

TECNOLOGIA DE PÓS-COLHEITA

VARIAÇÃO DO TEOR DE CARBOIDRATOS EM GENÓTIPOS DE BATATA ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS ⁽¹⁾

CLAUBER MATEUS PRIEBE BERVALD ⁽²⁾; MARCOS ANTONIO BACARIN ^(3*);
SIDNEI DEUNER ⁽⁴⁾; FABIO CRISTIANO TREVIZOL ⁽⁵⁾

RESUMO

Um problema de armazenar tubérculos de batata em baixa temperatura é o acúmulo de açúcares redutores. Este acúmulo provoca perda do valor comercial dos tubérculos quando processados na forma de "chips". O objetivo do presente trabalho foi verificar a possível alteração nos teores de carboidratos em tubérculos de diferentes genótipos de batata antes do armazenamento e após o armazenamento a 4 °C e 20 °C. Os genótipos produzidos na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas (RS), foram avaliados quanto aos teores de amido, sacarose, açúcares solúveis totais e açúcares redutores. O tratamento controle consistiu da análise dos tubérculos logo após a colheita, enquanto os demais foram divididos em dois lotes, padronizados quanto ao tamanho e armazenados a 4 °C e 20 °C durante 33 dias, sendo então novamente avaliados pelas mesmas análises descritas anteriormente. Os teores de amido foram pouco alterados pelas condições de armazenamento. Os teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores aumentaram quando os tubérculos foram submetidos à refrigeração, porém com taxas de incremento diferentes entre os genótipos. Para os teores de sacarose, de maneira geral, houve redução com o armazenamento em ambas as condições. A cultivar Pérola e os clones C-1740-11-94 e C-1786-6-94 tiveram o menor acúmulo de açúcares solúveis quando armazenados a baixa temperatura.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.; armazenamento; adoçamento.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 29-01-08 e aceito em 29 de dezembro de 2009.

⁽²⁾ Dr. em Agronomia/Fitomelhoramento, Empresa Ricetec Sementes Ltda., Rua 18 de Novembro, 341, Bairro Navegantes, 90240-040 Porto Alegre (RS). E-mail: cbervald@ricetec.com.br

⁽³⁾ Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, Campus Universitário, Caixa Postal 354, 96010-900 Pelotas (RS). Pesquisador CNPq. E-mail: bacarin@ufpel.edu.br

⁽⁴⁾ Bolsista PRODOC-CAPES, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 96010-900 Pelotas (RS). E-mail: sdeuner@yahoo.com.br

⁽⁵⁾ Universidade do Oeste de Santa Catarina, (UNOESC), Rua Oiapoc, 211, Bairro Agostini, 98900-000 São Miguel do Oeste (SC). E-mail: fctrevizol@yahoo.com.br (*) Autor correspondente.

ABSTRACT

STORAGE AT DIFFERENT TEMPERATURES AFFECT THE CONTENT OF CARBOHYDRATES IN POTATO GENOTYPES

A major problem into storing potato tubers at low temperature is the sweetening (accumulation of reducing sugars). This accumulation leads to loss of commercial value of tubers when they are processed in the form of "Chips". The objective of this study was to evaluate a possible change in carbohydrates levels of tubers. From different genotypes of potatoes before and after storage at 4 °C and 20 °C. The tubers were produced at EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas (RS). Shortly after the harvest samples were collected to determine levels of starch, sucrose, total soluble carbohydrates and reducing sugars. The remaining tubers were divided into two lots, standardized regarding to size and stored at 4 °C and 20 °C for 33 days, and after this period the same analysis described above were performed. The starch level was poorly affected by the storage conditions. Were levels of reducing sugar and total soluble carbohydrates raised when the tubers were submitted to refrigeration, however with different rates of increment between the genotypes. As for the levels of sucrose, in general, a reduction was observed for both conditions of storage. Pérola and clones C-1740-11-94 and C-1786-6-94 showed the lowest accumulation of soluble sugars when stored at low temperature.

Key words: *Solanum tuberosum* L.; storage; sweetening.

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é considerada a quarta fonte de alimento para a humanidade, perdendo apenas para o trigo, arroz e milho (NEHMI et al., 2004), e a hortaliça de maior importância econômica no Brasil, sendo a fritura uma das formas preferenciais de preparo, tanto comercial quanto doméstica (ZORZELLA et al., 2003).

