - D - glicona, lactona e H_2O_2 . A lactona poderia ser espontaneamente hidrolisada através da ação da D-glicona e lactona hidrolase, as quais poderiam estar presentes nas preparações comerciais de enzimas para formar ácido D- glicônico. A utilização da glicose oxidase seria um fator controlador dos níveis de glicose e, conseqüentemente, do escurecimento.

Relações entre a cor de batatas fritas à francesa e o teor de açúcares em variedades Russet Burbank e Shepody, colhidas em vários estádios de maturação química e expostas a várias temperaturas durante 8 a 9 meses foram examinadas por Pritchard e Adam (1994). Estes autores observaram que a cor escura das batatas pode estar mais relacionada com a glicose do que com a frutose, açúcares redutores totais, sacarose e açúcares totais.

2.5 Fatores pré-colheita

As condições culturais e ambientais que afetam a qualidade da batata para processamento são: 1) data de plantio; 2) tipo de solo; 3) umidade do solo; 4) clima; 5) localização da cultura; 6) nutrição mineral das plantas; 7) técnica

de cultivo e controle de ervas daninhas; 8) temperatura durante a estação de crescimento; 9) programa de pulverizações para o controle de doenças; 10) idade e método de eliminar as ramas e 11) idade de colheita (Lynch et al. 1995). Os tubérculos de plantas expostas ao calor e ao estresse de água, freqüentemente, acumulam açúcares redutores na extremidade ligada ao caule (oposta à extremidade onde se localizam as gemas), resultando em uma condição conhecida como “extremidade doce” ou “extremidade escura”. Tais tubérculos, após a fritura, desenvolvem uma cor marrom na extremidade, correspondente à porção ligada ao caule (Shock et al. 1994), contrariando os padrões exigidos pelos processadores, que requerem uma cor clara e uniforme. Juntamente com fatores culturais e ambientais, a escolha da cultivar para o processamento é de primordial importância (Smith, 1975).

Existe considerável evidência de que tanto o nitrogênio como o potássio influenciam a produção e a qualidade da batata. Um estudo conduzido por Westermann et al. (1994) detectou que as aplicações de nitrogênio aumentaram os níveis de açúcares redutores na extremidade apical do tubérculo (ligada ao caule) e diminuíram os níveis na extremidade terminal, enquanto as doses de potássio tiveram o efeito de reduzir os níveis de açúcares redutores em ambas as extremidades do tubérculo. Já os teores de sacarose não foram afetados pelo tratamento com fertilizantes. As aplicações de nitrogênio e de potássio, segundo os autores, reduziram as concentrações de matéria seca e de amido em ambas as extremidades do tubérculo.

Dosagens altas ou excessivas de nitrogênio disponível estimulam o crescimento da parte aérea e atrasam a tuberização e a maturidade. Conseqüentemente, batatas colhidas relativamente imaturas terão menor conteúdo de matéria seca (Santerre, Cash e Chase, 1986). O potássio é requerido pelas plantas para translocação de açúcares e síntese de amido, mas

os níveis deste elemento possuem um efeito direto na redução da densidade e dos teores de matéria seca do tubérculo, sendo que o KCl possui um efeito maior do que o K_2SO_4 (McDole et al. 1978). A adubação potássica é de grande importância para o aumento da produção de tubérculos de batata, mas cuidados devem ser tomados para que o aumento de produção não esteja associado a tubérculos de baixa qualidade (Reis Júnior e Fontes, 1996).

O cálcio é um macronutriente crítico para o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas. De acordo com Paiva et al (1997), batatas cultivadas na ausência de cálcio não produzem tubérculos e apresentam senescência precoce e, sob deficiência deste mineral, os tubérculos tornam-se mais susceptíveis a danos mecânicos e a esfoladuras durante o arranquio, a classificação e o transporte (Hughes, 1974), tendo reduzida conservação pós-colheita.

O cálcio faz parte da estrutura da parede celular, onde confere rigidez pela formação de ligações cruzadas entre as moléculas de ácido poligalacturônico, dando maior estabilidade à lamela média. O pectato de cálcio na lamela média atua como um agente cimentante que aumenta a adesão celular. A resistência a vários distúrbios patológicos e fisiológicos dos tubérculos tem sido correlacionada aos teores de cálcio nos mesmos (Bamberg et al. 1995). Como sintomas de deficiência de cálcio, Paiva et al. (1997) observaram, além do tamanho reduzido, incidência de crescimento secundário (embonecamento) e descoloração interna nos tubérculos que receberam dosagens de 36 mg de Ca/L de solução nutritiva, embora a parte aérea apenas manifestasse deficiência deste nutriente em níveis inferiores a esta dosagem.

Excessiva aplicação nitrogenada, alta umidade do solo, altas temperaturas (Burton, 1989) e colheitas precoces (Vakis, 1978) reduzem a densidade das batatas. Plantios precoces, que aumentam o ciclo da planta,

resultam em densidades mais altas. Na época de colheita, temperaturas abaixo de 8°C decrescem a densidade dos tubérculos. O local de plantio também exerce influência sobre a densidade das batatas (Simmonds, 1974).

2.6 Armazenamento

A fim de se controlar o fluxo de mercado e, devido à perecibilidade dos tubérculos de batata, pode-se submetê-los ao armazenamento em baixas temperaturas. Os benefícios econômicos que poderiam ser obtidos incluem a redução no uso de inibidores de brotamento, a prevenção de perdas de peso, menor enrugamento durante o armazenamento devido ao decréscimo na respiração, prevenção do adoçamento senescente e de doenças pós-colheita. Em controvérsia, este tipo de armazenamento apresenta o inconveniente de aumentar o nível de açúcares redutores (Ap Rees et al. 1981). Os altos níveis de açúcares redutores nos tubérculos são os principais responsáveis pelo escurecimento indesejável dos produtos processados. Segundo Coffin et al. (1977), Sherman e Ewing (1983), Parkin e Schwobe (1990) e Schwobe e Parkin (1990), a hidrólise do amido em açúcares conduz ao escurecimento do produto processado, o qual é atribuído, como já foi dito, à reação de Maillard. Algumas cultivares são mais resistentes ao armazenamento, apresentando menores acúmulos de açúcares.

As temperaturas usadas no armazenamento de batatas vão depender da cultivar e de sua finalidade. Segundo Kleinkopf (1995), batatas para processamento são geralmente armazenadas entre 6 e 10°C. Para a comercialização do produto fresco, armazena-se entre 4 e 10°C, enquanto para sementes, normalmente a temperatura é de 3 a 4°C. No Brasil, entretanto, devido às frequentes colheitas durante o ano, em função das três safras

existentes (da seca, de inverno e das águas), os dois primeiros tipos de armazenamento não são praticados.

Batatas destinadas ao armazenamento a longo prazo, antes do processamento em “*chips*” ou fritas à francesa, deveriam estar quimicamente maduras para evitar o acúmulo de açúcares redutores e possuir uma adequada aderência da casca para evitar perda de peso no armazenamento devido à desidratação e apodrecimento (Herrman, 1995). Existe, por parte dos produtores e processadores, o interesse em predizer o potencial de armazenamento dos tubérculos, com base em seu conteúdo de sacarose no momento da colheita (Sowokinos, 1973). O nível de sacarose no momento da colheita deve ser menor que 0,15% com base no peso fresco para impedir o rápido acúmulo de açúcares redutores durante o armazenamento (Herrman, 1995).

2.7 Escolha da cultivar para processamento

Os produtos processados à base de batata devem ter uma cor atrativa e aceitável, textura desejável, bom “*flavor*” e uma vida de prateleira relativamente longa (Smith, 1975). Numerosos fatores contribuem para a qualidade das batatas para o processamento, tais como a densidade ou gravidade específica, a porcentagem de matéria seca ou sólidos totais, o conteúdo de amido e de açúcares, especialmente açúcares redutores, o grau de maturidade, o tamanho e a forma dos tubérculos, a fitossanidade, a perda de casca e outros (Smith, 1975).

A densidade ou gravidade específica é uma característica importante em batatas a serem utilizadas no processamento, pois influencia diretamente a qualidade dos produtos. Batatas com alta densidade são preferidas para a

produção de “*chips*”, batatas fritas à francesa e batatas desidratadas. As batatas de baixa densidade são preferidas para o enlatamento, pois sofrem menos desintegração durante o processamento com relação às de alta densidade (Lulai e Orr, 1979; 1980). A extensão com que as batatas tornar-se-ão “lodosas” quando cozidas, absorverão quantidades excessivas de óleo quando fritas ou amolecerão e tornar-se-ão farináceas quando assadas pode ser estimada pela densidade (Redshaw e Fong, 1972).

Batatas de alta densidade reduzem a absorção de óleo dos produtos fritos. Devido às tendências na nutrição que expressam a necessidade de se reduzir óleos e gorduras da dieta, a confiabilidade da medida da densidade também torna-se importante. “*Chips*” e batatas fritas gordurosos não são apenas indesejáveis pelos consumidores, mas também oneram a produção (Vakis, 1978).

Existem vários métodos para se determinar a densidade das batatas (Young, Voisey e Dixon, 1964; Redshaw e Fong, 1972; Fong e Redshaw, 1973).

Segundo Vakis (1978), a densidade é geneticamente controlada e existem diferenças significativas entre as cultivares com relação a esta propriedade.

Sinha, Cash e Chase (1992), analisando seis cultivares de batata, observaram que a densidade, o teor de glicose e a cor dos “*chips*” foram significativamente influenciados pelas cultivares e ano de produção. A temperatura e a umidade relativa durante o armazenamento também afetam a densidade dos tubérculos. Segundo Smith (1975), várias cultivares de batata armazenadas à umidade relativa de 83 - 84% tiveram a densidade aumentada, tanto a 4,4°C quanto a 12,8°C. A 90% de umidade relativa e nas temperaturas de 4,4°C e 10°C, a densidade dos tubérculos permaneceu inalterada por mais

de 6 meses. Outros fatores tais como tipo de solo, umidade do solo, temperatura, local, tipo e quantidade de fertilizantes, datas de plantio e de colheita, uso de pesticidas, morte da parte aérea, etc., podem influenciar grandemente a densidade dos tubérculos de batata (Burton, 1989). Excessivas aplicações de nitrogênio, alta umidade do solo, altas temperaturas e colheitas precoces reduzem a densidade. Plantios precoces aumentando a estação de crescimento resultam em maior densidade. Temperaturas de colheita abaixo de 8°C decrescem a densidade (Findlen e Graves, citados por Vakis, 1978).

Diversos trabalhos mostram que a densidade é positivamente correlacionada com o conteúdo de matéria seca e de amido do tubérculo (Anzaldúa-Morales, Bourne e Shomer, 1992). Fórmulas e tabelas foram apresentadas para a conversão da densidade em porcentagem de matéria seca e conteúdo de amido do tubérculo (Simmonds, 1974; 1977; Schippers, 1976; Vakis, 1978; Burton, 1989). É importante ressaltar, no entanto, que nem sempre os modelos matemáticos desenvolvidos para uma região aplicam-se a outras regiões com características distintas da primeira.

A seleção de matéria-prima com base nos teores de matéria-seca é muito comum entre a maioria dos processadores. O rendimento em chips e batatas fritas “à francesa” e a textura desta última e das batatas enlatadas e desidratadas reconstituídas, dependem diretamente do teor de matéria seca do tubérculo. Cultivares com maior teor de matéria seca são as mais indicadas para fritura, demonstrando melhor sabor e textura crocante, além de apresentarem outras vantagens, como um maior rendimento dos produtos acabados e menor retenção de óleo (Jaswal, 1991).

A textura em batata é considerada uma das mais importantes qualidades sensoriais. Segundo Bettelheim e Sterling (1955), entre os vários

problemas pós-colheita da batata, a textura deve ser uma das principais preocupações dos pesquisadores.

Segundo McComber, Lohnes e Osman (1987), as cultivares de batata são classificadas quanto à textura em a) farináceas - aquelas que após cozidas apresentam um tecido de aparência seca, que se desagrega facilmente e são preferidas para a panificação, massas e frituras, e b) cerosas - aquelas que, quando cozidas, apresentam uma sensação úmida e pastosa na língua, desintegram-se menos e são apropriadas para preparações tais como saladas e produtos cremosos.

Em uma mesma cultivar de batata pode haver variações na textura, assim como, em um mesmo tubérculo pode haver partes mais farináceas ou mais cerosas. A textura ou a qualidade de cozimento tem-se mostrado, por numerosas investigações, ser influenciada pelos fertilizantes, maturidade, condições de cultivo e de região, condições físicas do solo, manuseio e condições de armazenamento (Shewfelt, Brown e Troop, 1955; Warren, Gray e Woodman, 1975).

Muitos estudos têm sido feitos para elucidar as causas das diferentes características texturais das várias cultivares de batata. A distensão das paredes celulares ou o arredondamento das células, causados pelo inchamento dos grânulos de amido foram descritos como possíveis causas da extensiva separação celular em batatas farináceas (Sterling e Bettelheim, 1955; Reeve, 1967). Os constituintes das paredes celulares e da lamela média têm sido apontados como os principais responsáveis pelas diferenças nos comportamentos físicos e físico-químicos (Nonaka, 1980; Loh e Breene, 1982; Loh et al. 1982; Nonaka e Timm, 1983).

A composição da parede celular de batatas foi determinada por Pressey (1993), e os resultados sugerem que a resistência ao amaciamento

térmico pode estar relacionada mais a polissacarídeos da parede celular ricos em arabinose, ácido glicurônico e xilose do que a polissacarídeos pécticos.

A resistência que os tubérculos crus oferecem à penetração também é chamada de textura ou força de punção. Os métodos para medir a firmeza envolvem testes de resistência à penetração, de compressão, de deformação, ou de aplanção, medidas de pressão de turgor, etc. (Awad, 1993; Calbo e Nery, 1995). Cada um desses testes físicos avalia propriedades diferentes; alguns são destrutivos, outros não, e nem sempre existe uma correlação entre eles. Anzaldúa-Morales, Bourne e Shomer (1992) encontraram uma correlação positiva entre a força de punção e a densidade em três cultivares de batata.

A polpa do tubérculo de batata é composta predominantemente por dois tipos de tecido parenquimatoso. O córtex, que se situa entre a casca e o tecido vascular externo, e a cavidade (“*pith*”), que se localiza no centro interno do anel vascular do tubérculo. Este anel pode ser visualizado sobre a superfície de uma batata cortada transversalmente (Talburt, Schwimmer e Burr 1975). A batata parece ser formada principalmente pelo tecido da cavidade, o córtex contribuindo com apenas uma pequena proporção do tecido do parênquima. Contudo o córtex, às vezes, pode exceder o volume da cavidade (Anzaldúa-Morales, Bourne e Shomer, 1992).

Trabalho realizado por Anzaldúa-Morales, Bourne e Shomer (1992) mostrou haver maior resistência à pressão ao redor do córtex do que dentro da cavidade. Em duas cultivares estudadas, o tecido do córtex foi cerca de 50% mais firme do que o tecido da cavidade, o que foi relacionado ao maior conteúdo de sólidos na região do córtex (Quarmby, 1981). A diferença na força de punção entre o córtex e a cavidade geralmente aumentou com o aumento da densidade. Uma textura mais firme pode estar relacionada com parâmetros

químicos, tais como porcentagem de sólidos totais ou amido (Talbert, Schwimmer e Burr, 1975).

2.8 Mecanismos de Adoçamento

O adoçamento em baixas temperaturas é o resultado da conversão do amido em açúcares (Ap Rees et al. 1981). Embora este fenômeno esteja bem documentado, as causas e os mecanismos pelos quais o adoçamento por baixas temperaturas ocorre, ainda não está bem estabelecido. Existem evidências de que um fino controle metabólico esteja envolvido neste processo. O'Donoghue, Yada e Marangoni (1995) verificaram o efeito de baixas temperaturas, mas não temperaturas de congelamento, sobre a senescência das membranas do amiloplasto da batata, e sugeriram que isto pode estar associado com o fenômeno do adoçamento em baixa temperatura. Estes autores observaram também o efeito da cultivar no grau de adoçamento. Isherwood (1976) também notou que as membranas do amiloplasto tornaram-se mais frágeis devido ao estresse por baixas temperaturas.

A conversão do amido em açúcares parece ser reversível e, quando a liberação líquida de açúcares do amido excede o consumo, os açúcares acumulam-se. Este aumento nos açúcares também pode ocorrer com a idade dos tubérculos, sendo chamado, neste caso, de adoçamento senescente. Durante o armazenamento por diversos meses o nível de açúcares acumulados decresce em geral antes do início do adoçamento senescente (Burton, 1989). Tanto o adoçamento induzido pelo frio como o adoçamento senescente parecem ter como origem a liberação de açúcares de um grande "pool" de amido. A sequência pela qual o acúmulo de açúcares ocorre é a mobilização do amido, seguida por uma aumentada síntese de sacarose e, finalmente, hidrólise da sacarose até glicose e

frutose (Ap Rees et al. 1981). Este passo é afirmado pela quase equimolaridade de glicose e frutose durante o adoçamento induzido pelo frio (Richardson et al. 1990). Devido à equimolaridade observada entre glicose e frutose e sua igual relevância para a reação de Maillard, as duas formas de açúcares redutores são tratadas como um composto.

O nível de açúcares acumulados decresce com o aumento da temperatura, como resultado do aumento das reações de consumo de açúcares, como a respiração e a ressíntese de amido (Hertog, Tijskens e Hak, 1997). A taxa de respiração é positivamente correlacionada com a temperatura. Embora a conversão do amido em açúcares seja realizada de acordo com uma via diferente da conversão de açúcar a amido, a interconversão amido-açúcar pode ser representada por uma reação reversível.

As enzimas reguladoras da glicólise, fosfofrutocinase em particular, são mais sensíveis ao frio do que a invertase (enzima responsável pela degradação da sacarose). Para a fosfofrutocinase esta labilidade ao frio parece ser devido ao enfraquecimento das interações hidrofóbicas necessárias para manter a enzima oligomérica em uma forma ativa (Ap Rees et al. 1981). Esta sensibilidade diferencial das enzimas glicolíticas ao frio é refletida “in vivo”, já que existe apreciável evidência de que o abaixamento da temperatura a valores que levam ao adoçamento restringe a entrada de hexoses fosfato dentro da glicólise e as desvia para a síntese de sacarose. Assim, parece provável que em batatas a labilidade ao frio da fosfofrutocinase é, pelo menos, uma causa contributória para o adoçamento em baixa temperatura.

Além da via glicolítica, o sistema invertase em batatas tem sido muito bem estudado, sendo importante economicamente devido à relação existente entre o acúmulo de açúcares no tubérculo durante o armazenamento e sua aptidão ao processamento. De acordo com Fennema (1993), a concentração do

inibidor de invertase aumenta durante o crescimento do tubérculo e encontra-se em excesso sobre a enzima, motivo pelo qual a atividade da invertase reduz-se a níveis indetectáveis. Durante o armazenamento em temperaturas moderadamente altas, a quantidade total de invertase aumenta, mas o excesso de inibidor persiste. Contudo, quando as batatas são armazenadas em câmara fria (a menos de 4°C), o conteúdo de invertase aumenta drasticamente até alcançar níveis que superam os do inibidor. A invertase ativa converte, então, a sacarose em açúcares redutores, os quais se acumulam rapidamente, alcançando um máximo em um período de poucas semanas. A atividade da invertase logo cai, e o inibidor volta a encontrar-se em excesso. As mudanças no conteúdo de invertase, em seu inibidor e nos níveis de açúcares redutores são reversíveis quando os tubérculos submetem-se a ciclos alternados de armazenamento em altas e baixas temperaturas.

2.9 Efeito da atmosfera modificada e controlada nos níveis de açúcares

Alguns autores têm verificado que a taxa de acúmulo de açúcares redutores no armazenamento de batatas em baixas temperaturas pode ser diminuída pelo uso de altos níveis de CO₂ e baixos níveis de O₂.

Schwobe e Parkin (1990) observaram que o efeito associado de baixas temperaturas (3°C) e baixos níveis de O₂ (3%) foi dependente de cultivares, uma vez que houve atraso no aumento dos níveis de açúcares na cultivar ND 860-2 e não houve efeitos nos tubérculos da cultivar Norchip.

Segundo Sherman e Ewing (1983) as atmosferas contendo de 2,5% a 3,0% de oxigênio reduziram a intensidade de acúmulo de açúcares nas cultivares Majestic, Kennebec, Monona e Norchip armazenadas durante 4 a 5 semanas a 1°C e, de acordo com Parkin e Schwobe (1990), atmosferas com

baixos níveis de oxigênio reduziram a extensão de acúmulo de CO₂ e a taxa de conversão de sacarose em hexose durante o armazenamento. Segundo estes autores, o armazenamento em atmosfera com 1000 ppm de etileno reduziu aparentemente a velocidade de conversão de sacarose em glicose.

Samotus e Schwimmer, citados por Smith (1975), mostraram que quando as batatas são armazenadas em nitrogênio a 0°C, a decomposição do amido, a liberação do fósforo ligado ao amido e o acúmulo de fósforo inorgânico são menores do que durante o armazenamento no ar. Estas condições promoveram uma completa supressão do acúmulo de açúcares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Os tubérculos de batata das cultivares Achat e Baraka foram colhidos no município de Pouso Alegre - MG, situado a 22°14'0" de latitude S, 45°56'10" de longitude Wgr, numa altitude média de 1.347 m. A temperatura média do mês mais quente é de 26,5°C e a do mês mais frio é de 14,2°C. A temperatura média anual é de 20,8°C, com precipitação média anual de 1.332 mm. Os valores de precipitação registrados desde a fase de plantio até a colheita dos tubérculos constam da Tabela 1.

Os tubérculos foram colhidos em 28 de março de 1996, e transportados via terrestre para a Fazenda Experimental da EPAMIG - Lavras - MG, distante 180 Km de Pouso Alegre.

Para cada cultivar foram colhidos 300 kg de tubérculos, os quais sofreram, posteriormente, seleção por tamanho - diâmetro transversal acima de 45 mm (tubérculos graúdos) - e aparência externa (ausência de injúrias e doenças).

TABELA 1. Precipitação pluviométrica (mm) na cidade de Pouso Alegre - MG durante o período de 1º de janeiro a 31 de março de 1996.

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)			
DIA	MÊS		
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
1	48	-	-
2	36	1	-
3	27,5	-	28
4	25,5	10	10
5	20	15	59
6	6,5	-	21
7	35	10	15
8	31	7,5	-
9	47,5	26,5	20
10	-	12	5
11	-	3	3
12	-	-	30
13	-	-	21
14	-	10	-
15	0,5	-	1
16	-	-	50
17	-	-	5
18	20	-	-
19	4	5	-
20	35	10	-
21	11	7,5	-
22	12,5	-	-
23	-	-	5
24	4	3	-
25	-	-	-
26	-	10	-
27	-	2,5	-
28	-	-	2,5
29	-	-	-
30	-	-	-
31	2,5	-	6
TOTAL	366,5	133,0	281,5

3.2 Experimento e procedimento experimental

Foram conduzidos dois experimentos paralelamente, visando avaliar a qualidade dos tubérculos durante o armazenamento, sendo que um experimento foi conduzido em temperatura ambiente, e outro, em câmara fria à temperatura controlada de $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa entre 90 - 95%. Para cada experimento adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial $2 \times 4 \times 4$, sendo constituídos por duas cultivares, Achat e Baraka, quatro espessuras de embalagens (controle - sem embalagem, polietileno de 50, 75 e 100 micras), e quatro períodos de armazenamento, com quatro repetições.

Os tubérculos foram embalados em sacos de polietileno preto de espessuras de 50, 75 e 100 micras, com capacidade para 2 kg e com 48 perfurações para prevenir condições anaeróbicas no interior dos mesmos. Os tubérculos-controle foram acondicionados em redes de malha de nylon. Cada embalagem constituiu uma parcela. Os períodos de armazenamento foram 0, 20, 40 e 74 dias para os tubérculos mantidos em temperatura ambiente e 0, 30, 60 e 90 dias para os tubérculos mantidos em câmara fria.

3.3 Avaliações físicas

- Índice de Formato (I)

Para a caracterização do índice de formato tomou-se amostra representativa de 30 tubérculos de cada cultivar, medindo-se os diâmetros transversal e longitudinal por meio de paquímetro. O índice de formato foi dado segundo Webstern, citado por Brune (1979), pela fórmula:

$$I = (\text{diâmetro longitudinal} / \text{diâmetro transversal}) \times 100$$

e classificado por:

$I < 125$ (tubérculos redondos)

$125 < I < 150$ (tubérculos ovais)

$I > 150$ (tubérculos alongados)

Ao zero dia e em cada período de avaliação (dias de armazenamento) foram feitas as seguintes medições:

- Textura (N)

A firmeza do parênquima foi medida como resistência à penetração, com o auxílio de penetrômetro Magness-Taylor modelo 30 A (valor máximo de leitura 30 lb), com perfurador de ponta cônica (diâmetro 0,83 cm e comprimento 0,67 cm) em regiões equatoriais (3 determinações por tubérculo), conforme Mc Collum, Huber e Cantlife (1989). Os tubérculos não sofreram descascamento prévio, tendo em vista que a casca não oferecia resistência à penetração. Para cada repetição foram realizadas nove determinações. As leituras, em lbf, foram multiplicadas por 4,4482 para expressar o resultado em Newtons. Valores mais altos correspondem a tubérculos mais firmes.

- Densidade

A determinação da densidade foi realizada em balança hidrostática, no Departamento de Biologia da UFLA. Cada repetição foi pesada ao ar e, em seguida, submetida à pesagem em água, excluindo-se o peso do recipiente e da água para a medida do empuxo. O peso em água de uma amostra de material

que contenha água em sua composição é diretamente proporcional ao conteúdo de sólidos dessa amostra. A água presente no material, portanto, não afeta o resultado da medida do peso quando assim efetuada. A densidade foi calculada de acordo com Schippers (1976), segundo a fórmula:

$$d = \frac{\text{Peso dos tubérculos ao ar}}{\text{Peso dos tubérculos ao ar} - \text{Peso dos tubérculos em água}}$$

- Matéria seca (%)

Foi determinada gravimetricamente por secagem em estufa com aeração forçada e temperatura controlada a 65°C por 48 horas, obtendo-se, assim, a pré-secagem do material para posterior secagem definitiva em estufa com temperatura controlada a 105°C por quatro horas (Silva, 1990) ou até a obtenção do peso constante.

3.4 Avaliações químicas e bioquímicas

Os tubérculos foram cortados em pedaços, congelados em nitrogênio líquido e armazenados a 25°C negativos para as análises químicas e bioquímicas, com exceção da porção que foi retirada ao final de cada período de armazenamento para a extração imediata dos açúcares, amido e vitamina C total. Os constituintes avaliados foram:

- **Açúcares redutores e açúcares totais (%):** Foram extraídos pelo método de Lane Enyon citado na AOAC (1970) e identificados pelo método redutométrico de Somogy-Nelson (Southgate, 1991).
- **Açúcares não redutores (%):** Foram calculados por diferença entre os açúcares totais e os açúcares redutores, multiplicando-se o resultado por 0,95. Como a maior parte dos açúcares não redutores é constituída por sacarose, assumiu-se esta fração dos açúcares totais como sendo sacarose.
- **Amido (%):** Foi extraído por hidrólise ácida segundo a técnica da AOAC (1970) e identificado pelo método de Somogy modificado por Nelson (1944).
- **Vitamina C total (mg/100g):** Foi determinado pelo método colorimétrico de Roe e Kueter citados por Strohecker e Henning (1967). Amostras de 5 g de tubérculos descascados e triturados foram homogeneizadas com 50 mL de ácido oxálico a 0,5%, acrescentando-se *kiesselgur*. O extrato foi filtrado e congelado para a avaliação do teor de vitamina C, no prazo de no máximo 24h. Para o doseamento, utilizou-se 1 mL do filtrado para 3 mL de solução de ácido oxálico a 0,5%, determinando-se o ácido ascórbico após a oxidação a ácido dehidroascórbico, com a 2,4-dinitrofenilhidrazina.
- **Compostos fenólicos (mg/100g):** Foram feitas extrações com água, segundo a técnica recomendada por Swain e Hillis (1959), e doseados pelo reagente de Folin Denis, conforme recomendações da AOAC (1970). Foi selecionado previamente o extrator água, uma vez que os outros solventes recomendados, metanol e metanol a 50% proporcionaram menores rendimentos de extração.

- **Substâncias pécticas (mg/100g):** Foram extraídas de acordo com a técnica de McCready e Mc Comb (1952) e determinadas segundo a técnica de Bitter e Muir (1962). Determinaram-se as substâncias pécticas totais e a fração solúvel. Pela porcentagem de pectina solúvel em relação à total, obteve-se a porcentagem de solubilização.

- **Atividade de pectinametilsterase ou PME (nmols de grupos carboxílicos/g de tecido/min):** Foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen e Robinson (1984). O substrato usado foi pectina cítrica a 1% em NaCl 0,1M pH 7,0 à temperatura ambiente. A taxa de desmetilação da pectina adicionada ao extrato enzimático foi medida pela titulação da mistura de reação com NaOH 0,01N, mantendo-se o pH igual a 7,0 por 10 minutos. Uma unidade de pectinametilsterase foi considerada como sendo a quantidade de enzima capaz de catalizar a desmetilação de pectina correspondente a um nanomol de NaOH por minuto nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em unidades por grama de peso fresco.

- **Atividade de poligalacturonase ou PG (nmols de grupos redutores/g de tecido/min):** a obtenção do extrato bruto e a determinação da atividade enzimática foram feitas conforme Pressey e Avants (1973). A atividade enzimática foi determinada através da incubação do extrato com solução de ácido galacturônico a 0,25%, previamente lavado com etanol a 80%. A incubação foi feita em tampão acetato de sódio 37,5 mM, em pH 5,0, a 30°C durante 3 horas. A reação foi interrompida em banho fervente, e os grupos redutores liberados foram determinados pela técnica de Somogy modificada por Nelson (1944), usando-se glicose anidra como padrão.

- **Atividade da polifenoloxidase ou PFO (unidades/min/g de tecido):** foi determinada de acordo com a técnica descrita por Ponting e Joslyn (1948), com modificações para batata. O extrato enzimático foi obtido pela homogeneização de 5 g do parênquima do tubérculo em 50 mL de tampão fosfato na concentração de 0,1 mols/L, pH 6,0 durante 3 minutos em liquidificador previamente resfriado. Após a filtragem em papel de filtro Whatman n.1, tomou-se 1,0 mL do extrato, o qual foi incubado com 3,0 mL de DOPA a 0,005 mols/L (substrato), na presença de 1,0 mL de glicina a 0,2 mols/L durante 1 h em banho-maria a 30°C. Após este prazo a reação foi interrompida por banho de gelo e procedeu-se imediatamente à leitura dos valores de absorbância em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 420 nm. Uma unidade enzimática foi considerada como a quantidade de enzima que provocou o aumento de 0,001 densidades óticas por minuto de reação nas condições do ensaio.

- **Atividade da peroxidase ou PO (unidades/min/g de tecido):** foi determinada de acordo com a técnica descrita por Ferhmann e Diamond (1967), com modificações para batata. O doseamento foi feito com o mesmo extrato enzimático utilizado na determinação da polifenoloxidase. Um mL do extrato foi incubado com 2,0 mL de tampão fosfato-citrato a 0,1 mols/L pH 5,0, adicionando-se 0,4 mL de peróxido de hidrogênio a 0,08% e 0,4 mL de guaiacol a 0,5%. Os tubos foram mantidos em banho-maria a 30°C por 15 min, sendo a reação interrompida por banho de gelo. Os valores de absorbância foram obtidos em espectrofotômetro no comprimento de onda de 470 nm. Uma unidade enzimática foi considerada como a quantidade de enzima capaz de provocar a alteração de 0,001 densidades óticas por minuto de reação nas condições do ensaio.

3.5 Avaliações Tecnológicas

As batatas foram processadas em “fritas à francesa”, de acordo com Paschoalino, Ferreira e Pompeu (1975), como mostra a Figura 1. Os tubérculos foram descascados manualmente com facas apropriadas de aço inoxidável. Após o descascamento das batatas, realizou-se uma lavagem em água corrente, a fim de se eliminar as cascas remanescentes e todo o amido liberado aderente na superfície, retirando-se também, nesta ocasião, com a ponta da faca em bisel, os “olhos” e algumas imperfeições que poderiam depreciar o produto final. Em seguida, foram mergulhadas em água para se evitar o escurecimento enzimático, e cortadas em tiras de seção quadrada, no sentido do comprimento, através de um cortador manual. As batatas em palitos foram secas em toalha de algodão, pesadas e processadas em “fritas à francesa” em um fritador elétrico, sendo a temperatura do óleo checada através de um termômetro de altas temperaturas. Após o processamento, as batatas fritas foram submetidas às seguintes avaliações:

Rendimento de fritura (%): Foi calculado com base no peso das batatas descascadas e cortadas em palitos antes da fritura e após a fritura, de acordo com a fórmula:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Peso da batata frita}}{\text{Peso da matéria-prima pronta para o processamento}} \times 100$$

- Cor: Cinco tubérculos de cada repetição foram utilizados para os testes de cor após a fritura. As notas foram atribuídas às parcelas subjetivamente, através de comparação com uma escala de cor para batatas fritas à francesa (Anonymous, 1988), conforme mostra a Figura 2. A cor média foi relativa a 20 tiras de batatas. Na cartela, as cores variando de 000 a 4 foram convertidas para variações de 1 (mais clara) a 7 (mais escura) para fins de melhor detalhamento e análise dos dados.

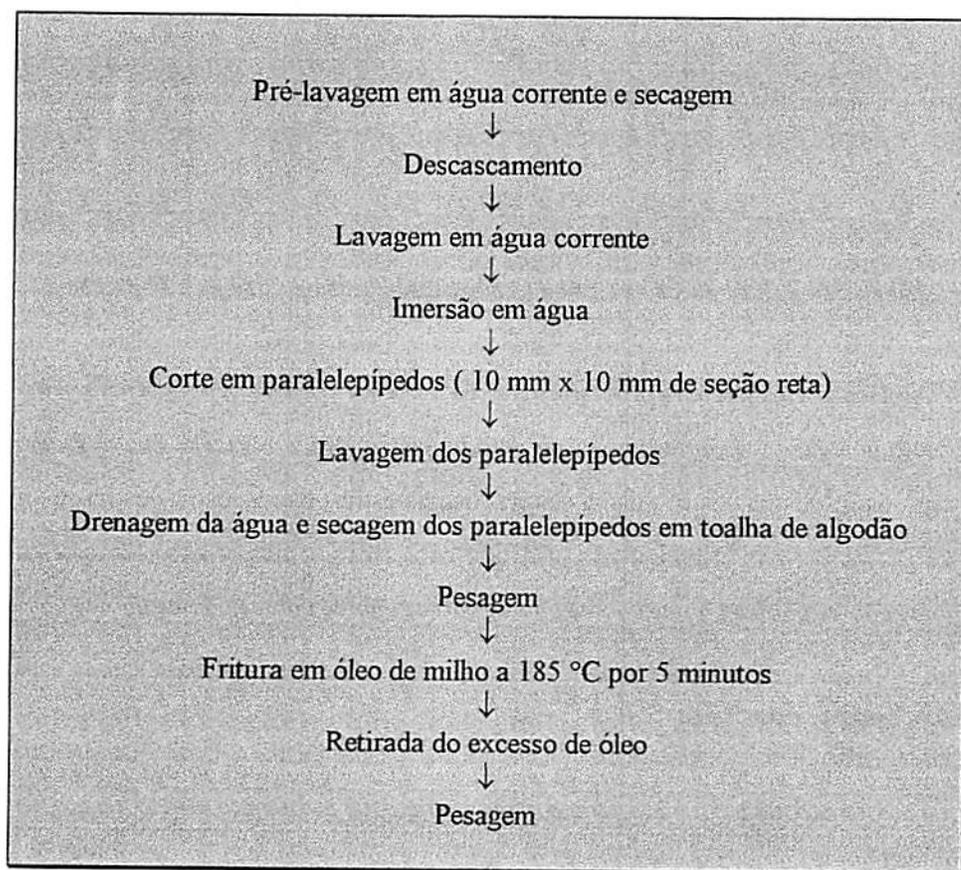


FIGURA 1. Fluxograma do processamento de batatas “fritas à francesa”

A proporção óleo : batata utilizada foi de 20:1, ou seja, 20 litros de óleo para cada quilo de batata a ser processada. Esta proporção minimiza a queda de temperatura quando os palitos são imersos no óleo a 185 °C.

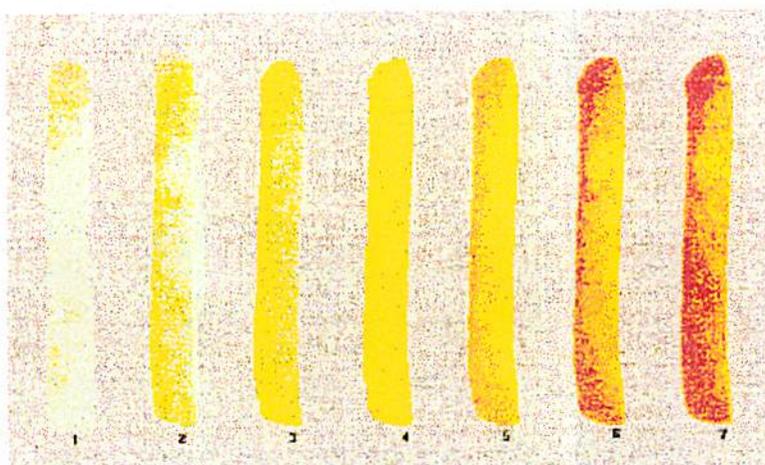


FIGURA 2. Escala de cor para avaliação de batatas “fritas à francesa”.

- **Absorção de óleo (%):** A absorção de óleo foi medida gravimetricamente, determinando-se a porcentagem de extrato etéreo dos tubérculos em aparelho tipo Soxhlet, antes e após a fritura, usando éter etílico como extrator. A absorção de óleo foi calculada pela diferença entre a porcentagem de extrato etéreo após a fritura e a porcentagem de extrato etéreo antes da fritura.

3.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância de acordo com modelo apropriado para três fatores (Pimentel Gomes, 1990), realizada com o auxílio do “software” SANEST - Sistema de Análise Estatística (Zonta e Machado, 1992). Quando houve efeito significativo de cultivares e embalagens

para as variáveis estudadas, utilizou-se teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Pimentel Gomes, 1990) para a comparação de suas médias e, quando houve efeito significativo de tempo de armazenamento, usou-se a técnica da análise de regressão. As regressões entre os tempos de armazenamento e as variáveis analisadas foram efetuadas através do programa Origin (Jandel Scientific, 1991).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Temperatura e umidade relativa

As temperaturas e as porcentagens de umidade relativa do local de armazenamento para o experimento conduzido em temperatura ambiente foram registrados por um termohigrógrafo e encontram-se na Tabela 2. Já para o experimento conduzido em câmara fria, utilizou-se um termohigrômetro digital para registrar as variações máximas e mínimas de temperatura e de umidade relativa, as quais foram mantidas em $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e 90 - 95%, respectivamente.

TABELA 2. Temperaturas máximas, mínimas e médias e umidades relativas médias do galpão de armazenamento dos tubérculos mantidos em temperatura ambiente.⁽¹⁾

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO	TEMPERATURA MÁXIMA °C	TEMPERATURA MÍNIMA °C	TEMPERATURA MÉDIA °C	UMIDADE RELATIVA %
0 DIA	30,40	19,10	23,90	73
20 DIAS	29,03	18,02	22,49	75
40 DIAS	27,55	17,53	20,54	73
74 DIAS	25,59	14,15	18,71	74

⁽¹⁾ Fonte: Termohigrógrafo instalado no local de armazenamento.

4.2 Características físicas dos tubérculos

4.2.1 Índice de formato

A cultivar Achat apresentou índice de formato igual a 143,73, o qual caracteriza sua forma ovalada. Já a cultivar Baraka apresentou índice de formato igual a 158,44, que a distingue como cultivar de formato alongado, o que torna esta cultivar mais adequada para o preparo de batatas “fritas à francesa”.

Forma e tamanho são dois atributos importantes, podendo influenciar a aceitação das batatas pela indústria de processamento. O comprimento do tubérculo é essencial para se obter os requerimentos de alta qualidade das batatas “fritas à francesa”, devendo ser acima de 7 cm. Para esta finalidade, os tubérculos devem ter formato ovalado ou, preferencialmente, alongado. Quanto ao tamanho, os tubérculos graúdos (diâmetro superior a 45 mm) são os preferidos, os quais já foram previamente selecionados. Inversamente, os tubérculos arredondados são destinados à indústria de “chips”, ao passo que para a indústria de flocos esses dois atributos não são limitantes (Orr e Cash, 1991).

4.2.2 Densidade

A densidade dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente manteve-se relativamente constante com o tempo de armazenamento (Figura 3). A cultivar Baraka apresentou um pequeno aumento nos valores de densidade no final do período de armazenamento, enquanto que a cultivar Achat mostrou um ligeiro decréscimo aos 74 dias. Toma-se evidente a superioridade da cultivar Baraka em relação à cultivar Achat com respeito aos

valores de densidade, com valores médios iguais a 1,061 e 1,047, respectivamente, os quais foram significativamente diferentes ($p < 0,01$).

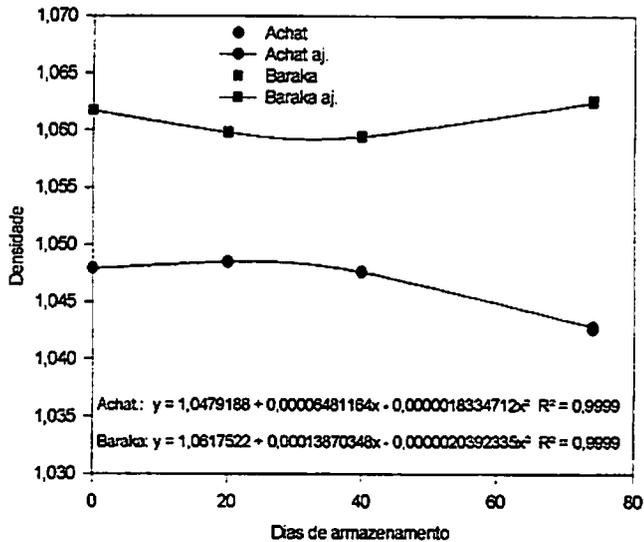


FIGURA 3. Curvas e equações de regressão para os valores de densidade de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

De acordo com o CIP (1992), tubérculos com densidades entre 1,079 e 1,086 deveriam ser escolhidos segundo o critério de seleção para batatas destinadas ao processamento de “fritas à francesa”. Thill e Peloquin (1995) consideraram que densidades abaixo de 1,077 são muito baixas para o processamento eficiente de “chips” e argumentaram que, para “chips”, a seleção de tubérculos com densidades não menos que 1,085 seria razoável. Valores altos de densidade são preferidos, particularmente quando o processo envolve a fritura das batatas, devido ao maior rendimento do produto acabado,

menor desperdício de batata, menor absorção de óleo e uma textura crocante. No entanto, para batatas “fritas à francesa”, foi demonstrado que densidades acima de 1,095 contribuíram para uma textura pobre e perda do “flavor”desejável no produto final (Lulai e Orr, 1979). Com relação à cor do produto processado, pouca evidência parece existir entre este atributo e a densidade das batatas (Thill e Peloquin, 1995), embora Wisler e Free (1968) e Vakis (1978) tenham reportado que cultivares com baixa densidade tendem a acumular mais açúcares do que aquelas com alta densidade. Vakis (1978) encontrou valores de densidade entre 1,067 e 1,086. Essas variações foram atribuídas às diferentes cultivares e metodologias empregadas.

O valor médio de densidade da cultivar Baraka situa-se próximo ao menor valor encontrado por Vakis (1978), e o da cultivar Achat, abaixo deste valor, sendo que ambas as cultivares apresentaram densidades médias aquém da faixa ideal citada pelo CIP (1992). Estes baixos valores de densidade poderiam ser atribuídos ao alto índice pluviométrico ocorrido durante a estação de crescimento dos tubérculos (Tabela 1), haja vista que a alta umidade do solo exerce efeito negativo sobre a densidade das batatas, diminuindo o teor de matéria seca das mesmas (Burton, 1989). Embora a densidade possa variar amplamente de acordo com o local de plantio e estação de crescimento e colheita da planta, existe um grande efeito genético influenciando esta variável. De acordo com Vakis (1978), este efeito foi revelado como diferenças médias entre as cultivares e pela repetibilidade relativamente alta nos experimentos em diferentes locais. Como já foi mencionado, a cor desenvolvida após a fritura das batatas, que será discutida mais adiante, é outra característica importante para os produtos processados, mas que, aparentemente, não se relaciona com os valores de densidade. Sendo assim, a seleção de batatas para as características de densidade e cor de fritura deve ser efetuada simultaneamente, já que parecem ser geneticamente independentes.

Quanto ao efeito das embalagens, embora a análise de variância tenha mostrado diferença entre as densidades dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente, de um modo geral verificou-se que a principal diferença ocorreu entre os tubérculos sem embalagem e aqueles embalados em polietileno, sendo que os tubérculos-controle (sem embalagem) apresentaram maior densidade do que aqueles embalados (Tabela 3). Isto indica que as embalagens em filmes de polietileno foram prejudiciais à densidade das batatas, já que o processamento envolvendo fritura dos tecidos exige altos valores de densidade. A densidade média dos tubérculos-controle da cultivar Baraka foi de 1,063, ao passo que, nos tubérculos embalados, as densidades não ultrapassaram 1,061. No entanto, estas diferenças, detectadas pelo teste de médias, não foram consideradas significativas. No caso da cultivar Achat, os tubérculos-controle apresentaram densidade média de 1,050, e os tubérculos embalados, densidade máxima de 1,048, sendo que os tubérculos embalados em filmes de 75 micras apresentaram a menor densidade.

TABELA 3. Densidade dos tubérculos de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	1,050 a	1,063 a	1,057 a
50 MICRAS	1,048 a	1,059 a	1,053 b
75 MICRAS	1,042 b	1,061 a	1,051 b
100 MICRAS	1,047 a	1,060 a	1,053 b
MÉDIA	1,047 B	1,061 A	

CV (%) = 0,46

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Durante o armazenamento em câmara fria observou-se que, nas duas cultivares avaliadas, não houve diferença significativa nos valores de densidade em função do tempo de armazenamento (Tabela 1B). A cultivar Baraka continuou exibindo valores superiores aos da cultivar Achat, sendo as densidades médias iguais a 1,062 e 1,049 para as cultivares Baraka e Achat, respectivamente (Tabela 4), que foram consideradas diferentes estatisticamente ($p < 0,01$). É interessante observar que os valores médios de densidade dos tubérculos mantidos em câmara fria ($8 \pm 1^\circ\text{C}$) foram superiores aos valores dos tubérculos mantidos em temperatura ambiente. No entanto, não é possível concluir se estas diferenças foram significativas, já que os experimentos em temperatura ambiente e em câmara fria não são comparáveis.

TABELA 4. Densidade dos tubérculos de duas cultivares de batata, embalados em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

CULTIVAR	DIAS DE ARMAZENAMENTO				MÉDIA
	0	30	60	90	
ACHAT	1,048	1,049	1,049	1,051	1,049 b
BARAKA	1,062	1,060	1,062	1,062	1,062 a

CV(%) = 0,24

Médias seguidas de letras diferentes na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve diferença nas densidades dos tubérculos com relação às embalagens ($p < 0,01$), porém não houve interação entre cultivar e embalagem (Tabela 1B). A exemplo do que ocorreu no armazenamento em temperatura ambiente, a principal diferença observada foi entre os tubérculos-controle e os tubérculos embalados. Estes últimos, independentemente da espessura dos filmes, apresentaram densidade menor do que a dos tubérculos-controle (Figura 4). Verifica-se, também, que entre as diferentes espessuras de filmes não houve variação nos valores de densidade. Os valores das densidades dentro de cada cultivar em função das embalagens estão apresentados no anexo (Tabela 1A).

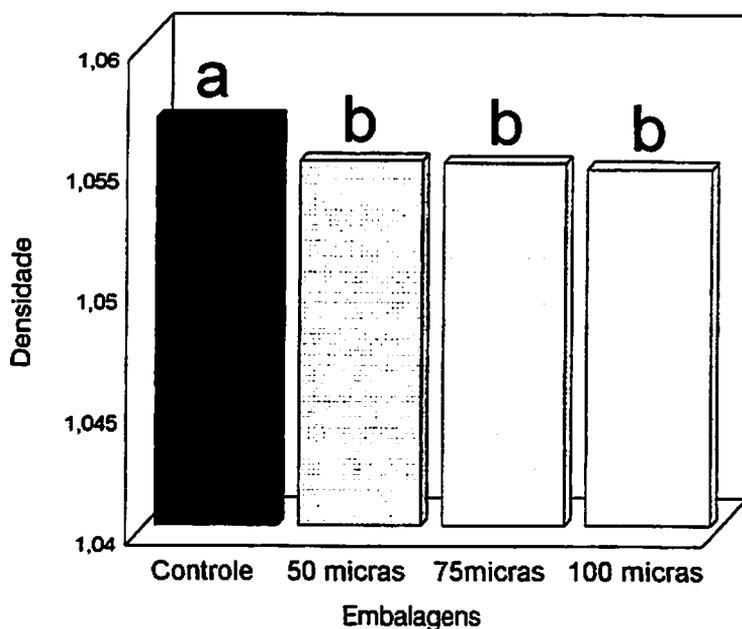


FIGURA 4. Valores médios de densidade de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

4.2.3 Textura

Os tubérculos da cultivar Achat mostraram uma perda gradual nos valores de textura com o tempo de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 5), apresentando uma pequena ascensão aos 74 dias. Já os resultados de textura da cultivar Baraka não apresentaram ajuste de equação até o 2º grau, sugerindo uma igualdade de valores entre os tempos de armazenamento. O valor da textura encontrado na cultivar Achat ao final do armazenamento correspondeu a 91,77% do valor inicial. Considerando-se os valores observados para a textura da cultivar Baraka, conclui-se que, praticamente, esta cultivar não exibiu perda de textura durante o armazenamento, com relação ao valor inicial.

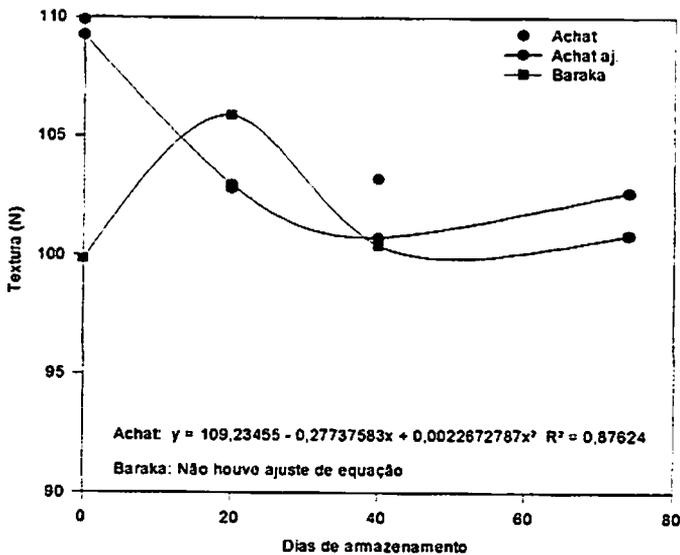


FIGURA 5. Comportamento da cultivar Baraka e curva e equação de regressão para os valores médios de textura da cultivar Achat em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Foram verificadas significativas diferenças entre as texturas das cultivares armazenadas em temperatura ambiente ($p < 0,01$), ressaltando-se que a textura média da cultivar Achat foi maior que a da cultivar Baraka, sendo de 104,18 N e 101,75 N, respectivamente (Tabela 5). Estes resultados podem parecer contraditórios quando comparados com os valores de densidade dos tubérculos, que foram significativamente maiores para a cultivar Baraka, não concordando com Anzaldúa-Morales, Bourne e Shomer (1992), que encontraram uma correlação positiva entre a densidade e a textura das batatas. No entanto, a textura da cultivar Achat foi maior do que a da cultivar Baraka apenas no tempo zero, pois, em função da redução nos valores de textura da cultivar Achat com o tempo de armazenamento, estes valores tenderam a ficar bastante próximos entre as duas cultivares no restante do armazenamento (Figura 5).

TABELA 5. Valores médios de textura de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados por 0, 20, 40 e 74 dias em temperatura ambiente.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	100,92 b A	102,75 a A	101,86 a
50 MICRAS	104,13 ab A	102,47 a A	103,30 a
75 MICRAS	105,72 a A	101,42 a B	103,57 a
100 MICRAS	105,94 a A	100,32 a B	103,13 a
MÉDIA	104,18 A	101,75 B	
CV(%) = 4,00			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Pang e Scanlon (1996) enfatizaram que o tecido do parênquima da batata é uma estrutura complexa, cujas propriedades mecânicas podem mudar dramaticamente durante o armazenamento. Estes autores observaram diferenças marcantes entre os tubérculos armazenados por 10 meses a 6°C e a 90% de umidade relativa e aqueles armazenados por 1 mês a 7±1°C nas mesmas condições de umidade relativa, estes últimos sendo 70% mais resistentes ao cisalhamento quando avaliados por duas técnicas de medição de firmeza (módulo compressor e absorção de energia). Um fator que contribuiu para a maior rigidez pode ter sido a maior pressão de turgor nas células dos tubérculos armazenados por um período de tempo menor.

A cultivar Achat apresentou maior textura quando embalada em filmes de maior espessura (Tabela 5). Os filmes de 75 e 100 micras contribuíram para texturas maiores nesta cultivar, seguidos pelo filme de 50 micras. A menor textura foi observada nos tubérculos-controle. Cabe ressaltar que a cultivar Baraka não respondeu ao tratamento com embalagens, notando-se ainda que, apesar de as médias serem consideradas iguais estatisticamente, os tubérculos-controle apresentaram valores de textura numericamente mais altos do que os tubérculos embalados. Isto representa uma característica positiva para esta cultivar, que, ao contrário da cultivar Achat, apresentou maior textura quando não embalada, além de não apresentar perda de textura durante o armazenamento por 74 dias em temperatura ambiente, em relação ao tempo zero.

Os resultados de textura durante o armazenamento em câmara fria são muito semelhantes aos da temperatura ambiente. Houve diferença significativa entre as cultivares (Tabela 6). A cultivar Achat continuou apresentando valores de textura maiores do que os da cultivar Baraka, com médias de 103,91 N e 100, 56 N, respectivamente.

Não houve interação entre cultivar e embalagem. Os valores médios de textura em função das embalagens encontram-se na Tabela 6. Observa-se que os tubérculos embalados em filmes de polietileno exibiram texturas maiores que os tubérculos-controle. Porém, entre as espessuras dos filmes não houve variação significativa dos valores de textura. Portanto, no armazenamento em câmara fria, a embalagem dos tubérculos pode manter melhor a textura do que a não embalagem, independentemente da espessura do polietileno.

Houve decréscimos na textura da cultivar Achat até os 60 dias, com uma pequena elevação aos 90 dias (Figura 6). A cultivar Baraka não apresentou ajuste de equação até o 2º grau para o seu comportamento. Ao contrário do que ocorreu em temperatura ambiente, a cultivar Achat teve textura mais alta que a Baraka, não só no tempo zero, mas também aos 60 e 90 dias. Aos 30 dias, observa-se uma textura ligeiramente maior para a cultivar Baraka.

TABELA 6. Valores médios de textura de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos- controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	100,10 A	98,50 B	99,30 b
50 MICRAS	106,05 A	101,07 B	103,56 a
75 MICRAS	105,39 A	102,33 B	103,86 a
100 MICRAS	104,09 A	100,32 B	102,21 a
MÉDIA	103,91 A	100,56 B	

CV(%) = 4,23

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

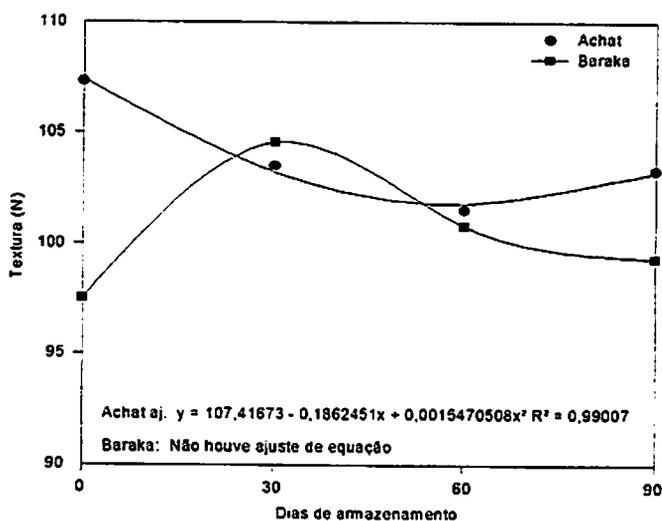


FIGURA 6. Comportamento da cultivar Baraka e curva e equação de regressão para os valores de textura da cultivar Achat em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

4.2.4 Matéria Seca (%)

Houve diferença entre as porcentagens de matéria seca das cultivares armazenadas em temperatura ambiente ($p < 0,01$), conforme mostra a Tabela 7. A cultivar Baraka, como esperado, apresentou o maior valor médio (16,43%) em relação à cultivar Achat, com 13,46%. Existem várias formas para se converter densidade em porcentagem de matéria seca, como já foi comentado anteriormente. Para que um modelo de conversão possa ser utilizado para a estimativa da quantidade de matéria seca a partir dos valores de densidade, devem ser conduzidos experimentos nas próprias regiões onde a fórmula pretende ser aplicada, porque a relação entre densidade e matéria seca pode

variar entre os locais e estações. A pequena variação entre densidade e matéria seca pode ser devido à diferença nos espaços contendo ar, dos tecidos (Reeve, 1967).

Houve diferença nos teores de matéria seca em relação ao tempo de armazenamento em temperatura ambiente, mas os dados não se ajustaram a uma equação de regressão até o 2º grau. Os valores de matéria seca para as duas cultivares em função dos dias de armazenamento e das embalagens encontram-se na Tabela 7, na qual se observa que em todos os períodos de armazenamento, os teores da cultivar Achat foram significativamente inferiores aos da cultivar Baraka.

Não houve interação entre cultivares e embalagens, ou seja, o efeito das embalagens foi o mesmo nas duas cultivares. Quanto ao efeito das embalagens, a maior porcentagem média de matéria seca foi observada nos tubérculos embalados em filmes de 100 micras (Tabela 7) que, por sua vez, não foi considerada diferente das porcentagens dos tubérculos-controle e daqueles embalados em 75 micras, sendo que os filmes de 50 micras proporcionaram os menores valores.

Portanto, mesmo que a porcentagem de matéria seca observada em filmes de 100 micras seja maior, a diferença entre esta e a dos tubérculos-controle não foi significativa. Isto indica que o uso de filmes com a intenção de promover o aumento da quantidade de matéria seca no armazenamento em temperatura ambiente não se justifica.

TABELA 7. Porcentagens médias de matéria seca de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

CULTIVAR	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)	EMBALAGEM				MÉDIA
		CONTROLE	50 μ	75 μ	100 μ	
ACHAT	0	12,33	12,33	12,33	12,33	12,33
	20	14,38	13,67	13,92	13,98	13,99
	40	13,60	13,84	13,15	14,05	13,66
	74	14,22	13,66	12,89	14,67	13,86
MÉDIA		13,63	13,37	13,07	13,76	13,46
BARAKA	0	15,84	15,84	15,84	15,84	15,84
	20	18,10	15,90	15,97	17,57	16,89
	40	16,50	15,67	16,47	16,17	16,20
	74	17,69	15,13	16,22	18,20	16,81
MÉDIA		17,03	15,63	16,12	16,95	16,43
MÉDIA GERAL		15,33 ab	14,50 b	14,60 ab	15,35 a	

CV(%) = 8,63

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

As porcentagens de matéria seca em câmara fria aumentaram com o tempo de armazenamento para as duas cultivares estudadas (Figura 7), apresentando valores mínimos aos 14 e 15 dias de armazenamento, respectivamente, para as cultivares Achat e Baraka.

É interessante observar que, em baixas temperaturas, a quantidade de matéria seca aumentou em relação aos teores verificados em temperatura

ambiente, sendo os teores médios iguais a 15,01% e 17,45% para as cultivares Achat e Baraka, respectivamente (Tabela 8). No entanto, como os dois experimentos não são comparáveis, não se pode afirmar que estes aumentos foram significativos.

Não houve efeito de embalagens sobre os teores de matéria seca dos tubérculos mantidos sob refrigeração ($p>0,05$). Os valores médios desta variável encontram-se na Tabela 8; observa-se que, em todas as embalagens, as porcentagens de matéria seca da cultivar Baraka foram significativamente maiores que as da cultivar Achat, conforme já era esperado, tendo em vista que a cultivar Baraka apresentou maior densidade que a cultivar Achat, tanto em temperatura ambiente como em câmara fria.

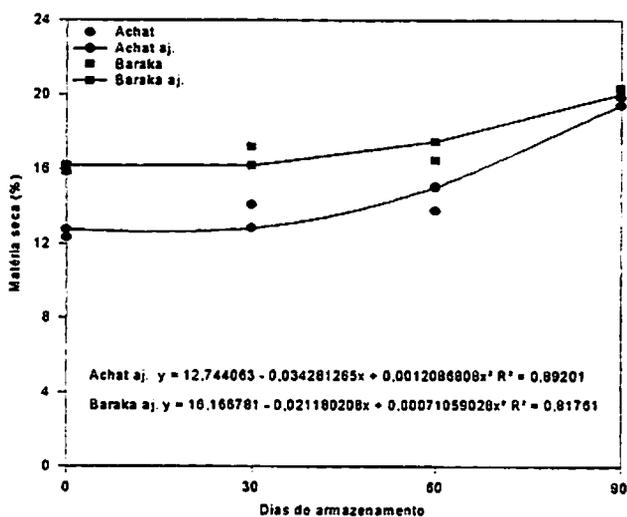


FIGURA 7. Curvas e equações de regressão para porcentagens de matéria seca de duas cultivares de batata em função dos dias de armazenamento em câmara fria.

TABELA 8. Porcentagens médias de matéria seca de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	14,79 B	17,18 A	15,99
50 MICRAS	15,33 B	17,62 A	16,48
75 MICRAS	14,66 B	17,68 A	16,17
100 MICRAS	15,25 B	17,31 A	16,29
MÉDIA	15,01 B	17,45 A	

CV(%) = 8,78

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

4.3 Composição Química

4.3.1 Açúcares Redutores

Os resultados de porcentagens de açúcares redutores das cultivares armazenadas em temperatura ambiente em função das embalagens e tempos de armazenamento encontram-se na Tabela 9. As médias das cultivares Achat e Baraka para esta variável foram consideradas iguais a 0,112 ($p = 1,00$). De acordo com Carvalho et al. (1977), o teor de açúcares redutores para proporcionar a cor ideal das fritas à “francesa” (o amarelo-dourado) deveria ser inferior a 0,3% do peso da matéria fresca. Quando os tubérculos são mantidos em temperatura ambiente por períodos não muito extensos, os níveis de açúcares redutores não representam impedimento às condições requeridas para

o processamento. Uma pequena quantidade de açúcares é até mesmo desejável para que a reação de Maillard possa ocorrer, produzindo uma certa coloração no produto. À medida que os tubérculos iniciam o processo de brotamento ou de quebra da dormência, o adoçamento senescente pode causar restrições ao uso da matéria-prima para a indústria. Foi relatado que o próprio inibidor de brotamento pode estimular o acúmulo de açúcares redutores (Gichohi e Pritchard, 1995). Embora as características externas do brotamento sejam suprimidas, os processos metabólicos aparentemente não.

Observa-se (Tabela 9) que durante o armazenamento em temperatura ambiente os teores de açúcares redutores decresceram em relação ao tempo zero, que eram de 0,16% para as duas cultivares. O decréscimo, no entanto, não foi linear. Este comportamento foi observado nas duas cultivares estudadas. A análise de variância registrou uma diferença significativa para o efeito do tempo de armazenamento, mas os dados não se adaptaram adequadamente ao ajuste de uma equação de regressão. Houve uma queda nos teores de açúcares redutores até o 20º dia, com posterior elevação até o 40º dia e, no final do armazenamento, os teores voltaram a decrescer, atingindo uma média de 0,095% para a cultivar Achat e de 0,085% para a cultivar Baraka. Coffin et al. (1987) também verificaram decréscimos nos teores de açúcares redutores em cultivares armazenadas a 20°C por 24 dias.

TABELA 9. Porcentagens de açúcares redutores de duas cultivares de batata embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

CULTIVAR	EMBALAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				MÉDIA
		0	20	40	74	
ACHAT	CONTROLE	0,165	0,056	0,141	0,064	0,106
	50 MICRAS	0,165	0,043	0,137	0,077	0,105
	75 MICRAS	0,165	0,073	0,114	0,130	0,120
	100 MICRAS	0,165	0,056	0,142	0,108	0,117
MÉDIA		0,165	0,057	0,133	0,095	0,112
BARAKA	CONTROLE	0,160	0,055	0,160	0,072	0,112
	50 MICRAS	0,160	0,081	0,106	0,090	0,109
	75 MICRAS	0,160	0,084	0,113	0,112	0,117
	100 MICRAS	0,160	0,105	0,117	0,066	0,112
MÉDIA		0,160	0,081	0,124	0,085	0,112
CV (%) = 23,15						

A utilização de filmes de polietileno como embalagens dos tubérculos não alterou os níveis de açúcares redutores em relação aos tubérculos-controle ($p > 0,05$). Analisando-se apenas as médias para cada embalagem, verifica-se que os menores teores de açúcares redutores foram encontrados nos controles e nos tubérculos embalados em 50 micras. Como as diferenças não foram significativas, pode-se argumentar que o uso de filmes de polietileno no armazenamento em temperatura ambiente não se justifica. Os filmes, provavelmente, reduzem as taxas respiratórias normais em temperatura ambiente, evitando assim que uma parte dos substratos (açúcares) seja consumida.

Durante o armazenamento em câmara fria os níveis de açúcares redutores das cultivares aumentaram progressivamente até os 69 dias para a cultivar Achat e 57 dias para a cultivar Baraka, observando-se que a cultivar Baraka apresentou acréscimos maiores (Figura 8). Verifica-se uma pequena queda nos níveis destes constituintes dos 60 aos 90 dias de armazenamento, sendo esta redução maior na cultivar que apresentou maiores acréscimos. O aumento nos teores de açúcares redutores até os 69 e 57 dias (aumento máximo) foi de 601% para a cultivar Achat e de 707% para a cultivar Baraka. Coffin et al. (1987) também verificaram aumentos nos açúcares redutores de tubérculos armazenados sob temperatura de 10°C durante 90 dias.

É importante salientar que as porcentagens médias de açúcares redutores acumulados na cultivar Baraka em câmara fria foram maiores do que as porcentagens acumuladas na cultivar Achat, sendo de 0,758% e 0,701%, respectivamente, consideradas diferentes estatisticamente. Sabe-se que a quantidade de açúcares acumulados em resposta ao frio varia grandemente com a cultivar e com a temperatura de armazenamento. Coffin et al. (1987) revelaram que todas as amostras exibiram maiores níveis de frutose, glicose e sacarose quando armazenadas a 5°C do que a 10°C e 20°C por 14 dias. Os mesmos autores observaram efeito de cultivares no grau de adoçamento dos tubérculos armazenados em temperaturas de 11°C, 9°C e 4°C por 90 dias.

Quanto ao efeito das embalagens dos tubérculos expostos a baixas temperaturas, verifica-se que, no caso da cultivar Baraka, os menores teores de açúcares redutores (0,66%) ocorreram nos tubérculos embalados em polietileno de 50 micras (Figura 9). Para a cultivar Achat, o teste de Tukey não registrou diferença significativa entre as médias do fator embalagem, mas pode-se visualizar que os teores de açúcares redutores foram numericamente mais baixos nos tubérculos embalados em 50 e 75 micras, sendo de 0,68% nos dois casos.

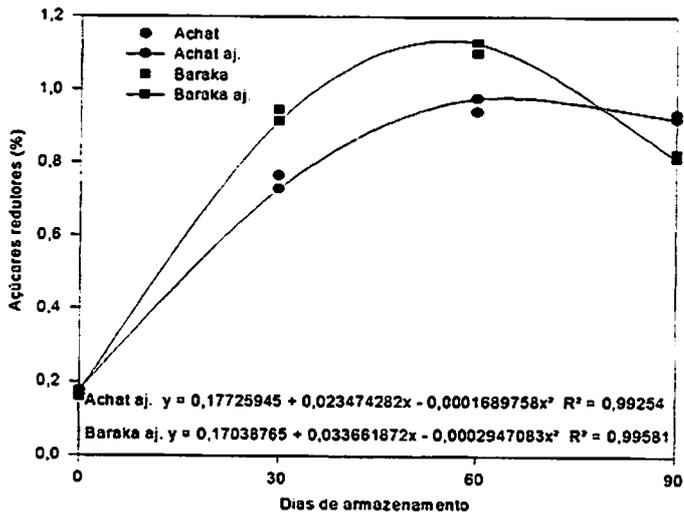


FIGURA 8. Curvas e equações de regressão para porcentagens de açúcares redutores de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

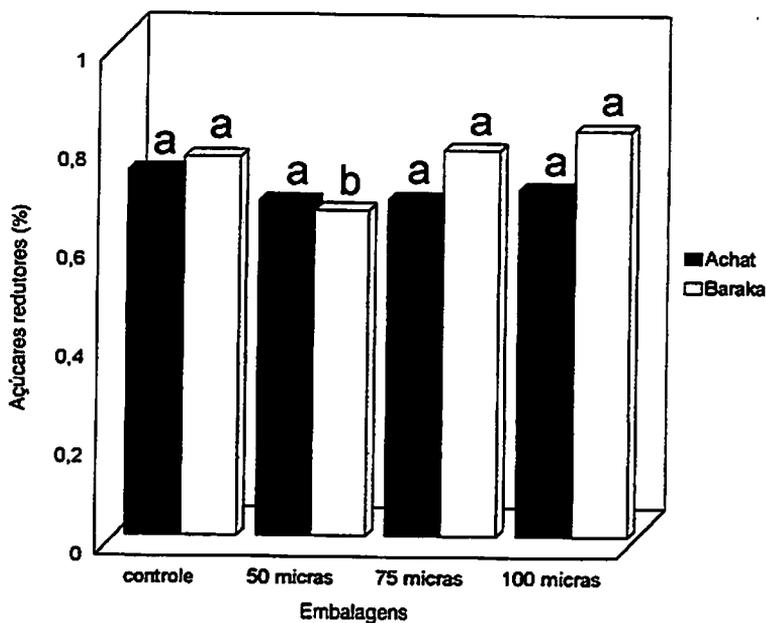


FIGURA 9. Porcentagens médias de açúcares redutores de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

4.3.2 Sacarose

No armazenamento em temperatura ambiente os teores médios de sacarose da cultivar Achat foram considerados maiores do que os da cultivar Baraka, mas observa-se (Figura 10) que apenas no tempo zero isto de fato ocorreu. Neste período a cultivar Achat apresentou 0,28% de sacarose, e a Baraka, 0,16%. Aos 20 dias os teores foram praticamente iguais para as duas cultivares (0,16% para a cultivar Baraka e 0,15% para a Achat) e aos 40 e 74 dias, foram menores na cultivar Achat. Os teores de sacarose da cultivar Achat reduziram-se bruscamente até os 40 dias de armazenamento à temperatura ambiente, de 0,27% para 0,09% (Figura 10), para em seguida elevarem-se

lentamente até o final do período, alcançando 0,13% aos 74 dias. Já a cultivar Baraka apresentou níveis constantes de sacarose (em torno de 0,16%) no início do armazenamento, observando-se, após 20 dias, pequenos incrementos nos teores deste dissacarídeo, chegando aos 74 dias com 0,20%. Coffin et al. (1987) observaram decréscimos nos teores de sacarose durante o armazenamento a 20°C por 14 dias. Segundo Herrman (1995), o nível de sacarose no momento da colheita deve ser menor que 0,15% para impedir o rápido acúmulo de açúcares redutores durante o armazenamento refrigerado. Observa-se (Figura 10) que no momento da colheita (tempo zero) nenhuma das cultivares estudadas apresentaram níveis abaixo do indicado pelo referido autor. Isto pode ter contribuído para que, no armazenamento em câmara fria, as batatas apresentassem um elevado acúmulo de açúcares redutores.

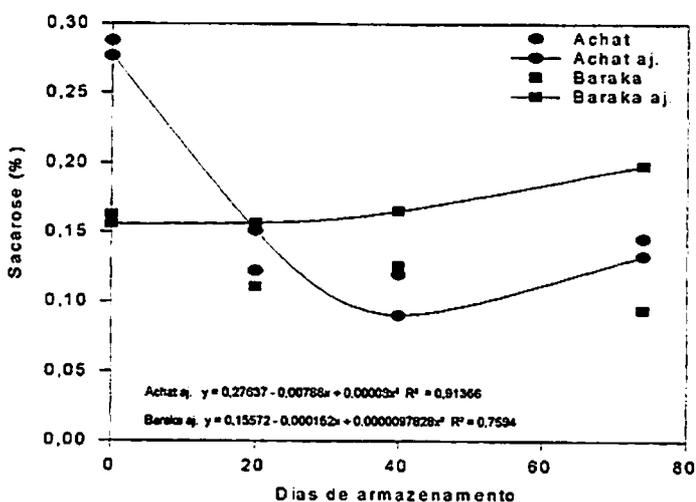


FIGURA 10. Curvas e equações de regressão para porcentagens de sacarose de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

A porcentagem média de sacarose da cultivar Achat foi maior do que a da cultivar Baraka ($p < 0,01$), com valores de 0,17% e de 0,12%, respectivamente (Tabela 10). Não houve interação significativa entre cultivar e embalagem. As médias de porcentagens de sacarose relativas a cada embalagem dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente indicam que os teores de sacarose foram mais altos quando se utilizaram embalagens em filmes de polietileno, sugerindo que os filmes podem formar uma barreira à respiração normal, impedindo o consumo de sacarose como substrato respiratório. Outros autores (Shetty, Dwelle e Fellman, 1992) observaram redução nos teores de açúcares nos tubérculos embalados em “Cryovac” D-955. A sacarose, um açúcar não redutor, tem sido, às vezes, associada ao desenvolvimento de cor durante o processamento das batatas em “chips” e fritas “à francesa”. Leszkowiat et al. (1990) alegaram que a sacarose poderia ser hidrolizada termicamente para render frutose e glicose, que poderiam, então, participar da reação de Maillard, produzindo a cor marrom durante o processo de fritura.

TABELA 10. Porcentagens médias de sacarose em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle de batatas armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	0,15 A	0,12 B	0,13 b
50 MICRAS	0,18 A	0,13 B	0,16 a
75 MICRAS	0,19 A	0,12 B	0,16 a
100 MICRAS	0,16 A	0,12 B	0,14 ab
MÉDIA	0,17 A	0,12 B	
CV(%) = 19,57			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas não diferem entre se pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Os teores de sacarose das duas cultivares variaram com o tempo de armazenamento em câmara fria, mas os dados não se ajustaram às equações de regressão polinomial. Os valores observados encontram-se na Tabela 11, na qual pode-se observar que no tempo zero o valor da cultivar Achat foi significativamente maior do que o da cultivar Baraka; já aos 30 dias ocorreu o contrário, verificando-se maior porcentagem de sacarose para a cultivar Baraka. Aos 60 e 90 dias de armazenamento as porcentagens de sacarose foram consideradas iguais para as duas cultivares.

Verifica-se também que nos tubérculos armazenados em câmara fria, as porcentagens de sacarose das cultivares foram consideradas iguais, com médias de 0,26% e 0,27% para as cultivares Achat e Baraka, respectivamente. Comparando-se com os teores verificados em temperatura ambiente, percebe-se que os níveis de sacarose aumentaram nos tubérculos armazenados em câmara fria. De acordo com Leszkowiat et al (1990), o teor de sacarose normalmente encontrado em batatas é de 0,32%, que se aproxima dos teores obtidos neste estudo, nos tubérculos refrigerados.

A cultivar Baraka, em câmara fria, não respondeu ao tratamento com embalagens (Figura 11) no que se refere aos níveis de sacarose ($p > 0,05$). Já a cultivar Achat apresentou menores teores de sacarose quando embalada em filme de 100 micras de espessura.

TABELA 11. Porcentagens de sacarose de duas cultivares de batata embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

CULTIVAR	DIAS DE ARMAZENAMENTO				MÉDIA
	0	30	60	90	
ACHAT	0,29 a	0,35 b	0,19 a	0,23 a	0,26 a
BARAKA	0,16 b	0,46 a	0,19 a	0,26 a	0,27 a
MEDIA	0,22	0,40	0,19	0,24	

CV(%) = 17,21

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

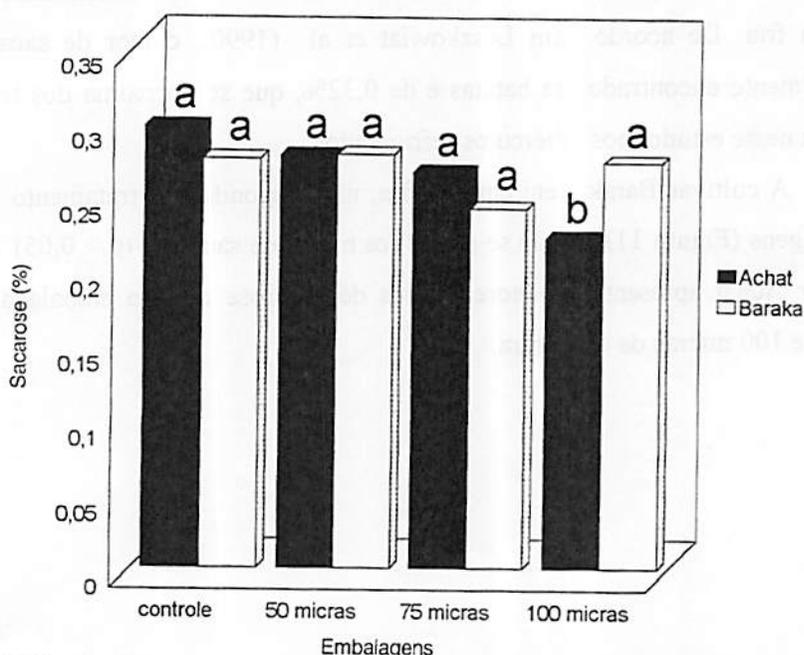


FIGURA 11. Porcentagens de sacarose de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados por 0, 30, 60 e 90 dias em câmara fria.

4.3.3 Açúcares Totais

As porcentagens de açúcares totais declinaram com o tempo de armazenamento em temperatura ambiente até o 48º e 51º dia para as cultivares Achat e Baraka, respectivamente (Figura 12) e com pequenos acréscimos até o 74º dia. Verificaram-se menores teores de açúcares totais na cultivar Baraka, sendo que os teores médios foram de 0,23%, ao passo que na cultivar Achat, representaram 0,29%, os quais foram considerados diferentes estatisticamente ($p < 0,01$).

Comparando-se os efeitos de embalagens dentro de cada cultivar, observa-se (Figura 13) que a cultivar Achat apresentou menor teor de açúcares totais quando os tubérculos não foram embalados (controle). Já a cultivar Baraka demonstrou menor porcentagem de açúcares totais quando embalada em filme de 100 micras, não diferindo, entretanto, dos teores observados nos tubérculos-controle ($p > 0,05$). Isto indica que, em temperatura ambiente, a embalagem com filmes de polietileno não produz efeito na redução dos teores de açúcares totais, a exemplo do que ocorreu com as taxas de açúcares redutores e de sacarose.

Durante o armazenamento em câmara fria verificou-se uma forte ascensão dos níveis de açúcares totais até o 65º e 55º dia para as cultivares Achat e Baraka, respectivamente (Figura 14). A partir desses valores até os 90 dias houve um decréscimo nos níveis destes constituintes, sendo que a redução foi maior na cultivar Baraka, que havia apresentado maiores acréscimos, os quais podem ser verificados pelas estimativas dos coeficientes lineares (0,023 para a cultivar Achat e 0,039 para a cultivar Baraka). De modo geral, pode-se salientar que os acúmulos registrados na cultivar Baraka foram superiores aos da cultivar Achat, com teores médios de açúcares totais de 1,04% e 0,98% para

as cultivares Baraka e Achat, respectivamente, os quais foram considerados diferentes estatisticamente ($p < 0,01$).

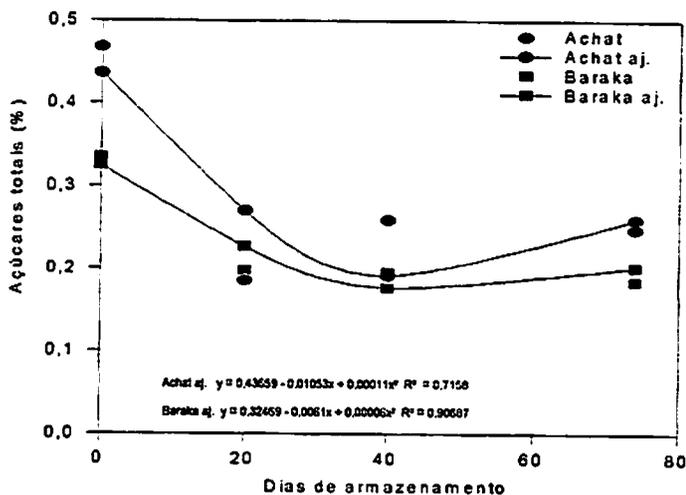


FIGURA 12. Curvas e equações de regressão para porcentagens de açúcares totais de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

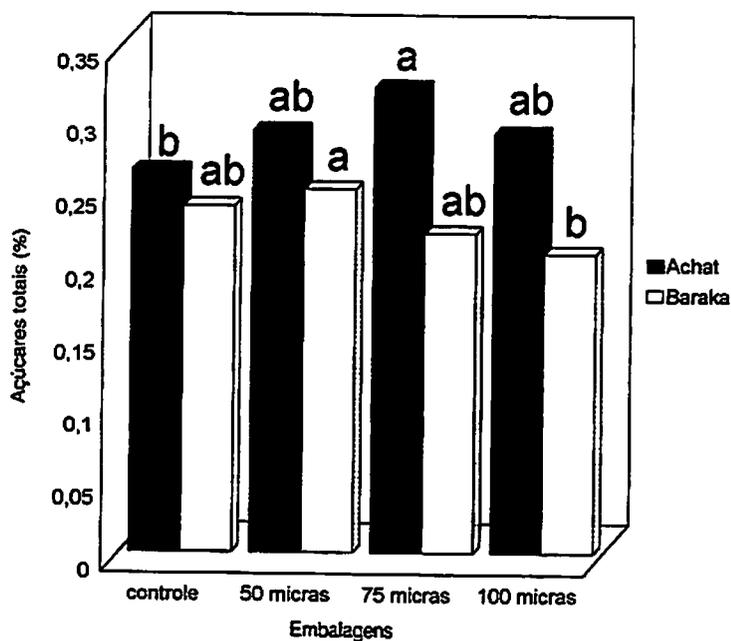


FIGURA 13. Porcentagens médias de açúcares totais de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

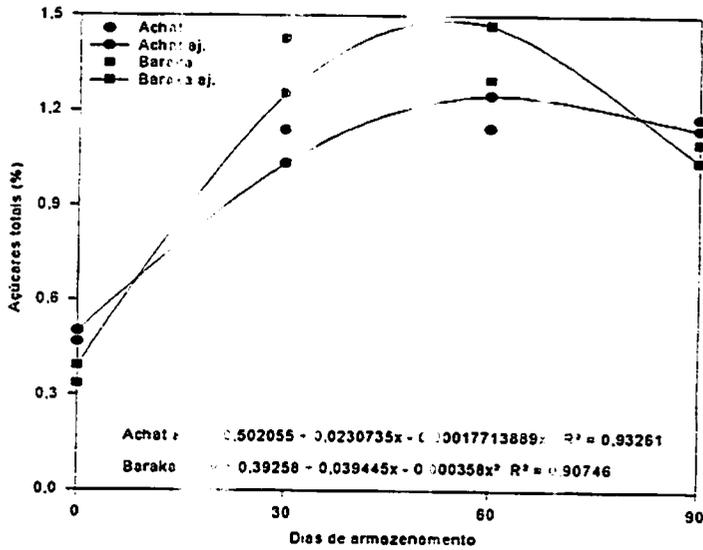


FIGURA 14. Curvas e equações de regressão para porcentagens de açúcares totais de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

Quanto ao efeito de embalagens (Figura 15), a cultivar Achat apresentou menores acúmulos de açúcares totais quando embalada em filmes de polietileno, independentemente da espessura dos mesmos, ao contrário do que ocorreu em temperatura ambiente, na qual os menores teores de açúcares totais foram observados nos tubérculos sem embalagem. No caso da cultivar Baraka, os tubérculos armazenados em câmara fria mostraram menores teores de açúcares totais quando embalados em filmes de 50 micras de espessura. Torna-se evidente, portanto, que a utilização de filmes para a embalagem de batatas mantidas sob refrigeração pode contribuir para a redução dos teores de açúcares totais, cujos principais representantes são os açúcares redutores, já que o papel dos não redutores ainda permanece indefinido.

Considerando-se que a cultivar Achat não mostrou diferença significativa com relação à espessura dos filmes de polietileno, a utilização da espessura de 50 micras poderia ser a mais viável economicamente para esta cultivar, lembrando que, para a cultivar Baraka, esta foi a melhor espessura em termos de se reduzir o acúmulo de açúcares.

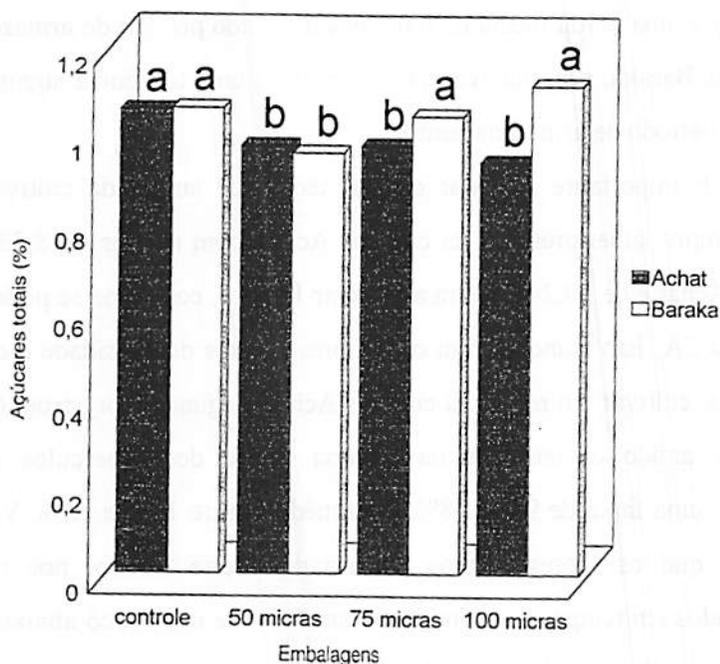


FIGURA 15. Porcentagens médias de açúcares totais de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.



4.3.4 Amido

O conteúdo de amido da cultivar Achat declinou com o tempo de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 16), reduzindo-se de 9,32% (tempo zero) para 7,12% (74 dias), com uma perda equivalente a 23,6% durante o período avaliado. Este declínio pode ser explicado por uma regressão linear, a qual sugere uma perda média de 0,0296% de amido por dia de armazenamento. A cultivar Baraka, por sua vez, não apresentou uma tendência significativa ao longo do período de armazenamento.

É importante salientar que os teores de amido da cultivar Baraka foram sempre superiores aos da cultivar Achat, com médias de 8,33% para a cultivar Achat e de 10,24 % para a cultivar Baraka, conforme se pode observar na Tabela 2A. Isto coincide com os maiores valores de densidade e de matéria seca desta cultivar em relação à cultivar Achat. Segundo Borgstrom (1976), os teores de amido encontrados na matéria fresca dos tubérculos de batata abrangem uma faixa de 9% a 18%, com médias entre 12% e 13%. Verifica-se, portanto, que os teores médios encontrados neste estudo, nos tubérculos armazenados em temperatura ambiente, situaram-se um pouco abaixo daqueles encontrados pelo referido autor. A alta umidade presente durante a estação de crescimento e no dia da colheita das batatas (Tabela 1) pode ter provocado uma diminuição nos teores de matéria seca e, conseqüentemente, nos teores de amido dos tubérculos.

Quanto aos efeitos das embalagens, observa-se (Figura 17) que as maiores porcentagens de amido ocorreram nos tubérculos não embalados, nas duas cultivares estudadas. É interessante observar, no entanto, que os tubérculos da cultivar Baraka embalados em polietileno de 100 micras também apresentaram níveis altos de amido, não diferindo estatisticamente dos níveis

dos tubérculos-controle. Estes valores foram de 11,05% para os tubérculos-controle e de 10,68% para os tubérculos embalados em filmes de 100 micras. Os resultados aqui obtidos são concordantes com as maiores porcentagens de matéria seca dos tubérculos-controle e daqueles embalados em filmes de 100 micras.

Constata-se que, em temperatura ambiente, os tubérculos atingiram teores mais altos de amido quando não foram embalados. Isto representa uma grande vantagem do ponto de vista prático e econômico, visto que, no caso dos açúcares redutores, não redutores e totais dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente, os menores teores também foram verificados nos tubérculos-controle, sendo que as porcentagens de matéria seca também foram altas nos tubérculos sem embalagem. A associação de altas porcentagens de amido e baixas taxas de açúcares redutores é altamente desejável para a indústria de processamento de batatas.

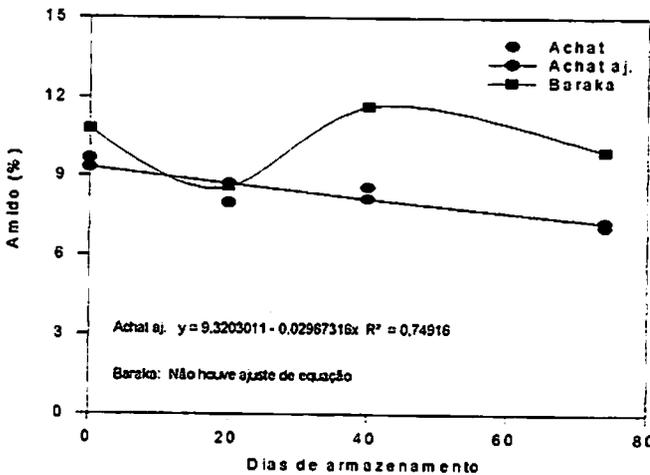


FIGURA 16. Comportamento da cultivar Baraka e curva e equação de regressão para porcentagens de amido da cultivar Achat em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

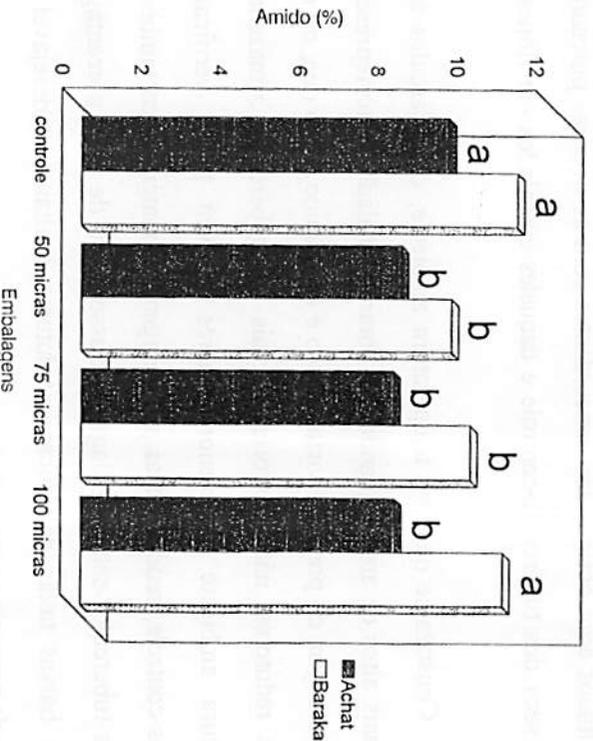


FIGURA 17. Percentagens de amido de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

No armazenamento em câmara fria os teores de amido da cultivar Achat declinaram (Figura 18) até o 47^o dia, com posterior aumento até os 90 dias, segundo uma equação quadrática. Os valores da cultivar Baraka não apresentaram uma tendência significativa; seus valores foram oscilantes, com aumentos no final do armazenamento (Figura 18). Através da Tabela 3A, verifica-se que os teores de amido da cultivar Achat aos 90 dias encontravam-se levemente abaixo dos teores iniciais, que eram de 9,67%, caindo para 9,18% aos 90 dias. Já a cultivar Baraka, aos 90 dias, mostrou teores de amido acima

dos níveis iniciais, sendo de 9,67% no tempo zero e de 12,06% aos 90 dias. Consta-se ainda que os teores iniciais de amido das duas cultivares foram iguais. No entanto, no armazenamento em câmara fria, os níveis de amido da cultivar Baraka superaram significativamente ($p < 0,01$) os da cultivar Achat, com médias de 10,38% para a cultivar Baraka e de 8,37% para a cultivar Achat.

Ohad et al. (1971) sugeriram que as mudanças no conteúdo de amido e de açúcares durante o armazenamento de batatas em baixas temperaturas podem estar correlacionadas com os danos nas membranas que circundam os grânulos de amido e com as mudanças na sua permeabilidade, bem como com as alterações das enzimas degradativas e dos substratos.

Em câmara fria (Figura 19) os maiores teores de amido da cultivar Baraka ocorreram nos tubérculos armazenados em filmes de 50 micras de espessura (10,95%), os quais não diferiram estatisticamente dos teores de amido dos tubérculos-controle (10,47%). No caso da cultivar Achat, observou-se maior teor de amido nos tubérculos embalados em filmes de 75 micras (8,78%), os quais, por sua vez, também não diferiram dos teores dos tubérculos-controle (8,66%). Para a cultivar Baraka, a espessura de 50 micras relacionou-se com menores teores de açúcares (reduzidos e totais) e com maiores teores de amido, atributos necessários para uma alta qualidade do produto processado. Já a cultivar Achat não respondeu ao efeito da espessura da embalagem em câmara fria para as variáveis açúcares reduzidos e açúcares totais, mas tornou-se evidente que os tubérculos embalados com filmes nas espessuras avaliadas, mostraram vantagens sobre os tubérculos-controle. Por este motivo, considerando-se que a cultivar Achat apresentou maiores teores de amido, quando embalada em filmes de 75 micras, esta embalagem também

poderia ser utilizada com a finalidade de promover menores acúmulos de açúcares nos tubérculos expostos a baixas temperaturas.

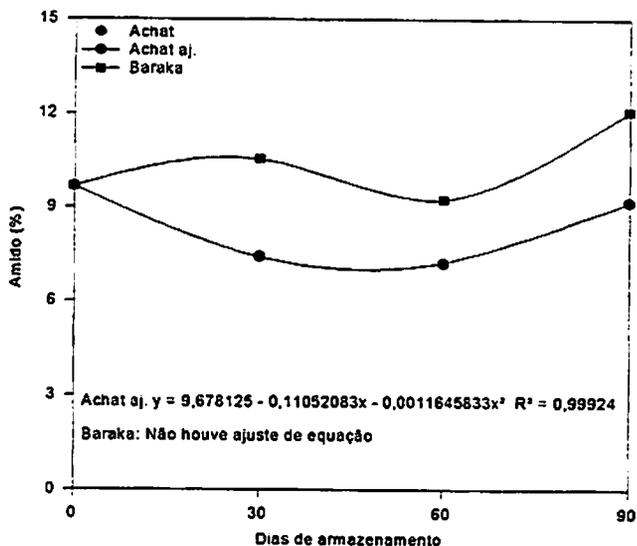


FIGURA 18. Comportamento da cultivar Baraka e curva e equação de regressão da cultivar Achat para porcentagens de amido em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

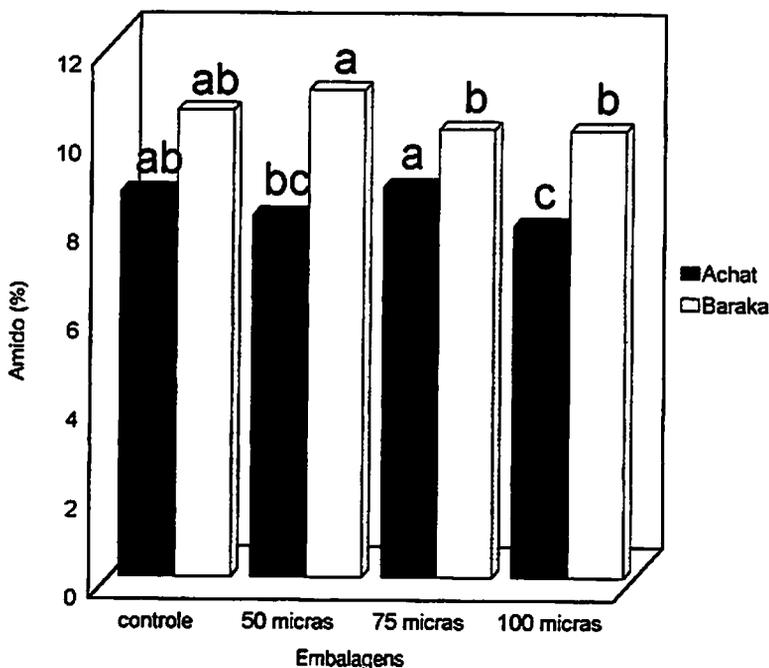


FIGURA 19. Porcentagens de amido de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

4.3.5 Pectina Total

Ao zero dia a cultivar Baraka apresentou maior teor de pectina total do que a cultivar Achat (Figura 20). Aos 20 e 40 dias de armazenamento, em temperatura ambiente, a cultivar Achat superou os teores de pectina total da cultivar Baraka que, por sua vez, voltou a apresentar maiores teores aos 74 dias. Não houve paralelismo entre as alterações de pectina total e de textura. Pelo contrário, os valores de textura da cultivar Achat declinaram, enquanto que os de pectina total aumentaram. A cultivar Achat apresentou um teor máximo

de pectina aos 47 dias de armazenamento, e a Baraka, um teor mínimo aos 34 dias. A cultivar Baraka, embora não apresentasse ajuste de equação para a variável textura, também mostrou um comportamento inverso ao observado pelos teores de pectina total (Figuras 5 e 20). Isto demonstra que os valores de pectina total, isoladamente, não são suficientes para explicar as variações na textura, sendo necessária a informação a respeito do grau de solubilização das pectinas. Mesmo assim, o amaciamento do tubérculo pode ser atribuído à perda de turgor, antes que a solubilização de pectinas ocorra (Pang e Scanlon, 1996). Este efeito foi observado por Schackel et al. (1991) em tomates.

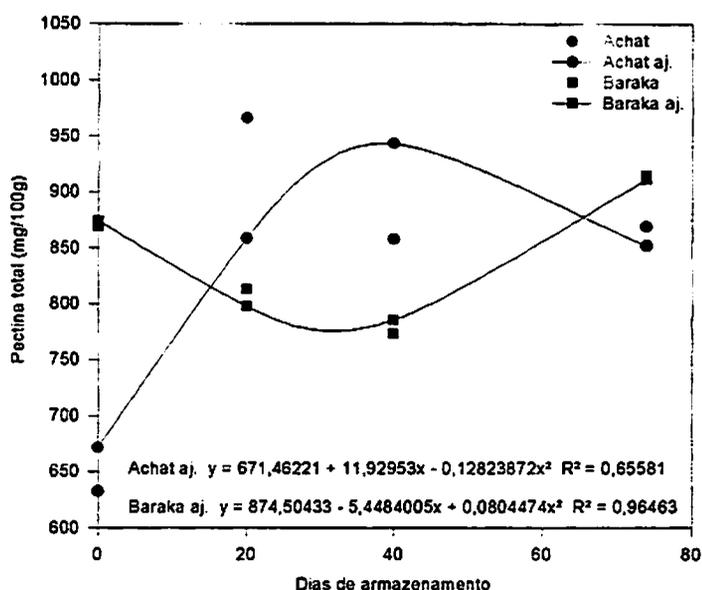


FIGURA 20. Curvas e equações de regressão para porcentagens de pectina total de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Os teores médios de pectina total das duas cultivares estudadas não apresentaram diferenças significativas durante o armazenamento em temperatura ambiente, sendo de 831,42 mg/100g para a cultivar Achat e 842,34 mg/100g para a cultivar Baraka (Tabela 12).

Quanto ao efeito de embalagens, observa-se que a cultivar Achat apresentou maiores teores de pectina total quando embalada em filmes de polietileno (Tabela 12), o que se relaciona bem com os resultados de textura, nos quais observam-se maiores valores de textura nos tubérculos embalados (Tabela 5). A cultivar Baraka, ao contrário, exibiu maior teor de pectina total nos tubérculos-controle, não diferindo, contudo, dos teores dos tubérculos embalados em filmes de 50 e 100 micras. Comparando-se estes resultados com aqueles registrados na Tabela 5, verifica-se que a textura da cultivar Baraka, apesar de não apresentar diferença quanto ao fator embalagem, foi levemente mais alta nos tubérculos-controle, coincidindo com o teor de pectina total numericamente mais alto nos tubérculos sem embalagem. Verifica-se, portanto, para esta variável, um comportamento bastante distinto entre as cultivares Achat e Baraka em resposta ao fator embalagem e também ao fator tempo de armazenamento em temperatura ambiente. As curvas representativas dos teores de pectina total de cada cultivar em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente foram opostas (Figura 20), e não houve nenhuma correspondência entre estes teores e a textura (Figura 5). Os teores de pectina total das cultivares também diferiram na resposta ao fator embalagem mas, neste caso, os tratamentos que promoveram maiores teores de pectina total também promoveram valores mais altos de textura, ou seja, para o fator tempo de armazenamento não se observou paralelismo entre as variáveis pectina total e textura, já para o fator embalagens, houve coincidência.

TABELA 12. Teores de pectina total de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	787,81 b B	868,26 a A	828,03 ab
50 MICRAS	849,57 a A	865,80 a A	857,69 a
75 MICRAS	836,40 ab A	787,28 b B	811,84 b
100 MICRAS	851,91 a A	848,01 a A	849,96 a
MÉDIA	831,42 A	842,34 A	

CV(%) = 6,90

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Durante o período de armazenamento em baixas temperaturas por 90 dias, houve um aumento dos teores de pectina total em ambas as cultivares, as quais apresentaram um comportamento bastante semelhante (Figura 21); os valores máximos foram obtidos aos 64 e 60 dias para as cultivares Achat e Baraka, respectivamente. Ao zero dia os teores foram considerados estatisticamente iguais para ambas as cultivares, sendo de 84,10 mg/100g para a Achat, e de 78,49 mg/100g para a Baraka. Aos 30 e 60 dias a cultivar Baraka sobressaiu-se e, aos 90 dias, quando houve uma pequena queda nestes teores, a cultivar Achat apresentou teores levemente maiores. Os aumentos observados até os 60 dias foram de 1.150% para a cultivar Achat, e de 1.340% para a cultivar Baraka, as quais atingiram teores de pectina total iguais a 1.085,92 mg/100g e de 1.159,55 mg/100g, respectivamente. Comparando-se estes resultados com os de textura em câmara fria (Figura 6), verifica-se que, a

exemplo do que ocorreu em temperatura ambiente, não houve associação entre textura e pectina total, ou seja, o aumento dos teores de pectina total não corresponderam a um aumento nos valores de textura, concluindo-se, mais uma vez, que as variações na textura podem estar relacionadas a outros fatores, tais como certas frações das substâncias pécticas ou mesmo à perda de turgor. A degradação da protopectina da lamela média e da parede celular primária e o aumento dos teores de pectina solúvel, além da perda de açúcares neutros não celulósicos têm sido sugeridos como causas principais da perda de textura de certos vegetais (Gross e Sams, 1984). Pang e Scanlon (1996) encontraram significativas diferenças nas medidas de rigidez de um único tubérculo e entre tubérculos da cultivar *Russet Burbank* devido à heterogeneidade estrutural e composicional. Segundo Awad (1993), a textura depende da coesividade, do tamanho, da forma e da turgidez das células que compõem o tecido.

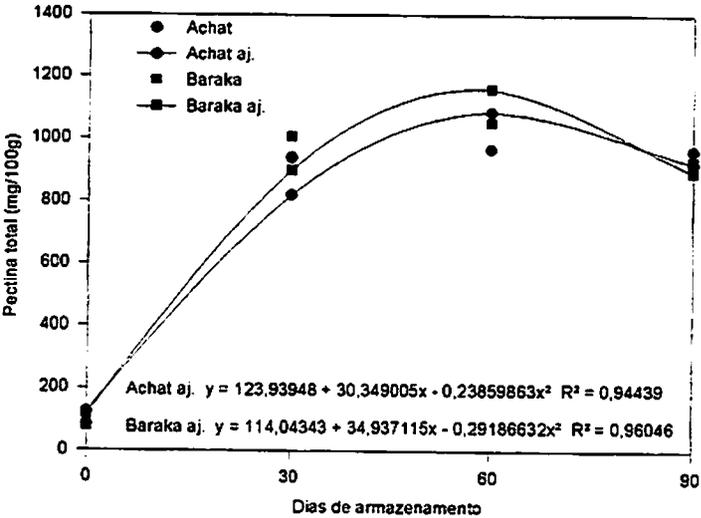


FIGURA 21. Curvas e equações de regressão para porcentagens de pectina total de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

No armazenamento em câmara fria houve diferença entre os teores médios de pectina total das duas cultivares estudadas, sendo que a cultivar Baraka apresentou o maior teor, com 766,83 mg/100g, e a cultivar Achat, o menor, com 738,06 mg/100g (Tabela 13).

Quanto ao efeito das embalagens, verificou-se que apenas a cultivar Baraka obteve diferenças nos teores de pectina total. Para esta cultivar, os tubérculos-controle apresentaram os maiores valores (Tabela 13), com média de 813,95 mg/100g. Estes resultados não coincidem com os valores de textura em câmara fria (Tabela 6) que mostram, para as duas cultivares, que os tubérculos-controle apresentaram a menor textura. O efeito das embalagens na conservação da textura em câmara fria pode estar associado à menor perda d'água por transpiração, visto que a água ajuda a manter a estabilidade estrutural da parede celular (Bartley e Knee, 1982).

TABELA 13. Porcentagens de pectina total de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	717,23 a B	813,95 a A	756,59 a
50 MICRAS	749,94 a A	753,20 b A	751,57 a
75 MICRAS	736,70 a A	736,07 b A	736,38 a
100 MICRAS	748,37 a A	764,12 b A	756,25 a
MÉDIA	738,06 B	766,83 A	

CV(%) = 5,96

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

4.3.6 Pectina solúvel

Os teores de pectina solúvel da cultivar Baraka aumentaram significativamente no armazenamento em temperatura ambiente até os 34 dias, decrescendo em seguida, sendo que, aos 74 dias, os valores estavam abaixo dos valores iniciais (Figura 22). Nota-se que os aumentos da cultivar Baraka foram bem maiores do que os da cultivar Achat. A cultivar Achat apresentou pequenos incrementos nos teores de pectina solúvel até os 25 dias, os quais decresceram, em seguida, até os 74 dias. Este comportamento coincide com a queda nos valores de textura até os 40 dias, com posteriores aumentos até o final do armazenamento em temperatura ambiente. No entanto, os teores de pectina total exibiram as mesmas tendências dos teores de pectina solúvel e, assim, não se pode atribuir as variações na textura aos valores de pectina solúvel, já que a porcentagem de solubilização não variou em função do tempo de armazenamento.

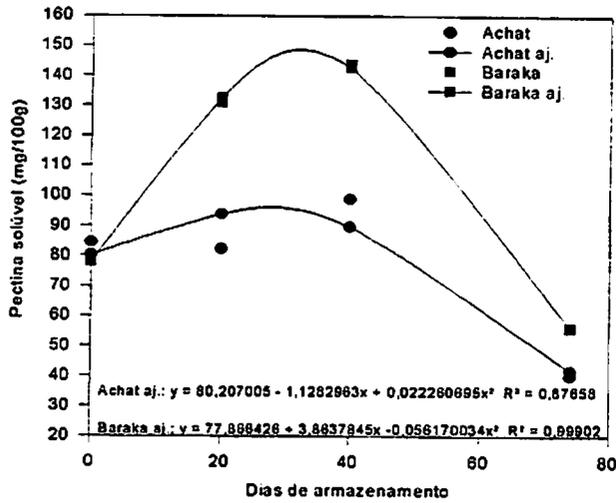


FIGURA 22. Curvas e equações de regressão para teores de pectina solúvel de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

A cultivar Baraka exibiu um teor médio de pectina solúvel igual 102,32 mg/100g, cerca de 34% maior do que o da cultivar Achat, que foi de 76,40 mg/100g durante o armazenamento em temperatura ambiente (Tabela 14). Estes resultados, provavelmente, devem estar relacionados ao fato de a cultivar Baraka ter apresentado menor textura em temperatura ambiente do que a cultivar Achat, visto que, nestas condições, os teores de pectina total das duas cultivares foram considerados iguais.

TABELA 14. Porcentagens de pectina solúvel de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	75,34 a B	91,29 c A	83,32 b
50 MICRAS	75,81 a B	98,92 b A	87,36 b
75 MICRAS	78,63 a B	95,85 bc A	87,24 b
100 MICRAS	75,81 a B	123,22 a A	99,51 a
MÉDIA	76,40 B	102,32 A	

CV(%) = 7,32

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre se pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Não houve diferença significativa nos teores de pectina solúvel com relação ao efeito de embalagens para a cultivar Achat (Tabela 14). A cultivar Baraka, ao contrário, respondeu a esse tratamento, mostrando maiores teores de pectina solúvel nos tubérculos embalados em 100 micras e, menores, nos tubérculos-controle. Considerando-se que o aumento nos teores de pectina solúvel está frequentemente associado ao amaciamento dos tecidos, estes resultados reforçam a idéia de que, em temperatura ambiente, a utilização de filmes às vezes é prejudicial, visto que, para batatas, o amaciamento dos tubérculos é um fator indesejável. Comparando-se estes resultados com os valores de textura observados em temperatura ambiente (Tabela 5), verifica-se que a cultivar Baraka não respondeu ao tratamento com embalagens, mas a textura dos tubérculos-controle foi numericamente mais alta.

Quanto ao efeito do tempo de armazenamento em câmara fria, as duas cultivares exibiram comportamentos muito semelhantes (Figura 23), com valores mínimos obtidos aos 43 e 39 dias, respectivamente, para as cultivares Achat e Baraka. Aos 39 dias houve decréscimos de 27,1% nos teores de pectina solúvel da cultivar Achat e, aos 43 dias, decréscimos de 25% nos teores da cultivar Baraka, os quais se elevaram, atingindo, aos 90 dias, níveis superiores aos iniciais. Aos 90 dias a cultivar Achat apresentou um teor de 87,7 mg/100g, cerca de 6% maior do que o inicial (82,4%). A cultivar Baraka, aos 90 dias, alcançou um teor de 89,0 mg/100g, cerca de 4% acima do nível inicial (78,12%).

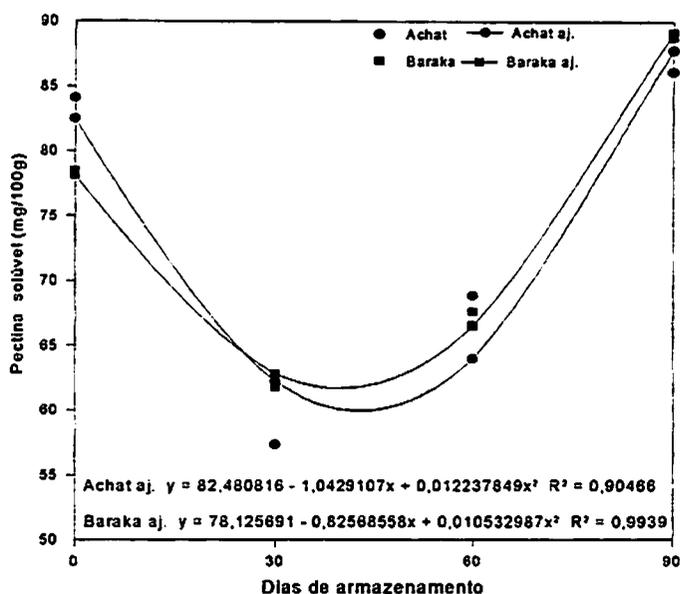


FIGURA 23. Curvas e equações de regressão para teores de pectina solúvel de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

Não houve interação entre cultivar e embalagem. As duas cultivares armazenadas em câmara fria não responderam ao tratamento com embalagens, ressaltando-se ainda que os teores médios de pectina solúvel das cultivares estudadas foram considerados iguais (Tabela 15), sendo de 74,10 mg/100g para a cultivar Achat e 74,15 mg/100g para a cultivar Baraka. Estes níveis foram levemente menores do que os observados em temperatura ambiente, para a cultivar Achat e, consideravelmente menores, no caso da cultivar Baraka.

TABELA 15. Teores de pectina solúvel de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	72,50	75,22	73,86
50 MICRAS	72,50	73,35	72,92
75 MICRAS	75,95	73,51	74,73
100 MICRAS	75,46	74,52	74,99
MÉDIA	74,10 A	74,15 A	
CV(%) = 7,27			

4.3.7 Solubilização de pectinas

Em temperatura ambiente, a taxa de pectina solúvel em relação à pectina total foi maior na cultivar Baraka, com uma média de 12,51% de solubilização, do que na cultivar Achat, que apresentou 9,59% de solubilização

(Tabela 16). A maior relação pectina solúvel/pectina total pode ter-se refletido nos menores valores de textura mostrados pela cultivar Baraka, o oposto ocorrendo na cultivar Achat, quando armazenadas em temperatura ambiente. Segundo Shetty, Dwelle e Fellman (1992), uma pequena mudança nas substâncias pécticas da parede celular pode acarretar um acentuado decréscimo na adesão celular.

Com respeito ao fator embalagens, apenas a cultivar Baraka respondeu a este tratamento (Tabela 16), apresentando menores porcentagens de solubilização nos tubérculos-controle, seguidos por aqueles embalados em 50 micras, os quais não apresentaram diferença significativa. Estes resultados devem-se ao fato de que os tubérculos-controle da cultivar Baraka apresentaram maiores teores de pectina total e menores teores de pectina solúvel em relação aos tubérculos embalados (Tabelas 12 e 14). Ainda se verifica, para a cultivar Baraka, que as porcentagens de solubilização aumentaram com o aumento da espessura da embalagem, o que vem evidenciar, mais uma vez, a inviabilidade de se embalar os tubérculos nos tipos e espessuras de filmes utilizados, quando o armazenamento se proceder em temperatura ambiente.

TABELA 16. Porcentagens de solubilização de pectinas de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	9,88 a A	10,67 c A	10,28 b
50 MICRAS	9,47 a B	11,51 c A	10,49 b
75 MICRAS	9,74 a B	13,00 b A	11,37 a
100 MICRAS	9,28 a B	14,86 a A	12,07 a
MÉDIA	9,59 B	12,51 A	

CV(%) = 11,01

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Comparando-se as porcentagens de solubilização de pectinas da cultivar Baraka com os valores de textura em função das embalagens (Tabela 5), visualiza-se que não houve alterações significativas na textura desta cultivar em resposta às porcentagens de solubilização das substâncias pécticas. Já a cultivar Achat apresentou menor valor de textura nos tubérculos-controle, ao passo que o grau de solubilização das substâncias pécticas não se alterou em função das embalagens. Neste caso, o amaciamento dos tubérculos-controle pode ser atribuído à perda de turgor (Shackel et al. 1991; Tucker, 1993), visto que sem a proteção das embalagens a desidratação dos tubérculos pode ser maior, e também ao rompimento de ligações entre os polímeros, sem que tenha havido despolimerização (Giovannoni et al. 1989). Estas comparações podem

indicar que as alterações da textura em função da porcentagem de solubilização de pectinas não estão associadas ao fator embalagem.

Observa-se (Figura 24) que no tempo zero a porcentagem de pectina solúvel em relação à total foi maior na cultivar Achat, mas no decorrer do período de armazenamento, a cultivar Baraka superou as taxas de solubilização da primeira cultivar. Para a cultivar Achat, a porcentagem de solubilização decresceu com o tempo de armazenamento, ao passo que, para a Baraka, estas taxas aumentaram acentuadamente até os 35 dias, para em seguida decrescerem, também acentuadamente, até o final do período avaliado, atingindo níveis menores que os iniciais. Estes resultados não explicam as variações ocorridas na textura dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente (Figura 5), visto que os aumentos na solubilização foram coincidentes com os aumentos de textura da cultivar Baraka, e a queda na solubilização ocorreu simultaneamente com a queda nos valores de textura da cultivar Achat. Tais argumentos baseiam-se no fato de haver geralmente uma alta correlação negativa entre estas duas variáveis (Paiva et al. 1997).

Menezes et al. (1995), caracterizando o melão amarelo cv. 'Agroflora 646' durante o armazenamento à temperatura ambiente por 45 dias não observaram paralelismo entre o amolecimento do fruto e a relação pectina solúvel/pectina total. No estudo de melões Gália durante sua maturação, Menezes (1986) observou 54% de declínio na firmeza, sem encontrar diferenças significativas nos níveis de pectina total e solúvel na polpa.

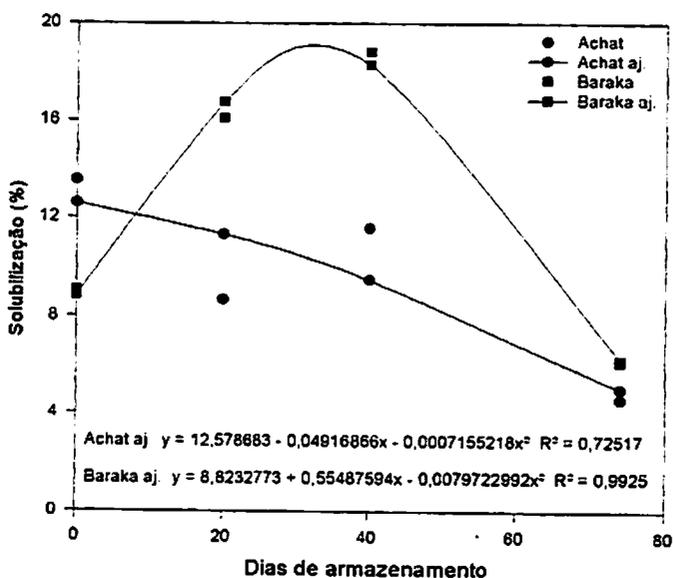


FIGURA 24. Curvas e equações de regressão para porcentagens de solubilização de pectinas de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

No armazenamento em câmara fria, ao contrário do que ocorreu em temperatura ambiente, a porcentagem de solubilização de pectinas foi maior na cultivar Achat, com uma média de 8,95%, considerada estatisticamente diferente ($p < 0,01$) da porcentagem média da cultivar Baraka, que obteve 7,81% de solubilização (Tabela 17). No entanto, os valores de textura dos tubérculos mantidos sob refrigeração continuaram a ser mais altos na cultivar Achat (Tabela 6), Isto sugere mais uma vez que o grau de solubilização de pectinas em tubérculos de batata não exerce influência decisiva na textura dos mesmos. Além dos fatores já mencionados, como a perda de turgor, a degradação do amido e dos componentes da parede celular, incluindo as celulosas e as

hemiceluloses, também podem provocar alterações pronunciadas na textura (Tucker, 1993).

Cabe ressaltar que as porcentagens de solubilização registradas em temperaturas baixas ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR) foram menores do que as observadas em temperatura ambiente, para as duas cultivares.

Não foi observado efeito de embalagens sobre os níveis de solubilização de pectinas nos tubérculos armazenados em baixas temperaturas ($p > 0,05$). Os dados observados para esta variável encontram-se na Tabela 17.

TABELA 17. Porcentagens de solubilização de pectinas de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	8,96	7,68	8,32
50 MICRAS	8,69	7,80	8,24
75 MICRAS	9,14	7,97	8,56
100 MICRAS	9,03	7,80	8,42
MÉDIA	8,95 A	7,81 B	

CV(%) = 13,11

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No tempo zero e aos 30 dias de armazenamento em câmara fria, a porcentagem de pectina solúvel em relação à total da cultivar Achat (Figura 25) foi maior do que a da Baraka. O comportamento observado no decorrer do

armazenamento em câmara fria foi bastante semelhante nas duas cultivares avaliadas. Houve decréscimos na solubilização de pectinas até os 53 e 43 dias, respectivamente, para as cultivares Achat e Baraka, com posteriores aumentos até os 90 dias, época em que se verificou que os níveis de solubilização das duas cultivares foram praticamente os mesmos.

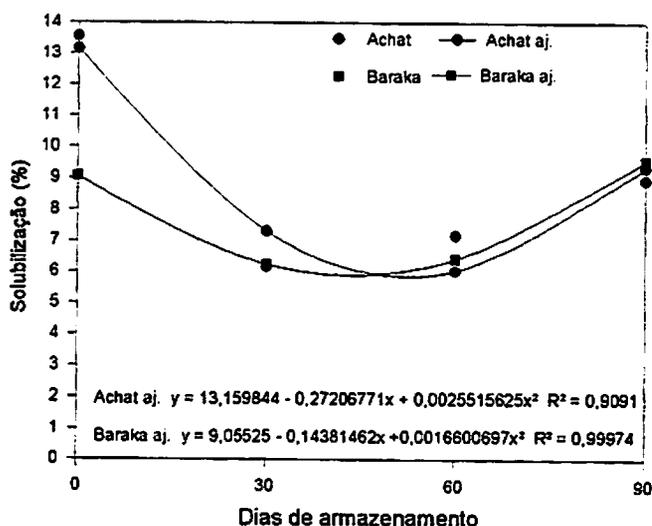


FIGURA 25. Curvas e equações de regressão para porcentagem de solubilização de pectinas de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

Os aumentos nos valores de textura da cultivar Baraka armazenada em câmara fria (Figura 6) até os 40 dias, e as reduções nestes valores após os 60 dias apresentaram um certo paralelismo com as reduções nas porcentagens de solubilização de pectinas até os 40 dias, seguida por aumentos após 60 dias, embora o ajuste para textura não fosse significativo. O mesmo não ocorreu com a cultivar Achat, que apresentou, em câmara fria, curvas de textura e de solubilização de pectinas semelhantes.

4.3.8 Atividade de pectinametilesterase (PME)

A cultivar Baraka, armazenada em temperatura ambiente, apresentou maior atividade média de PME do que a cultivar Achat, sendo de 5.299 unidades para a cultivar Baraka e de 2.668 unidades para a cultivar Achat (Tabela 18).

Quanto ao fator embalagem, verifica-se que os tubérculos da cultivar Baraka mostraram menores atividades de PME quando embalados, independentemente da espessura dos filmes, em comparação com o tratamento controle, mas os tratamentos com embalagem não tiveram efeito significativo sobre os valores de textura. Já a cultivar Achat obteve menores atividades enzimáticas de PME nos tubérculos embalados em filmes de 75 e 100 micras (Tabela 18). No caso da cultivar Achat, pode-se observar que os tubérculos-controle e aqueles embalados em filmes de 50 micras, os quais apresentaram maior atividade de PME, foram os que tiveram texturas menores, sugerindo que a PME pode desempenhar algum papel no amaciamento dos tubérculos de batata. Para a cultivar Baraka, no entanto, não houve a mesma correspondência, pelo fato desta cultivar não apresentar diferenças na textura entre os tubérculos embalados.

TABELA 18. Atividade de pectinametilesterase (PME) de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	2.855 a B	5.740 a A	4.298 a
50 MICRAS	2.904 a B	5.216 b A	4.060 b
75 MICRAS	2.354 c B	5.150 b A	3.752 c
100 MICRAS	2.558 b B	5.091 b A	3.825 c
MÉDIA	2.668 B	5.299 A	

CV(%) = 5,55

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

O papel específico das enzimas pécticas nas mudanças texturais de frutos e vegetais ainda é uma questão em aberto. A ação da pectinametilesterase (EC 3.1.1.15) pode aumentar a firmeza na presença de cátions divalentes, como o cálcio e o magnésio, mas ao mesmo tempo, pode tornar a matriz péctica susceptível ao ataque de poligalacturonases (EC 3.2.1.15), estas responsáveis pela hidrólise da pectina nas ligações α -1,4 (Nagel e Patterson, 1967). Existem evidências de que o grau de esterificação de pectinas pode estar associado com decréscimos na firmeza. Em geral, poliuronídeos com elevado grau de esterificação podem formar apenas poucas ligações com o cálcio e os complexos são móveis. Quando as moléculas são desesterificadas podem originar grupos carregados negativamente, que se repelem entre si, causando solubilização dos complexos. Poliuronídeos com baixo grau de esterificação formam elevado

número de ligações com cálcio, dando origem a complexos estáveis; entretanto, quando desesterificados, são fortemente afetados (Menezes, 1996).

Em batatas, o mecanismo para o amolecimento não está completamente elucidado. A perda de textura em tubérculos não é tão evidente quanto em alguns frutos, tais como o tomate e o mamão. Considerando-se a complexidade da estrutura da parede celular, é pouco provável que uma única enzima seja responsável pela mudança textural, e talvez exista uma interação complexa entre a atividade enzimática e as mudanças físico químicas da parede. A atividade de pecinametilesterase é responsável pela desesterificação da pectina no carbono seis (C₆) de resíduos de ácido metilgalacturônico para formar pectinas carboxiladas, liberando metanol e um próton. (Mc Cready e Mc Comb, 1955; Awad e Young, 1979).

A atividade de PME da cultivar Achat decresceu linearmente com o tempo de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 26), indicando degradação, com uma média esperada de 0,01373 nmols/g/min por cada dia de armazenamento. Já a cultivar Baraka apresentou pequenos aumentos na atividade de PME até os 30 dias, decrescendo em seguida. A cultivar Achat, que apresentou menor atividade de PME, foi a que já havia mostrado maior textura e menor porcentagem de solubilização de pectinas no armazenamento em temperatura ambiente. A relação pectina solúvel/pectina total da cultivar Achat decresceu paralelamente aos decréscimos de atividade de PME, o mesmo ocorrendo com a cultivar Baraka. Até o 40^o dia a atividade de PME e a porcentagem de solubilização de pectinas aumentaram. Após este período, ambas decresceram. Estes resultados sugerem, mais uma vez, a participação da enzima PME na solubilização das substâncias pectínicas.

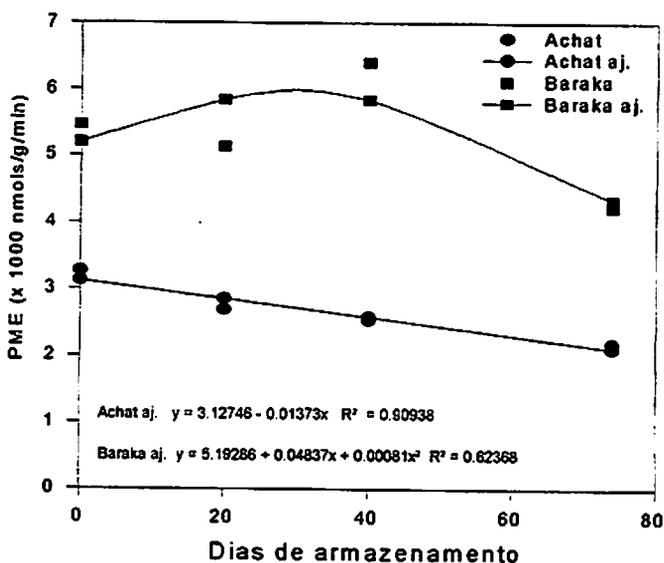


FIGURA 26. Curvas e equações de regressão para atividades de pectinametilesterase de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

No armazenamento em câmara fria os tubérculos da cultivar Achat também apresentaram menores atividades de PME do que os da cultivar Baraka, com médias de 2.810 e de 5.052 nmols/g/min, respectivamente (Tabela 19). Quanto ao efeito de embalagens, verifica-se que a cultivar Baraka não apresentou diferenças significativas nas atividades de PME em função deste tratamento, assim como ocorreu com a porcentagem de solubilização de pectinas. Já a cultivar Achat exibiu menores atividades de PME nos tubérculos embalados em filmes de 50 micras. Este resultado, por sua vez, não teve efeito no grau de solubilização de pectinas desta cultivar, visto que as porcentagens de solubilização foram consideradas estatisticamente iguais nos tubérculos de todas as embalagens.

As atividades da enzima PME decresceram com o tempo de armazenamento em câmara fria (Figura 27), a exemplo do que ocorreu em temperatura ambiente. A cultivar Achat apresentou uma tendência linear com decréscimos de 0,010576 nmols/g/min por dia de armazenamento, ou seja, em 10 dias espera-se um decréscimo de 0,10576 nmols/g/min na atividade da PME.

Acredita-se que a PME tenha pouco efeito no amaciamento da parede celular, atuando apenas na desmetilação parcial, para favorecer o posterior ataque da poligalacturonase. A atuação desta última enzima leva à despolimerização das substâncias pécticas, com acentuadas alterações na adesão celular, e conseqüente amolecimento. No entanto, a atividade da poligalacturonase nem sempre é encontrada em tubérculos de batata, como ocorreu no presente trabalho.

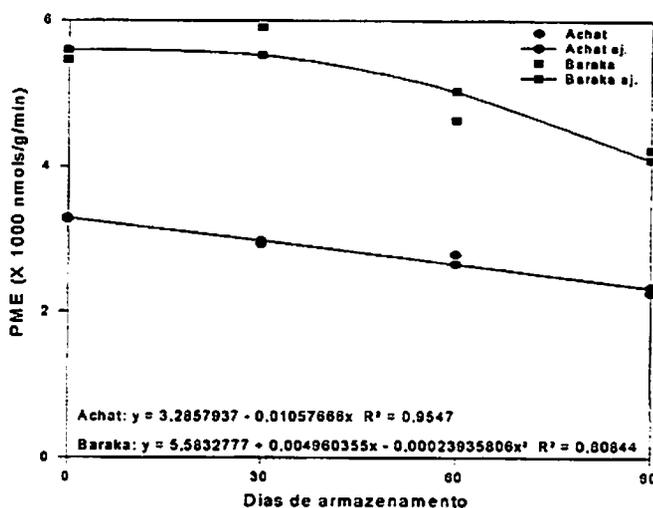


FIGURA 27. Curvas e equações de regressão para atividades de pectinametilesterase de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

TABELA 19. Atividades de pectinametilsterase de duas cultivares de batata em função das embalagens em polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	3.012 a B	5.036 a A	4.024 a
50 MICRAS	2.546 b B	5.057 a A	3.801 b
75 MICRAS	2.835 a B	4.971 a A	3.903 ab
100 MICRAS	2.847 a B	5.146 a A	3.996 a
MÉDIA	2.810 B	5.052 A	
CV(%) = 5,04			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

4.3.9 Atividade de poligalacturonase (PG)

As cultivares de batata avaliadas não apresentaram atividade de poligalacturonase.

4.3.10 Compostos fenólicos

Houve variação significativa nos teores de fenólicos entre as duas cultivares armazenadas em temperatura ambiente. A cultivar Achat apresentou o teor médio mais elevado (32,25 mg/100g), e a cultivar Baraka, o menor teor (24,67 mg/100g), conforme mostra a Tabela 20. Não houve interação entre

cultivares e embalagens; observa-se, pela média geral, que a embalagem de 50 micras proporcionou o menor teor de fenólicos.

TABELA 20. Teores de compostos fenólicos (mg/100g) de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	32,16 A	25,47 B	28,81 ab
50 MICRAS	30,80 A	23,62 B	27,21 b
75 MICRAS	33,09 A	25,38 B	29,23 a
100 MICRAS	32,95 A	24,23 B	28,59 ab
MÉDIA	32,25 A	24,67 B	

CV (%) = 8,99

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Os teores de fenólicos aumentaram com o armazenamento em temperatura ambiente (Figura 28), sendo que, para a cultivar Baraka, este aumento foi linear e para a qual se espera um incremento médio diário de 0,22569 mg/100g. Já para a cultivar Achat este aumento foi descrito por uma equação quadrática que apresentou ponto de máximo fora dos limites estudados (110 dias).

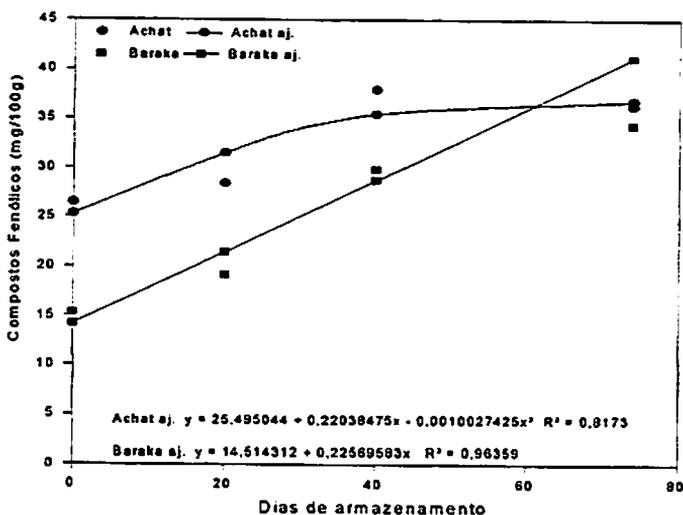


FIGURA 28. Curvas e equações de regressão para teores de compostos fenólicos de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

O comportamento dos compostos fenólicos dos tubérculos armazenados em câmara fria foi muito semelhante ao observado em temperatura ambiente (Figura 29). Houve síntese de fenólicos em ambas as cultivares com o tempo de armazenamento, ressaltando-se que em baixas temperaturas o acúmulo foi maior do que em temperatura ambiente. A cultivar Achat apresentou os maiores níveis destes constituintes, com uma média de 36,99 mg/100g, e a cultivar Baraka obteve uma média de 30,90 mg/100g (Tabela 21).

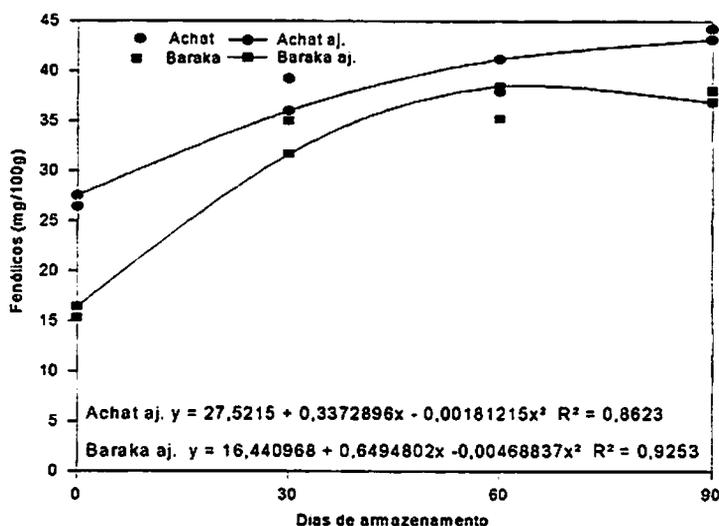


FIGURA 29. Curvas e equações de regressão para teores de compostos fenólicos de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

Com respeito ao fator embalagens, a cultivar Achat, em câmara fria, exibiu menores teores de fenólicos quando embalada em filmes de 100 micras (Tabela 21), verificando-se também que os teores destes constituintes aumentaram com o aumento da espessura da embalagem. Já para a cultivar Baraka, foram registrados menores acúmulos destes compostos nos tubérculos embalados em filmes de 50 micras, os quais não diferiram estatisticamente daqueles verificados nos tubérculos-controle. Observa-se que o comportamento da cultivar Achat em relação às embalagens foi bastante distinto do da cultivar Baraka, já que a primeira mostrou menor teor de fenólicos quando embalada no filme de maior espessura, e a segunda, quando embalada no filme de menor espessura e também quando não embalada.

TABELA 21. Teores de compostos fenólicos (mg/100g) de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura dos tubérculos-controlados armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	38,38 a A	30,31 b B	34,35 a
50 MICRAS	37,76 ab A	30,01 b B	33,88 a
75 MICRAS	36,00 bc A	30,89 ab B	33,44 a
100 MICRAS	35,82 c A	32,39 a B	34,35 a
MÉDIA	36,99 A	30,90 B	

CV (%) = 5,95

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

4.3.11 Atividade de polifenoloxidase (PFO) e de peroxidase (PO)

As atividades encontradas não corresponderam àquelas obtidas na literatura, devido, provavelmente, à metodologia empregada.

4.3.12 Vitamina C total

Não houve diferença significativa entre os teores de vitamina C das cultivares armazenadas em temperatura ambiente ($p > 0,05$). Os teores médios foram de 33,33 mg/100g para a cultivar Achat e 32,75 mg/100g para a cultivar Baraka (Tabela 22).

TABELA 22. Teores de vitamina C total (mg/100g) de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

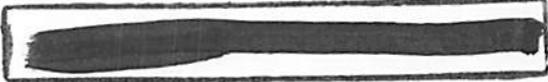
EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	33,59	32,02	32,80 b
50 MICRAS	33,61	33,39	33,50 a
75 MICRAS	32,89	31,74	32,32 b
100 MICRAS	33,22	33,86	33,54 a
MÉDIA	33,33	32,75	

CV(%) = 5,78

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

Verifica-se que os teores desta vitamina também não variaram em função dos tratamentos com embalagem. A interação entre cultivar e embalagem foi não significativa (Tabela 4B), ou seja, o efeito das embalagens foi o mesmo nas duas cultivares. No entanto, quando avaliados os teores médios de vitamina C para cada embalagem (Tabela 22), detectou-se que as embalagens de 50 e de 100 micras de espessura proporcionaram maiores teores de vitamina C. Este foi o motivo pelo qual o efeito de embalagens foi considerado significativo pelo teste de F (Tabela 4B).

As batatas são consideradas uma boa fonte de ácido ascórbico ou vitamina C, com valores médios nos tubérculos crus de cerca de 20 mg/100g com base no peso fresco (Augustin et al. 1975). Segundo McCay, McCay e Smith (1975), na América do Norte e na Europa as batatas contribuem com maior quantidade de vitamina C na dieta humana do que as frutas cítricas.



Embora reconhecidas ricas nesta vitamina, as frutas cítricas contribuem com um fornecimento nacional de vitamina C de apenas 18%, em comparação com os 20% fornecidos pela batata.

Os níveis de vitamina C encontrados no presente trabalho situaram-se acima dos valores médios registrados por Augustin et al. (1975) e compararam-se aos teores encontrados em fontes clássicas desta vitamina, tais como a laranja (30-65 mg/100g), o limão (30-55 mg/100g) e o abacaxi (25 mg/100g) (Vilela, Bacila e Tastaldin, 1978). Ressalta-se, porém, que no trabalho de Augustin et al. (1975) os resultados foram expressos em termos de ácido ascórbico e, no presente trabalho, foram expressos em termos de vitamina C total, que compreende o ácido ascórbico e o ácido dehidroascórbico, e isto justifica o fato de os níveis de vitamina C relatados aqui serem maiores do que os níveis encontrados pelo referido autor. Entretanto, como os tubérculos não são consumidos crus, parte desta vitamina é perdida pelos variados métodos de processamento existentes, sendo que alguns preservam mais os teores de vitamina C do que outros (Williams, Ross e Miller, 1995).

Houve uma perda de 23,7% nos teores de vitamina C da cultivar Achat e de 24,80% nos teores da cultivar Baraka (Figura 30) durante o armazenamento por 74 dias em temperatura ambiente, período no qual o comportamento das duas cultivares foram muito semelhantes, com valores máximos atingidos aos 25 e 21 dias, respectivamente, para as cultivares Achat e Baraka. A perda de ácido ascórbico em tubérculos frescos durante o armazenamento tem sido amplamente documentada. Shirokov e Makshin citados por McCay, McCay e Smith (1975) informaram que o conteúdo de ácido ascórbico dos tubérculos armazenados a 6, 4, 2 e 0°C decresceu rapidamente nos primeiros três meses, e gradualmente nos meses seguintes, aumentando levemente com o início do brotamento. Segundo o autor, o armazenamento a

0°C causou um decréscimo muito rápido no conteúdo de ácido ascórbico do que o armazenamento nas outras temperaturas.

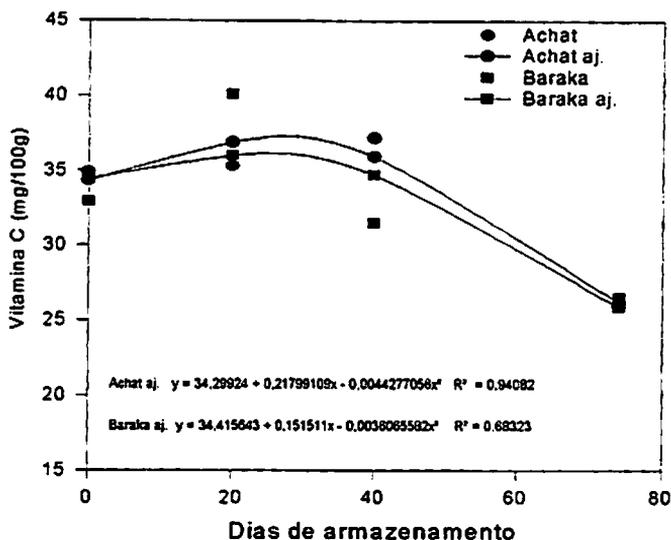


FIGURA 30. Curvas e equações de regressão para teores de vitamina C total de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Nos tubérculos armazenados em câmara fria também houve uma redução nos teores de vitamina C com o tempo de armazenamento (Figura 31), sendo que para a cultivar Baraka estas reduções foram lineares. Após 3 meses de armazenamento, estas perdas foram de 52,7% para a cultivar Achat e de 40,0% para a cultivar Baraka. Estes resultados concordam com os de Mc Cay, McCay e Smith (1975), que relataram que após o armazenamento de batatas por 3 meses, os teores de vitamina C caíram pela metade; após 6 meses os teores foram cerca de um terço dos conteúdos iniciais. Augustin et al.(1975) informaram que as variações nos níveis de ácido ascórbico oscilam entre 26

mg/100g no início do armazenamento e 9 mg/100g após 6 meses de armazenamento. Os autores não informaram as condições do armazenamento, mas subentende-se que seja em baixas temperaturas.

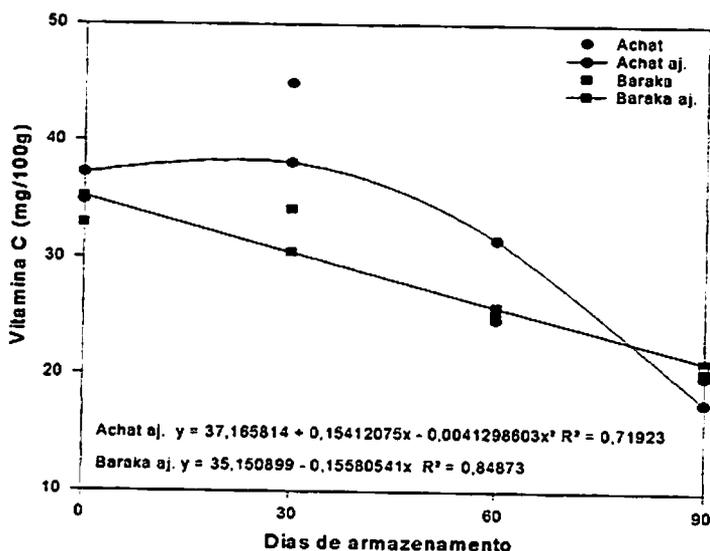


FIGURA 31. Curvas e equações de regressão para teores de vitamina C total de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

No armazenamento em baixa temperatura, os maiores teores de vitamina C foram registrados para a cultivar Achat, que obteve uma média de 31,09 mg/100g (Tabela 23), observando-se para a cultivar Baraka, uma média de 28,14 mg/100g, as quais foram consideradas diferentes estatisticamente ($p < 0,01$).

Quanto à utilização de filmes, observa-se que, para a cultivar Achat, os tubérculos embalados em filmes de polietileno mostraram maiores teores de vitamina C do que os tubérculos-controle (Tabela 23). Para esta cultivar, as

espessuras de 50 e 75 micras preservaram melhor a vitamina C, observando-se uma leve vantagem para a embalagem de 75 micras. No caso da cultivar Baraka, os tubérculos embalados em filmes de 50 micras apresentaram os maiores níveis desta vitamina.

TABELA 23. Teores de vitamina C total (mg/100g) de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	29,75 b A	28,50 ab A	29,12 ab
50 MICRAS	31,56 a A	29,07 a B	30,32 a
75 MICRAS	32,39 a A	27,82 ab B	30,11 ab
100 MICRAS	30,66 ab A	27,17 b B	28,92 b
MÉDIA	31,09 A	28,14 B	
CV(%) =6,53			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

O principal mecanismo que causa perda de vitamina C em alimentos é iniciado pela oxidação do ácido L-ascórbico pelo oxigênio (O_2), catalizada por íons Fe (III) e Cu (II). O produto, ácido dehidroascórbico, retém o potencial vitamínico, mas é rapidamente transformado em muitos compostos sem atividade (Liao e Seib, 1990). Os resultados aqui obtidos mostram que os tubérculos-controle apresentaram menores teores de vitamina C do que os tubérculos embalados, sugerindo que a redução dos níveis de oxigênio pelas

embalagens pode ter prevenido melhor as perdas de vitamina C nos tubérculos, excetuando-se os tubérculos da cultivar Baraka embalados em filmes de 75 micras, cujos teores foram considerados iguais aos dos tubérculos-controle.

4.4 Propriedades tecnológicas

4.4.1 Rendimento de fritura

Para esta variável, não houve interação entre cultivar e embalagem no armazenamento em temperatura ambiente (Tabela 5B), mostrando que em cada cultivar o comportamento das porcentagens de rendimento de fritura em função das embalagens foi o mesmo. Os valores médios dos rendimentos de fritura quando as cultivares foram armazenadas em temperatura ambiente estão representados na Tabela 24. Obseva-se que o maior rendimento foi obtido nos tubérculos-controle, e os menores, nos tubérculos armazenados em polietileno de 50 e 75 micras de espessura (valores médios). Este resultado está associado aos maiores valores de densidade e às maiores porcentagens de amido encontrados nos tubérculos sem embalagem, e também aos altos teores de matéria seca verificados neste tratamento, quando o armazenamento procedeu-se em temperatura ambiente.

Os maiores rendimentos de fritura dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente foram registrados na cultivar Baraka, sendo de 54,62% (Tabela 24). A cultivar Achat obteve uma média de 52,91%, a qual foi considerada estatisticamente diferente da primeira cultivar ($p < 0,01$). Estes resultados obtidos durante o armazenamento em temperatura ambiente são concordantes com os maiores valores de densidade, matéria seca e amido da

cultivar Baraka, variáveis que influenciam grandemente o rendimento do produto final.

TABELA 24. Porcentagens médias de rendimento de fritura de batatas em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	54,20	55,55	54,87 a
50 MICRAS	52,09	53,69	52,89 c
75 MICRAS	52,68	54,26	53,47 bc
100 MICRAS	52,67	54,99	53,83 b
MÉDIA	52,91 B	54,62 A	

CV(%) = 2,27

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento de fritura da cultivar Achat foi decrescente com o tempo de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 32), caindo linearmente, de 55,32% ao zero dia para 50% aos 74 dias, uma queda de 9,6% no rendimento até o final do período avaliado. A cultivar Baraka apresentou pequenas oscilações nesta variável, cujo comportamento não foi significativo, ou seja, o tempo de armazenamento não afetou o rendimento de fritura desta cultivar. Verifica-se ainda que a pequena queda de rendimento que a cultivar Baraka apresentou dos 20 aos 40 dias de armazenamento foi bem menor do que a queda apresentada pela cultivar Achat.

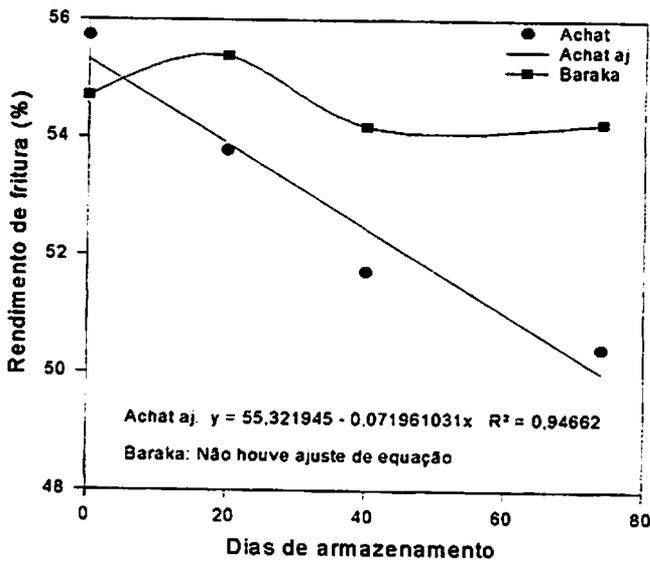


FIGURA 32. Comportamento da cultivar Baraka e curva e equação de regressão para porcentagens de rendimento de fritura da cultivar Achat em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Durante o armazenamento em câmara fria o rendimento de fritura da cultivar Achat decresceu (Figura 33), a exemplo do que ocorreu em temperatura ambiente, ressaltando-se que os decréscimos foram menos acentuados no armazenamento em baixas temperaturas. Estes decréscimos foram de 5,1% até o final do período avaliado, em contraste com os de 9,6% observados em temperatura ambiente. A cultivar Baraka mostrou aumentos no rendimento de fritura nos tubérculos armazenados até 41 dias, com ligeiros decréscimos posteriormente. As diferenças no rendimento das batatas processadas são atribuídas à qualidade do material cru, relacionadas principalmente às perdas pelo descascamento e acabamento. Isto depende, em parte, de algumas

características superficiais dos tubérculos - profundidade dos olhos, forma, tamanho e quantidade de doenças e danos. Além desses fatores externos, as diferenças nas porcentagens de matéria-seca são relevantes, principalmente no caso de batatas desidratadas e também dos “chips” e “fritas à francesa”, que são desidratados durante a fritura. No presente trabalho, as diferenças nos rendimentos de fritura podem ser atribuídas apenas à composição química e físico-química, já que a pesagem inicial tomou como base a matéria-prima pronta para o processamento.

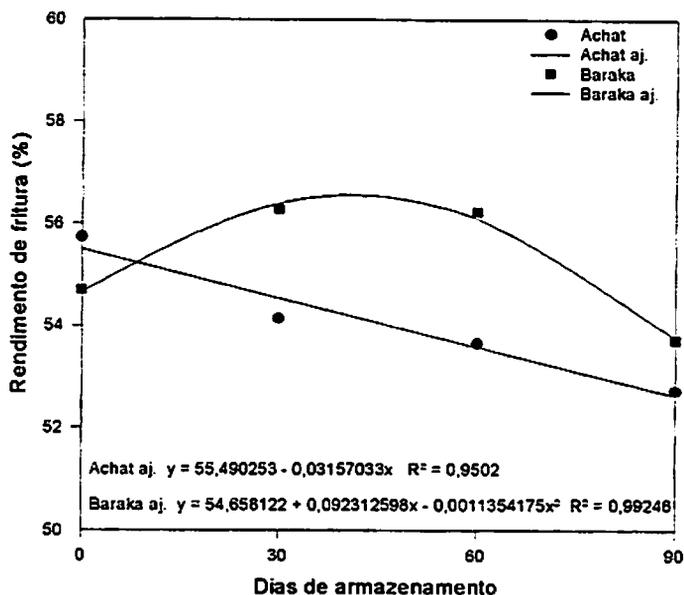


FIGURA 33. Curvas e equações de regressão para porcentagens de rendimento de fritura de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

Com relação ao efeito de embalagens, a cultivar Achat mostrou maior rendimento de fritura nos tubérculos-controle e naqueles embalados em filmes de 75 e 50 micras (Tabela 25). Estes resultados concordam com a maior densidade dos tubérculos-controle da cultivar Achat no armazenamento em câmara fria, salientando-se que, nestas condições, os teores de amido também foram altos nos tubérculos sem embalagem. Já a cultivar Baraka apresentou maior rendimento de fritura nos tubérculos embalados em 100 micras. Os rendimentos de fritura da cultivar Baraka armazenada em baixas temperaturas relacionaram-se mais com os teores de amido, que foram mais altos nos tubérculos embalados em filmes de 50 micras, já que não houve efeito de embalagens sobre a densidade dos tubérculos mantidos em câmara fria.

TABELA 25. Porcentagens médias de rendimento de fritura de batatas em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	54,31 a A	54,74 bc A	54,53 ab
50 MICRAS	54,22 a A	55,27 b B	54,75 ab
75 MICRAS	54,55 a A	54,00 c A	54,28 b
100 MICRAS	53,19 b B	57,02 a A	55,10 a
MÉDIA	54,07 B	55,26 A	

CV (%) = 1,89

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

4.4.2 Absorção de óleo

Durante o armazenamento em temperatura ambiente a porcentagem de absorção de óleo após a fritura dos tubérculos da cultivar Achat aumentou progressivamente até o final do período avaliado (Figura 34), elevando-se de 15,28% no tempo zero para 20,24% aos 74 dias, o que corresponde a um aumento de 32,46% na absorção de óleo. Estes aumentos acompanharam os decréscimos nos teores de amido com o tempo de armazenamento da cultivar Achat em temperatura ambiente. As porcentagens de absorção de óleo da cultivar Baraka aumentaram até os 40 dias, decrescendo em seguida, sem, no entanto, haver correspondência entre esta variável e os teores de amido no decorrer do período de armazenamento. Observa-se que a menor absorção de óleo foi verificada no tempo zero, nas duas cultivares. É importante salientar, também, que a cultivar Achat apresentou maior absorção de óleo do que a cultivar Baraka. Os valores médios foram de 17,29% para a cultivar Achat e de 14,28% para a Baraka (Tabela 26). Estes resultados estão coerentes com os maiores teores médios de amido e de matéria seca e com a maior densidade média da cultivar Baraka. Batatas com alto teor de matéria seca apresentam maior rendimento e menor taxa de absorção de óleo (Orr e Cash, 1991).

Segundo Baumann e Escher (1995), o consumo de óleo durante o processo de fritura está positivamente correlacionado com a temperatura do óleo, com o conteúdo de matéria seca da batata e com o inverso da espessura das tiras de batatas. Já que o consumo de óleo é controlado primariamente pelo tempo de residência na unidade de fritura, o conteúdo final de gordura será menor em mais altas temperaturas de óleo e em batatas com maior teor de matéria seca. No presente trabalho, o tempo de fritura e a temperatura do óleo foram fixados em 5 minutos a 185°C, respectivamente. Sendo assim, o consumo

de óleo dependeu exclusivamente dos teores de matéria seca das cultivares avaliadas.

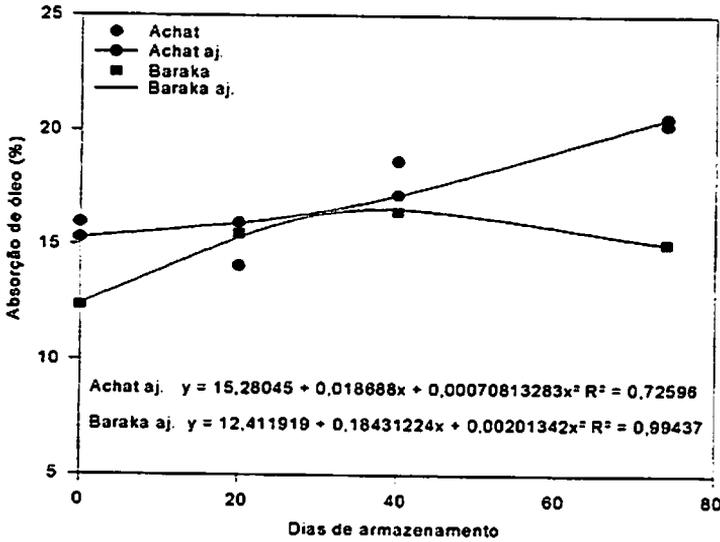


FIGURA 34. Curvas e equações de regressão para porcentagens de absorção de óleo de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Com relação ao efeito de embalagens dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente (Tabela 26), verifica-se que, para a cultivar Achat, as menores porcentagens de absorção de óleo foram observadas nos tubérculos embalados em filmes de 75 micras, sendo que os tubérculos-controle e aqueles embalados em filmes de 50 micras mostraram as taxas mais elevadas de absorção de óleo. Comparando-se a absorção de óleo com o rendimento de fritura dos tubérculos embalados em filmes de 75 micras (Tabela 24), verifica-se que nesta espessura foram registrados os maiores rendimentos de fritura e a menor absorção de óleo. Os tubérculos-controle e aqueles embalados em filmes

de 50 micras também apresentaram altos rendimentos, no entanto, a absorção de óleo foi alta. A cultivar Baraka, por sua vez, apresentou menor absorção de óleo nos tubérculos-controle e, entre os tubérculos embalados em filmes de polietileno, as taxas de absorção de óleo decresceram com o aumento da espessura da embalagem. Estes dados estão relacionados com a maior densidade e com os maiores níveis de amido e de matéria seca dos tubérculos-controle da cultivar Baraka armazenados em temperatura ambiente.

TABELA 26. Porcentagens médias de absorção de óleo de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	18,50 a	12,79 d	15,64 b
50 MICRAS	18,04 a	17,10 a	17,57 a
75 MICRAS	15,33 c	15,12 b	15,22 c
100 MICRAS	17,05 b	14,28 c	15,67 b
MÉDIA	17,23 A	14,83 B	
CV (%) =3,66			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

No armazenamento em câmara fria a cultivar Achat, novamente, apresentou maior absorção de óleo do que a cultivar Baraka, como pode ser visualizado na Tabela 27, com médias de 19,79% e de 14,98%, respectivamente. Se forem comparados os resultados aqui verificados com os obtidos em temperatura ambiente para esta variável, verifica-se que, após a fritura dos tubérculos armazenados em câmara fria, houve um aumento de 14,8% na porcentagem de absorção de óleo da cultivar Achat em relação às porcentagens obtidas em temperatura ambiente. No caso da cultivar Baraka este aumento foi irrisório, cerca de 1% apenas. Esta constatação é importante do ponto de vista econômico e nutricional. A absorção de óleo durante a fritura deve ser mínima, pois, quando excessiva, torna o alimento menos palatável, além de aumentar o custo de produção (Vakis, 1978). Em termos econômicos, uma menor absorção de óleo significa maiores lucros, já que o óleo utilizado no processamento é o fator que mais onera o produto final. Nutricionalmente, as tendências atuais determinam o consumo de alimentos de baixas calorias, o que inclui a ingestão de menores quantidades de óleos e gorduras. Esses resultados evidenciam mais uma característica positiva da cultivar Baraka, que parece ser mais adaptada ao armazenamento em baixas temperaturas do que a cultivar Achat. Durante a fritura, o amido é gelatinizado e desidratado, e parte da água dos tecidos é substituída por óleo. O óleo dos "chips" fica retido nas paredes celulares, espaços intercelulares e bolhas que se formam como resultado da separação das células, devido à expansão pelo vapor. Grande parte do óleo fica entre os grânulos de amido gelatinizado dentro das células. A água fracamente presa ao amido gelatinizado é removida durante a fritura. Nas "fritas à francesa" forma-se uma barreira de crosta seca, que impede a evaporação mais interior, e o resultado final é uma textura crocante por fora, e macia internamente (Reeve et al. 1968).

Quanto ao efeito da embalagem dos tubérculos armazenados em câmara fria (Tabela 27), observa-se que, para a cultivar Achat, os tubérculos-controle apresentaram as menores porcentagens de absorção de óleo, e entre aqueles embalados em filmes de polietileno, as porcentagens de absorção de óleo decresceram com o decréscimo da espessura. Estes resultados concordam com os maiores rendimentos de fritura observados nos tubérculos-controle e naqueles embalados em filmes de 50 e 75 micras quando a cultivar Achat foi armazenada em câmara fria. No caso da cultivar Baraka, as menores porcentagens de absorção de óleo dos tubérculos embalados em filmes de 50 micras estão associadas aos altos teores de amido destes tubérculos quando foram embalados em polietileno desta espessura, resultando, conseqüentemente, em um rendimento de fritura também elevado.

TABELA 27. Porcentagens médias de absorção óleo de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$) por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	18,97 c A	16,18 a B	17,58 a
50 MICRAS	19,74 b A	14,10 c B	16,92 c
75 MICRAS	19,78 b A	14,67 b B	17,23 b
100 MICRAS	20,68 a A	14,95 b B	17,82 a
MÉDIA	19,79 A	14,98 B	
CV (%) = 2,64			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

As porcentagens de absorção de óleo foram ascendentes com o tempo de armazenamento em câmara fria, para as duas cultivares, segundo uma regressão linear (Figura 35). Em função da crescente absorção de óleo com o tempo de armazenamento, os rendimentos de fritura caíram proporcionalmente, conforme mostra a Figura 35. Comparando-se as Figuras 33 e 35, percebe-se que a cultivar Achat, que absorveu maior porcentagem de óleo em relação à cultivar Baraka, obteve um menor rendimento de fritura, conforme já era esperado.

As porcentagens de absorção de óleo encontradas no presente trabalho, tanto nos tubérculos armazenados em temperatura ambiente quanto naqueles mantidos em câmara fria situaram-se dentro da faixa de variação encontrada por Reeve et al. (1968).

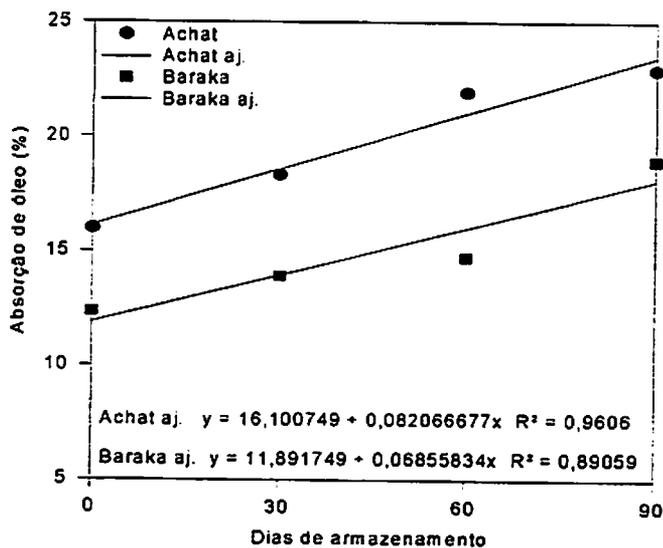


FIGURA 35. Curvas e equações de regressão para porcentagens de absorção de óleo de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

4.4.3 Cor desenvolvida após o processamento em “fritas à francesa”

Após a fritura das batatas cortadas em tiras e a avaliação visual da cor desenvolvida, verificou-se que, nos tubérculos armazenados em temperatura ambiente, a cultivar Baraka exibiu colorações sempre mais claras do que a cultivar Achat (Figura 36), mas o ajuste de equação para esta última cultivar não foi significativo. Observa-se que as notas mais baixas (correspondendo a cores mais claras) foram obtidas no tempo zero, para a cultivar Baraka, e aos 20 dias (dados observados) para a cultivar Achat.

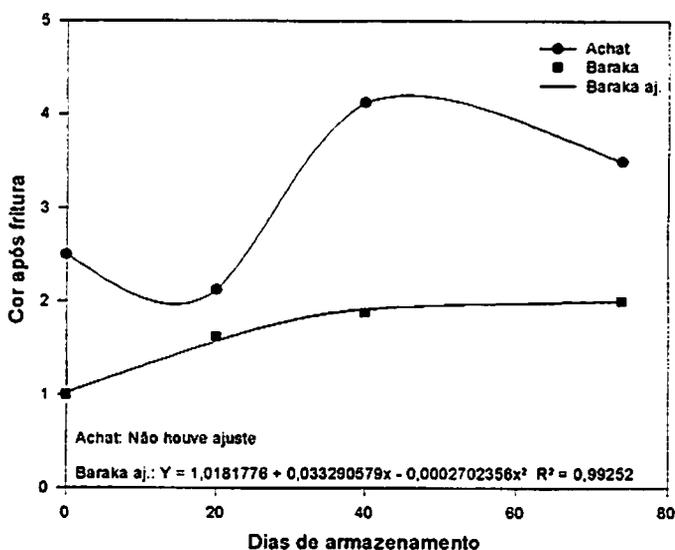


FIGURA 36. Comportamento da cultivar Achat e curva e equação de regressão para cor desenvolvida após a fritura dos tubérculos da cultivar Baraka em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Não houve efeito de embalagens no desenvolvimento de cor após a fritura dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente ($p>0,05$). Os valores médios desta variável para cada cultivar encontram-se na Tabela 28. Este fato, se considerado junto com os resultados verificados para os níveis de açúcares redutores dos tubérculos armazenados em condições ambientes, vem evidenciar que, nestas condições, o uso de filmes plásticos nas densidades avaliadas não acrescenta benefícios à cor do produto final.

TABELA 28. Valores médios das notas atribuídas ao desenvolvimento de cor após a fritura de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	2,94	1,50	2,22
50 MICRAS	3,31	1,81	2,56
75 MICRAS	2,81	1,50	2,16
100 MICRAS	3,19	1,69	2,44
MÉDIA	3,06 A	1,63 B	

CV (%) = 26,67

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Durante o armazenamento em câmara fria as notas para cor de fritura atribuídas às cultivares foram bem mais altas do que as reportadas em temperatura ambiente, conforme mostra a Figura 37. As curvas indicam um progressivo escurecimento da cor das batatas “fritas à francesa” até os 65 e 63

dias de armazenamento, respectivamente, para as cultivares Achat e Baraka, com uma leve queda até os 90 dias. Estes aumentos (escurecimentos) na cor após a fritura acompanharam os aumentos nos níveis de açúcares redutores que ocorreram nos tubérculos armazenados em câmara fria (Figura 8), os quais também apresentaram pequenos decréscimos após os 60 dias, coincidindo os decréscimos observados nas notas relativas à cor do produto processado.

A cultivar Achat, após a fritura, caracterizou-se por apresentar uma coloração mais escura do que a cultivar Baraka, a exemplo do que ocorreu em temperatura ambiente. No entanto, as notas obtidas para as duas cultivares a partir dos 30 dias de armazenamento ultrapassaram igualmente o limite aceitável para fritas à francesa, que é 4, numa escala de 1 a 7. Após 60 dias verificou-se que as notas para a cultivar Achat atingiram o limite máximo da escala (nota 7), sendo que a cultivar Baraka situou-se um pouco abaixo deste patamar.

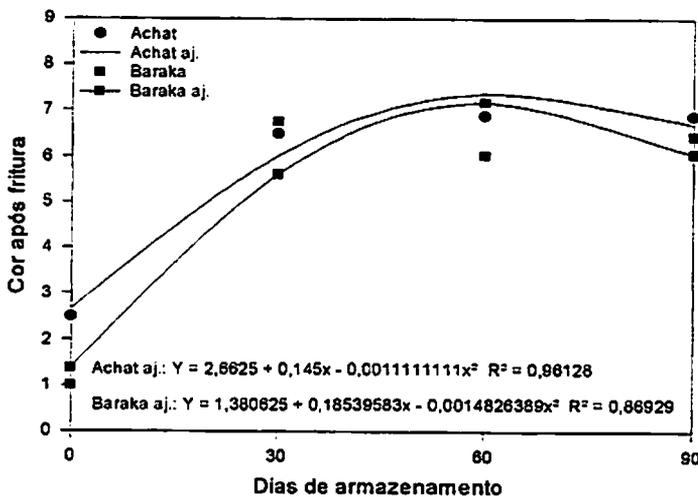


FIGURA 37. Curvas e equações de regressão para cor desenvolvida após a fritura dos tubérculos de duas cultivares de batata em função do tempo de armazenamento em câmara fria.

Não houve efeito de embalagens no desenvolvimento de cor após a fritura dos tubérculos armazenados em câmara fria. Os valores médios das notas atribuídas às cultivares em função das embalagens encontram-se na Tabela 29.

Pelos resultados, verifica-se que a embalagem das cultivares estudadas não promoveu o efeito esperado de redução dos níveis de açúcares acumulados nos tubérculos armazenados em baixas temperaturas. Outra hipótese é que as cultivares não sejam adequadas ao armazenamento em câmara fria, no que diz respeito única e exclusivamente ao acúmulo de açúcares redutores.

Constata-se, portanto, que a utilização de filmes de polietileno, nas espessuras avaliadas, tanto no armazenamento em temperatura ambiente como no armazenamento em câmara fria, não teve influência positiva na cor observada após a fritura à francesa dos tubérculos embalados.

TABELA 29. Valores médios das notas atribuídas ao desenvolvimento de cor após a fritura de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controlados armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	5,69	5,31	5,50
50 MICRAS	5,75	5,00	5,38
75 MICRAS	5,56	4,94	5,38
100 MICRAS	5,75	5,00	5,25
MÉDIA	5,69 A	5,06 B	

CV (%) = 11,98

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos sob as condições experimentais do presente trabalho, podem estabelecer-se as seguintes conclusões:

- No armazenamento de batatas em temperatura ambiente, objetivando-se menor acúmulo de açúcares, maior densidade e maiores porcentagens de matéria seca e de amido dos tubérculos, a utilização de embalagens é contra-indicada.
- Em temperatura ambiente os tubérculos-controle da cultivar Baraka exibiram maior densidade, maiores teores de amido e menor absorção de óleo após a fritura, em relação aos tubérculos da cultivar Achat. Estes fatores provavelmente contribuíram para o maior rendimento após o processamento dos tubérculos da cultivar Baraka.
- No armazenamento em câmara fria a utilização de filmes mostrou, em alguns casos, resultados favoráveis. Os tubérculos da cultivar Baraka armazenados sob refrigeração e embalados em filmes de 50 micras apresentaram maiores teores de vitamina C e de amido, menores teores de açúcares redutores e totais, menor atividade de PME e menor absorção de óleo em relação aos tubérculos-controle e àqueles embalados em polietileno nas demais espessuras avaliadas. As embalagens promoveram menores acúmulos de açúcares totais na cultivar Achat, independentemente da

espessura das mesmas, em comparação com os tubérculos-controle. Já os teores de amido da cultivar Achat foram maiores quando os tubérculos foram embalados em filmes de 75 micras.

- Não houve influência dos teores de pectina solúvel e total e das porcentagens de solubilização de pectinas sobre a textura dos tubérculos crus nas duas cultivares avaliadas.
- Houve perda de ácido ascórbico e aumento dos teores de compostos fenólicos com o tempo de armazenamento nas duas temperaturas avaliadas. Para o processamento em fritas à francesa, obtiveram-se melhores resultados quando utilizaram-se tubérculos recém-colhidos. O armazenamento, tanto em temperatura ambiente quanto em câmara fria, aumentou a absorção de óleo, tendeu a diminuir o rendimento de fritura e prejudicou a cor dos produtos processados.
- As cores das batatas após a fritura aumentaram em função das duas temperaturas de armazenamento, mas foram aceitáveis no armazenamento em temperatura ambiente e inaceitáveis no armazenamento em câmara fria. As notas atribuídas à cultivar Achat, mesmo apresentando menores níveis de açúcares redutores em câmara fria, foram sempre mais altas (maior escurecimento) do que as da cultivar Baraka.
- As embalagens de polietileno não tiveram efeito na redução dos níveis de açúcares acumulados em baixa temperatura e, conseqüentemente, não promoveram cores de fritura aceitáveis nos tubérculos oriundos da câmara fria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 1996. 435p.
- ANONYMOUS. USDA Color standart for frozen french fried potatoes. Baltimore: Kollmorgen Corporation, 1988. 4ed. Munsell Color.
- ANZALDÚA-MORALES, A.; BOURNE, M. C.; SHOMER, I. Cultivar, specific gravity and location in tuber affect puncture force of raw potatoes. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 57, n.6, p.1353-1356, Nov./Deç. 1992.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 11 ed. Washington: AOAC, 1970. 1015 p.
- Ap REES, T.; DIXON, W. L.; POLLOCK, C. J.; FRANKS, F. Low temperature sweetening of higher plants. In: FRIEND, J.; RHODES, M. J. C. (eds). *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*. London: Academic Press, 1981. Cap. 2, p. 41-61.
- AUGUSTIN, J.; Mc DOLE, R. E.; Mc MASTER, G. M.; PAINTER, C. G.; SPARKS, W. C. Ascorbic acid content in Russet Burbank potatoes. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 40, n.2, p.415-416, Mar./Apr., 1975.
- AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Livraria Nobel, 1993. 114 p.
- AWAD, M.; YOUNG, R. E. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase and pectinmethylesterase in Avocado (*Persea americana* Mill cv. Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. *Plant Physiology*, Baltimore, v.64, n.2, p.306-308, Aug. 1979.

- AZEREDO, R. M. C. de. Estudo de oito clones e duas variedades de Batata (*Solanum tuberosum* L) e sua aplicação ao processamento de fritas do tipo "chips". Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1982. 58 p. (Tese de Mestrado).
- BAMBERG, J. B.; PALTA, J. P.; PETERSON, L. A.; MARTIN, M.; KRUEGER, A. R. Screening potato species germplasm for tuber Calcium. *American Potato Journal*, Orono, v.72, n.10, p.613, Oct. 1995.
- BARTLEY, I.M.; KNEE, M. The chemistry of textural changes in fruit during storage. *Food Chemistry*, London, v.9, n.7, p.47-58, May 1982.
- BAUMANN, B.; ESCHER, F. Mass and heat transfer during deep-frying of potato slices. I. Rate of drying and oil uptake. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v.28, n.4, p.395-403, 1995.
- BETTELHEIM, F. A.; STERLING, C. Factors associated with potato texture. I. Specific gravity and starch content. *Food Research*, Illinois, v.20, p.71-77, 1955.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry*, New York, v.4, p. 330-334, 1962.
- BORGSTROM, G. Principles of Food Science. Connecticut: Food and Nutrition Press, 1976. v.1, 2 ed., 397p.
- BRIERLEY, E.R.; BONNER, P.L.; COBB, A.H. Factors influencing the free amino acid content of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers during prolonged storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.70, n.4, p.515-525, Apr. 1996.
- BRUNE, S. Descrição e competição de clones de batateira. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1979. 61p. (Tese de Mestrado).
- BURG, P.; FRAILE, P. Vitamin C destruction during the cooking of a potato dish. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v.28, n.5, p.506-514, 1995.
- BURTON, W.G. *The Potato*. New York: Longman, 1989. 742p.

- CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.14-18, maio 1995.
- CANÉCCHIO FILHO, V. **Cultura da batatinha**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 42 p.
- CARVALHO, R.; TRAVAGLINI, D. A.; MATSURA, P. T.; CABRAL, A.C.D.; MORI, E.E.M. Comportamento das variedades Bintje e Radosa na obtenção de flocos de batatinha e fritas do tipo "chips". **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.54, p.135-152, nov./dez. 1977.
- CHALOM, S.; ELREZZI, E.; PEÑA, P.; ASTIARSARÁN, I.; BELLO, J. Composition of sulfited potatoes: Comparison with fresh and frozen potatoes. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.47, p.133-138, 1995.
- CIP. Annual Report. **Manejo poscosecha y marketing**. Programa 6. Cali, 1992. p.125-148.
- COFFIN, R. H.; YADA, R. Y.; PARKIN, K. L.; GRODZINSKI, B.; STANLEY, D. W. Effect of low temperature storage on sugar concentrations and chip color of certain processing potato cultivars and selection. **Journal of Food Science**, Chicago, v.52, n.3, p.639-645, May/June 1987.
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1993. 1095p.
- FERHMAN, H.; DIAMOND, A. E. Peroxidase activity and phytophthora resistance in different organs of the potato plant. **Phytopathology**, Lancaster, v.57, p. 69-72, 1967.
- FONG, S. F.; REDSHAW, E. S. A simple device for determination of potato tuber specific gravity. **American Potato Journal**, Orono, v.50, n.7, p.254-256, July 1973.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Yearbook Production. Rome, 1996. v.50, n.35, 235p. (FAO Statistic Series, 135).**
- FILGUEIRAS, F.A.R. Manual de Olericultura: Cultura e comercialização de hortaliças. v. II. Olericultura especial. 2 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1982. 357p.**
- FILGUEIRAS, H.A.C. Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco 'alcobaça'. Lavras: UFLA, 1996. 118p. (Tese de Doutorado).**
- GICHOHL, E. G.; PRITCHARD, M. K. Storage temperature and maleic hydrazide effects on sprouting, sugars, and fry color of Shepody potatoes. American Potato Journal, Orono, v. 72, n.12, p. 737-747, Dec. 1995.**
- GIOVANNONI, J. J.; DELLPENNA, D.; BENNETT, A. B.; FISCHER, R.L. Expression of a chimeric polygalacturonase gene in transgenic rin (ripening inhibitor) tomato fruit results in polyuronide degradation but not fruit softening. The Plant Cell, Rockville, v.1, n.1, p.53-63, Jan. 1989.**
- GOSSELIN, B.; MONDY, N.I. Effect of packing materials on the chemical composition of potatoes. Journal of Food Science, Chicago, v.54, n.3, p.629-631, May/June 1989.**
- GROSS, K. C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. Phytochemistry, Oxford, v.23, n.11, p.2457-2461, Nov. 1984.**
- HERRMAN, T. J. Influence of crop management factors on chipping potato maturity and storage processing performance. Journal of the Science of Food and Agriculture, Oxford, v.68, n.1, p.51-58, May 1995.**
- 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, Amsterdam, v.10, p.67-79, 1997.**

- HOPE, G.W.; MacKAY, D. C.; TOWNSEND, L. R. The effect of harvest date and rate of nitrogen fertilization on the maturity, yield and chipping color. *American Potato Journal*, New Brunswick, v.37, p.28-33, Jan. 1960.
- HOSSAIN, M. J.; BHUIYAN, M.K.R.; ZAKARIA, M.; RASHID, M.M. Evaluation of some British potato varieties for keeping quality under natural storage conditions in Bangladesh. *Tropical Science*, London, v. 35, p. 113-120, 1995.
- HUGHES, J. C. Factors influencing the quality of ware potatoes. 2. Environmental factors. *Potato Research*, Wageningen, v.17, p.512-547, 1974.
- IRITANI, W. M.; WELLER, L.D. Changes in sucrose and reducing sugar contents of Kennebec and Russet Burbank tubers during growth and postharvest handling temperatures. *American Potato Journal*, Orono, v.54, n.8, p.395-405, Aug. 1977.
- ISHERWOOD, F. A. Starch-sugar interconversion in *Solanum tuberosum*. *Phytochemistry*, Oxford, v.15, n.1, p.33-41, Jan. 1976.
- JANDEL SCIENTIFIC. User's Manual, versão 2.0. California: Jandel Scientific, 1991. 280 p.
- JASWAL, A. S. Texture of french fried potato: quantitative determinations of non-starch polysaccharides. *American Potato Journal*, Orono, v.68, n.3, p.171-177, Mar. 1991.
- JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolitic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science*, Chicago, v.49, n.4, p.1085-1087, Mar./Apr. 1984.
- KADER, A.A. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: KADER, A. A. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California: University of California, 1992, p.191-200.
- KINCAL, N. S.; GIRAY, Ç. Kinetics of ascorbic acid degradation in potato blanching. *International Journal of Food Science and Technology*, London, v.22, n.3, p.249-254, June 1987.

- KLEINKOPF, G.E.** Early season storage. *American Potato Journal*, Orono, v.72, n.8, p. 449-462, Aug. 1995.
- LESZKOWIAT, M. J.; BARICHELLO, V.; YADA, R. Y.; COFFIN, R. H.; LOUGHEED, E. C.; STANLEY, D. W.** Contribution of sucrose to nonenzymatic browning in potato chips. *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.1, p.281-284, Jan./Feb. 1990.
- LIAO, M-L; SEIB, P. A.** A stable form of vitamin C: L-ascorbate 2-triphosphate. Synthesis, isolation, and properties. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v.38, n.2, p.355-366, Feb. 1990.
- LOH, J.; BREENE, W. M.** Between-species differences in fracturability loss: comparison of the thermal behaviour of pectic and cell wall substances in potato and chinese water chestnut. *Journal of Texture Studies*, Westport, v.13, n.4, p.381-396, Dec. 1982.
- LOW, N.; JIANG, B.; DOKHANT, S.; PALCIC, M. M.** Redution of glucose content in potatoes with glucose oxidase. *Journal of Food Science*, Chicago, v.54, n.1, p.118-121, Dec. 1989.
- LULAI, E. C.; ORR, P. H.** Influence of potato specific gravity on yield and oil content of chips. *American Potato Journal*, Orono, v.56, n.8, p.379-390, Aug. 1979.
- LULAI, E.C.; ORR, P.H.** Quality-testing facilities for grower use at the potato research laboratory. *American Potato Journal*, Orono, v.57, n.12, p.622-628, Dec. 1980.
- LYNCH, D. R.; FOROUD, N.; KOZUB, G. C.; FARRIS, B. C.** The effect of moisture stress at three growth stages on the yield, components of yield and processing quality of eight potato varieties. *American Potato Journal*, Orono, v.72, n.6, p.375-385, June 1995.
- McCAY, C. M.; McCAY, J. B.; SMITH, O.** The nutritive value of potatoes. In: **TALBURT, W.F.; SMITH, O. (ed).** *Potato Processing*. 3 ed. Westport: The Avi Publishing, 1975. p.67-125.

- MATHEW, A. G.; PARPIA, H.A.B. Food browning as a polyphenol reaction. In: CHICHESTER, C. O.; MRAK, E. M.; STEWART, G. F. (eds.). *Advances in Food Research*. New York: Academic Press, 1971. v.19, p.75-145.
- McCOLLUM, T. G.; HUBER, D. J.; CANTLIFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmellon fruit softening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.76, n..3, p.303-308, May 1989.
- McCOMBER, D.; LOHNES, R.; OSMAN, E. Duple direct shear test for potato texture. *Journal of Food Science*, Chicago, v.52, n.5, p.1302-1304, Sept./Oct. 1987.
- McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extractions and determination of total pectic materials. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 24, n.12, p. 1986-1988, Dec. 1952.
- McDOLE, R. E.; STALLKNECHT, G. F.; DWELLE, R. B.; PAVEK, J. J. Responses of four potato varieties to potassium fertilization in a seed growing area of Eastern Idaho. *American Potato Journal*, Orono, v.55, n.9, p.495-504, Sept. 1978.
- MENEZES, J.B. *Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento*. Lavras: UFLA, 1996. 157 p. (Tese de doutorado).
- MENEZES, J. B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; CARVAHO, H. A. de. *Qualidade pós-colheita do melão Amarelo 'Agroflora 646'*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.13, n.1, p.150-153, maio 1995.
- MISHKIN, M.; SAGUY, I.; KAREL, M. A dynamic test for kinetic models of chemical changes during processing: ascorbic acid degradation in dehydration of potatoes. *Journal of Food Science*, Chicago, v.49, n.5, p.1267-1274, Sept./Oct. 1984.
- MONDY, N.I.; CITANDRA,S.; EVANS,W.D. Enzymatic discoloration and phenolic content of potato tubers from cultivars resistant and susceptible to the golden nematodes. *American Potato Journal*, Orono, v.62, n.5, p.207-213, May 1985.

- MORALES, W. R. J. Teores de α -chaconina e α -solanina em tubérculos de quatro variedades de batata submetidas aos efeitos da luz, refrigeração e fritura. Viçosa, MG: UFV, 1987. 66p. (Tese de Mestrado).
- MUNETTA, P. Comparisons of inhibitors of tyrosine oxidation in the enzymatic blackening of potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.58, n.2, p.85-92, Feb. 1981.
- NAGEL, C. W.; PATTERSON, M. E. Pectic enzymes and development of the pear (*Pyrus communis*). *Journal of Food Science*, Chicago, v.32, n.3, p.294-297, May/June 1967.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v.153, p.375-390, 1944.
- NONAKA, M. The textural quality of cooked potatoes. I. The relationship of cooking time to the separation and rupture of potato cells. *American Potato Journal*, Orono, v.57, n.4, p. 141- 149, Apr. 1980.
- NONAKA, M.; TIMM, H. Textural quality of cooked potatoes: II. Relationship of steam cooking time to cellular strength of cultivars with similar and differing solids. *American Potato Journal*, Orono, v.60, n.9, p.685-692, Sept. 1983.
- 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*, Stuttgart, v.145, p.335-341, 1995.
- OHAD, I.; FRIEDBERG, I.; NE'MAN, Z.; SCHRAMM, M. Biogenesis and degradation of starch. I. The fate of the amyloplast membranes during maturation and storage of potato tubers. *Plant Physiology*, Baltimore, v.47, n.4, p.465-477, Apr. 1971.
- ORR, P. H.; CASH, J. N. Potatoes and potato processing. In: HUI, Y. H. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Connecticut: John Wiley, 1991. v.3, p.2132-2136.

- PAIVA, E.A.S.; CASALI, V.W.D.; SILVA, E.A.M.; MARTINEZ, H.E.P.; CECON, P.R.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses de cálcio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, maio 1997.
- PANG, C.H.; SCANLON, M.G. Mechanical properties of the parenchyma of potato (*Solanum tuberosum* cv. Russet Burbank). *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.74, n.6, p.859-869, June 1996.
- PARKIN, K.L.; SCHWOBE, M.A. Effects of low temperature and modified atmosphere on sugar accumulation and chip color in potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.5, p.1341-1344, Sept./Oct. 1990.
- PASCHOALINO, J.E.; FERREIRA, V.L.P.; POMPEU, R.M. Aptidão das variedades de batatinha Bintje e Radosa para processamento de fritas à francesa congeladas e purê congelado. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.6, p.431-444, dez. 1975.
- PEREIRA, A da S.; COFFIN, R. H.; YADA, R. Y.; MACHADO, V. S. Inheritance patterns of reducing sugars in potato tubers after storage at 12°C and 4°C followed by reconditioning. *American Potato Journal*, Orono, v.70, n.1, p. 71-76, Jan. 1993.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. São Paulo: Nobel, 1990. 13 ed., 468p.
- PONTING, J.D. The control of enzymatic browning of fruits. In: SCHULTZ, H.W. *Food Enzymes*. Connecticut: The Avi Publishing, 1960. p.105-124.
- PONTING, J. D.; JOSLYN, M. A. Ascorbic acid and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, v.19, p.47-63, 1948.
- PRESSEY, R. Cell wall compositions and enzymes of potatoes, jicamas and chinese water chestnuts. *Journal of Food Biochemistry*, Trumbull, v.17, n.2, p.85-95, Apr. 1993.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of the exopolysaccharuronase and endopolysaccharuronase from peaches. *Plant Physiology*, Baltimore, v.52, p.252-256, 1973.

- PRITCHARD, M.K.; ADAM, L.R. Relationships between fry color and sugar concentration in stored Russet Burbank and Shepody potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.71, n.1, p.59-69, Jan. 1994.
- PRITCHARD, M.K.; ADAM, L.R. Preconditioning and storage of chemically immature Russet Burbank and Shepody potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.69, n.12, p.805-815, Dec. 1992.
- QUARMBY, A.R. Determining the radial distribution of specific gravity within potato tubers. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.2, p.509-514, Mar./Apr. 1981.
- REDSHAW, E. S.; FONG, S. F. A specific gravity calculator. *American Potato Journal*, Orono, v.49, n.9, p.349-351, Sept. 1972.
- REEVE, R.M. A review of cellular structure, starch, and texture qualities of processed potatoes. *Economic Botany*, Cambridge, v.21, n.4, p.294-308, Oct./Dec. 1967.
- REEVE, R.M.; BOYLE, F.P.; FEINBERG, B.; NOTTER, G.K. Deterioration of frozen par-fried potatoes upon holding after thawing: objective color measurements and fat absorption. *Food Technology*, Illinois, v.22, n.2, p.91-93, Feb. 1968.
- REIS JÚNIOR, R. dos A.; FONTES, P.C. Qualidade de tubérculos de batata cv. Baraka em função de doses da adubação potássica. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.2, p.170-174, nov. 1996.
- RICHARDSON, D. L.; DAVIES, H. V.; ROSS, H. A.; MACKAY, G. R. Invertase activity and its relation to hexose accumulation in potato tubers. *Journal of Experimental Botany*, London, v.41, n.222, p.95-99, Jan. 1990.
- RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; WROLSTAD, R. E. Influence of potato composition on chip color quality. *American Potato Journal*, Orono, v.74, n.2, p.87-106, Mar./Apr. 1997.
- SAGUY, I.; KOPELMAN, I. J.; MIZRAHI, S. Simulation of ascorbic acid stability during heat processing and concentration of grapefruit juice. *Journal of Food Process and Engineering*, Westport, v.2, p.213-225, 1978.

- SANTERRE, C.R.; CASH, J.N.; CHASE, R.W. Influence of cultivar, harvest-date and soil nitrogen on sucrose, specific gravity and storage stability of potatoes grown in Michigan. *American Potato Journal*, Orono, v. 63, n.2, p. 99-110, Feb. 1986.
- SAPERS, G. M.; DOUGLAS, F. W.; BILYK Jr., A.; HSU, F.; DOWER, H. W.; GARZARELLA, L.; KOZEMPEL, M. Enzimatic browning in Atlantic potatoes and related cultivar. *Journal of Food Science*, Chicago, v.54, n.2, p.362-365, Mar./Apr. 1989.
- SCHIPPERS, P.A. The relationship between specific gravity and percentage of dry matter in potato tubers. *American Potato Journal*, Orono, v.53, n.4, p.111-122, Apr. 1976.
- SCHWOBE, M. A.; PARKIN, K. L. Effect of low temperature and modified atmosphere on sugar accumulation in potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, Westport, v.14, n.3, p.241-252, June 1990.
- SCHACKEL, K. A.; GREVE, L. C.; LABAVITCH, J. M.; AHMAD, H. Cell turgor changes associated with ripening in tomato pericarp tissue. *Plant Physiology*, Baltimore, v.97, n.2, p.814-816, Oct. 1991.
- SGARBIERI, V. C. *Alimentos e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. Campinas: Unicamp, 1987. 387 p.
- SHEWLFELT, A. L.; BROWN, D. R.; TROOP, K. D. The relationship of mealiness in cooked potatoes to certain microscopic observations of the raw and cooked product. *Canadian Journal of Agricultural Science*, Ottawa, v.35, n.6, p.513-517, Nov./Dec. 1955.
- SHERMAN, M.; EWING, E. E. Effects of temperature and low oxygen atmosphere on respiration, chip color, sugars and malate of stored potatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.108, n.1, p.129-133, Jan. 1983.
- SHETTY, K. K.; DWELLE, R. B.; FELLMAN, J. K. Sensory and cooking quality of individually film wrapped potatoes. *American Potato Journal*, Orono, v.69, n.4, p.275-286, Apr. 1992.

- SHOCK, C. C.; STIEBER, T. D.; ZALEWSKI, J. C.; ESDREDGE, E. P.; LEWIS, M.D. Potato tuber stem-end fry color determination. *American Potato Journal*, Orono, v.71, n.2, p. 77-88, Feb. 1994.
- SILVA, D.J. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1990. 2 ed., 165p.
- SIMMONDS, N. W. Dry matter content of potatoes in relation to country of origin. *Potato Research*, Wageningen, v.17, p.178-186, 1974.
- SIMMONDS, N.W. Relations between specific gravity, dry matter content and starch content of potatoes. *Potato Research*, Wageningen, v.20, p.137-140, 1977.
- SINHA, N.K.; CASH, J.N.; CHASE, R.W. Differences in sugars, chip color, specific gravity and yield of selected potato cultivars growing in Michigan. *American Potato Journal*, Orono, v.69, n.6, p. 385-389, June 1992.
- SMITH, O. Effect of cultural and environmental conditions on potatoes for processing. In: TALBURT, W.F.; SMITH, O. (eds.). *Potato Processing*. 3ed. Westport: The Avi Publishing, 1975. Cap.4, p.67-125.
- SOUTHGATE, D. A. T. *Determination of foods carbohydrates*. London: Elsevier Applied Science, 1991. 232p.
- SOWOKINOS, J. R. Maturation of *Solanum tuberosum*. I. Comparative sucrose and sucrose synthetase levels between several good and poor processing varieties. *American Potato Journal*, Orono, v.50, n.7, p.234-247, July 1973.
- STERLING, C.; BETTELHEIM, F. A. Factors associated with potato texture. III. Physical attributes and general conclusions. *Food Research*, Illinois, v.20, n.1, p.130-137, Jan./Feb. 1955.
- STROHECKER, R.; HENNING, H. M. *Análisis de vitaminas, modos comprobados*. Madrid: Paz Montavalvo, 1967. 428p.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. C. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.10, p.63-68, Jan. 1959.

- TALBURT, W. F.; SCHWIMMER, S.; VURR, H. K. Structure and chemical composition of the potato tuber. In: TALBURT, W.R.; SMITH, O. (eds.). **Potato Processing**. 3 ed. Westport: The Avi Publishing, 1975. Cap.2, p.11-42.
- THILL, C.A.; PELOQUIN, S. A breeding method for accelerated development of cold chipping clones in potato. *Euphytica*, Dordrecht, v.84, n.1, p.73-83, Aug. 1995.
- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. 454p.
- VAKIS, N. J. Specific gravity, dry matter content and starch content of 50 cultivars grown under Cyprus conditions. *Potato Research*, Wageningen, v.21, p.171-181, 1978.
- VILELA, G. G.; BACILA, N.; TASTALDI, H. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978. 4 ed., 180 p.
- WARREN, D. S.; GRAY, D.; WOODMAN, J. S. Relationship between chemical composition and breakdown in cooked potato tissue. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.26, n.11, p.1689-1897, Nov. 1975.
- WESTERMANN, D. T.; JAMES, D. W.; TINDALL, T. A.; HURST, R. L. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch. *American Potato Journal*, Orono, v. 71, n.7, p. 433-453, July 1994.
- WILLIAMS, P.G.; ROSS, H.; MILLER, J.C.B. Ascorbic acid and 5-methyl-tetrahydrofolate losses in vegetables with cook/chill or cook/hot-hold foodservice systems. *Journal of Food Science*, Chicago, v.60, n.3, p.541-546, May/June 1995.
- WISLER, J. R.; FREE, A. H. Simplified test system for measuring reducing sugar in potatoes. *Food Technology*, Illinois, v.22, n.2, p.98-101, Feb. 1968.

- WILSON, A. M.; WORK, T. M.; BUSHWAY, A. A.; BUSHWAY, R. J.**
HPLC determination of fructose, glucose, and sucrose in potatoes. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 46, n.1, p.300 - 301, Jan./Feb. 1981.
- YOUNG, D. A.; VOISEY, P.W.; DIXON, N.** A specific gravity calculator for potatoes. ***American Potato Journal*, Orono, v. 41, p.349-351, 1964.**
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.** **SANEST - Sistema de análise estatística: Manual do usuário. Pelotas: UFPel., 1992. 102p.**

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Valores médios de densidade de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e dos tubérculos-controle, armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.	138
TABELA 2A	Porcentagens médias de amido em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias, de duas cultivares de batata embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura.	139
TABELA 3A	Porcentagens médias de amido em função do tempo de armazenamento em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias, de duas cultivares de batata embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura.	140

ANEXO B**Página**

TABELA 1B	Resumo das análises de variância referentes à densidade, textura (N) e matéria seca (%) dos tubérculos de duas cultivares de batata sem embalagem e embalados em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR) por 0, 30, 60 e 90 dias.	141
TABELA 2B	Resumo das análises de variância referentes às porcentagens de açúcares redutores, não redutores e totais e amido de duas cultivares de batata sem embalagem e embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenadas em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR) por 0, 30, 60 e 90 dias.	142
TABELA 3B	Resumo das análises de variância referentes à pectina total (mg/100g), pectina solúvel (mg/100g), porcentagem de solubilização de pectinas e atividade de pectinametilesterase (nmols/g de tecido/min) - PME - dos tubérculos de duas cultivares de batata sem embalagem e embalados em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR) por 0, 30, 60 e 90 dias.	143
TABELA 4B	Resumo das análises de variância referentes aos compostos fenólicos (mg/100g) e à vitamina C total (mg/100g) dos tubérculos de duas cultivares de batata sem embalagem e embalados em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR) por 0, 30, 60 e 90 dias.	144

TABELA 5B Resumo das análises de variância referentes ao rendimento de fritura (%), absorção de óleo (%) e cor desenvolvida após a fritura dos tubérculos de duas cultivares de batata sem embalagem e embalados em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% de UR) por 30, 60 e 90 dias.

145

TABELA 1A. Valores médios de densidade de duas cultivares de batata em função das embalagens em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura dos tubérculos-controle, armazenados em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias.

EMBALAGEM	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
CONTROLE	1,0506 B	1,0631 A	1,0568 a
50 MICRAS	1,0486 B	1,0614 A	1,0550 b
75 MICRAS	1,0490 B	1,0605 A	1,0547 b
100 MICRAS	1,0488 B	1,0613 A	1,0551 b
MÉDIA	1,0492 B	1,0616 A	

CV (%) = 0,24

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

TABELA 2A. Porcentagens médias de amido em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias, de duas cultivares de batata embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura.

DIAS DE ARMAZENAMENTO	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
0	9,67 B	10,80 A	10,24
20	7,98 B	8,57 A	8,28
40	8,57 B	11,65 A	10,11
74	7,09 B	9,94 A	8,52
MÉDIA	8,33 B	10,24 A	
CV(%) = 6,44			

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

TABELA 3A. Porcentagens médias de amido em função do tempo de armazenamento em câmara fria por 0, 30, 60 e 90 dias, de duas cultivares de batata embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura.

DIAS DE ARMAZENAMENTO	CULTIVAR		MÉDIA
	ACHAT	BARAKA	
0	9,67 A	9,67 A	9,67
30	7,45 B	10,54 A	9,00
60	7,20 B	9,24 A	8,22
90	9,18 B	12,06 A	10,62
MÉDIA	8,37 B	10,38 A	
CV(%) = 7,14			

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em $p < 0,05$.

TABELA 1B. Resumo das análises de variância referentes à densidade, textura (N) e matéria seca (%) dos tubérculos de duas cultivares de batata sem embalagem e embalados em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenados em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria (8±1°C e 90-95% UR) por 0, 30, 60 e 90 dias.

QUADRADOS MEDIOS E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA		DENSIDADE			TEXTURA			MATÉRIA SECA			
Fonte de Variação	GL	Ambiente	Câmara Fria	Ambiente	Câmara Fria	Ambiente	Câmara Fria	Ambiente	Câmara Fria	Câmara Fria	
Cultivar (C)	1	275,45 **	756,50 **	11,07 **	19,23 **	170,19 **	94,05 **	3,12 *	2,68 ns	7,07 **	
Tempo de Arm. (T)	3	3,12 *	2,68 ns	7,07 **	3,02 *	7,30 **	111,93 **	6,86 **	4,78 **	1,09 ns	
Embalagem (E)	3	6,86 **	4,78 **	1,09 ns	7,43 **	4,02 **	0,66	5,22 **	1,51 ns	14,83 **	
C x T	3	5,22 **	1,51 ns	14,83 **	9,77 **	0,77	7,23 **	3,06 **	0,13	5,13 **	
C x E	3	3,06 **	0,13	5,13 **	0,85 ns	1,20 ns	0,67	2,94 **	1,84 ns	1,02 ns	
T x E	9	2,94 **	1,84 ns	1,02 ns	2,17 *	1,11 ns	3,93 **	3,22 **	1,70 ns	3,29 **	
C x T x E	9	3,22 **	1,70 ns	3,29 **	0,64	0,50 ns	1,49 ns	Resíduo			
	96										
CV (%)		0,46	0,24	4,01	4,23	8,63	8,78	Media Geral	1,054	1,055	102,96
					102,23	14,95	16,23				

** - F significativo a 1% de probabilidade;

* - F significativo a 5% de probabilidade;

ns - não significativo.

TABELA 2B. Resumo das análises de variância referentes às porcentagens de açúcares redutores, não redutores e totais e de amido de duas cultivares de batata sem embalagem e embaladas em filmes de polietileno de 50, 75 e 100 micras de espessura e armazenadas em temperatura ambiente por 0, 20, 40 e 74 dias e em câmara fria ($8\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% UR) por 0, 30, 60 e 90 dias.

Fonte de Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA							
		AÇÚCARES REDUTORES		AÇÚCARES NÃO REDUTORES		AÇÚCARES TOTAIS		AMIDO	
		Ambiente	C. Fria	Ambiente	C.Fria	Ambiente	C. Fria	Ambiente	C. Fria
Cultivar (C)	1	0,00	18,65 **	81,34 **	0,04 ns	55,69 **	14,83 **	328,73 **	286,97 **
Tempo Arm. (T)	3	80,86 **	854,04 **	109,84 **	139,95 **	133,89 **	755,40 **	95,23 **	73,99 **
Embalagem (E)	3	1,38 ns	9,99 **	4,95 **	5,16 **	2,20 ns	6,59 **	37,32 **	5,63 **
C x T	3	3,08 *	27,02 **	33,39 **	34,59 **	12,70 **	43,50 **	34,08 **	35,59 **
C x E	3	0,35	5,90 **	2,06 ns	4,69 **	4,53 **	8,22 **	8,39 **	7,23 **
T x E	9	3,12 **	5,73 **	2,54 *	1,75 **	5,55 **	3,99**	8,04 **	3,38 **
C x T x E	9	1,59 ns	3,00 **	3,99 **	3,79 **	4,68 **	3,07 **	9,53 **	5,37 **
Residuo	96								
CV (%)		23,15	10,21	19,57	17,12	18 11	8,36	6,44	7,14
Média Geral		0,11	0,73	0,15	0,27	0,26	1,01	9,28	9,38

** - F significativo a 1% de probabilidade;

* - F significativo a 5% de probabilidade;

ns - não significativo.