Na maioria das regiões do Brasil, tubérculos de batata são produzidos ao longo do ano, a fim de suprir as necessidades da indústria e do consumo *in natura*. Parte desta produção é armazenada por curto prazo, sob diferentes condições, tendo como principal objetivo a regulação do fornecimento de matéria-prima, principalmente para a indústria de processamento, que pode adequar sua produção ao consumo, que vem crescendo nos últimos anos. Quando o armazenamento dos tubérculos faz-se necessário, a melhor forma de conservá-los é sob refrigeração, pois inibe a brotação, reduz o ataque microbiano e a perda de peso (BURTON, 1989). Entretanto, quando armazenados sob temperaturas inferiores a 10 °C, ocorre um processo chamado de adoçamento por baixa temperatura, devido a degradação do amido associada à síntese de sacarose, reduzindo assim as quantidades de amido e aumentando as de açúcares. Ao serem processados na forma de "chips", em altas temperaturas durante a fritura, são formados produtos de coloração escura. A cor desenvolvida durante a fritura é atribuída à reação de Maillard (escurecimento não enzimático) que ocorre quando o grupo carbonila do carboidrato interage com o grupo amino do aminoácido ou proteína, e após várias etapas produz as melanoidinas, depreciando ou, em alguns casos, até impedindo a comercialização do produto (RICHARDSON et al., 1990).

Embora este fenômeno tenha sido reconhecido há séculos, o entendimento do mecanismo responsável pelo adoçamento é incompleto. Acredita-se que a resposta ao estresse por baixa temperatura em tubérculos de batata não seja intermediada por um simples fator, mas por uma interação de várias rotas do metabolismo de carboidratos incluindo degradação de amido, glicólise, respiração mitocondrial e gliconeogênese (MARANGONI, 1997).

CHAPPER et al. (2004) observaram que a atividade amidolítica nos tubérculos de batata mantidos sob refrigeração foi maior do que nos tubérculos mantidos em temperatura ambiente. Provavelmente, a sequência pela qual o acúmulo de açúcares ocorre é iniciada com a mobilização do amido, seguida por uma aumentada síntese de sacarose e, finalmente, hidrólise da sacarose até glicose (AP REES et al., 1981). Este passo é afirmado pela quase equimolaridade de glicose e frutose durante o acúmulo de açúcares 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.

A avaliação de um grande número de genótipos e a pouca disponibilidade de tubérculos-sementes das primeiras gerações é muito freqüente em todos os programas de melhoramento de batata. A seleção precoce para caracteres de interesse para a obtenção de um produto de melhor qualidade é uma proposta para a redução do número de materiais a serem avaliados, de forma que minimize o trabalho, o custo, e assim possibilite maiores investimentos naqueles clones que precocemente, revelarem-se mais promissores. Devido à importância do conteúdo de

carboidratos para o processamento de tubérculos de batata na forma de fritura, o objetivo do presente trabalho foi verificar a possível alteração nos teores de carboidratos em tubérculos de 10 genótipos de batata antes do armazenamento e após o armazenamento a 4 °C e 20 °C.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados tubérculos de batata dos genótipos Asterix, Atlantic, Catucha, Cristal, C-1740-11-94, C-1714-7-94, C-1786-6-94, C-1742-8-94, C-1750-2-97 e Pérola, provenientes da EMBRAPA-Clima Temperado, Pelotas (RS), colhidos em julho de 2005. Os tubérculos foram pesados e classificados quanto ao tamanho, antes de serem armazenados nas condições de refrigeração (4 ± 2 °C) em refrigerador e temperatura ambiente (20 ± 2 °C) em BOD, sempre na ausência de luz. Foram colocados 15 tubérculos de cada genótipo por condição de armazenamento.

Para análise dos teores de amido, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e sacarose, as amostras foram coletadas imediatamente antes do armazenamento (tratamento controle) e aos 33 dias após o armazenamento. Este período de armazenamento foi utilizado para fins experimentais.

Cada amostra, aproximadamente 200 mg de massa fresca, consistia de uma porção central da região mediana de cada tubérculo, e o mesmo correspondeu a uma unidade experimental. As amostras foram coletadas e acondicionadas individualmente em recipientes com solução tampão acetato de sódio pH 4,5 até se procederem as análises.

Os teores de açúcares solúveis totais foram determinados, após extração alcoólica, por meio de reação com antrona (CLEGG, 1956) e os açúcares redutores pelo método de Somogy e Nelson (NELSON, 1944; HODGE e HOFREITER, 1962). Os teores de sacarose foram determinados por meio da reação com antrona fria, após a adição de KOH (PASSOS, 1996). As determinações de teores de amido foram realizadas com o resíduo dos centrifugados, após extração dos açúcares solúveis, segundo o método descrito por MCCREADY et al. (1950).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, sendo 10 genótipos, três tratamentos (controle, armazenamento a 4 °C e a 20 °C por 33 dias), com quatro repetições, considerando-se cada tubérculo como unidade experimental. Os contrastes analisados para as comparações de médias foram

realizados dentro de cada condição de armazenamento e dentro de cada genótipo, e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (SCOTT e KNOTT, 1974).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de amido estão apresentados na tabela 1, onde, antes do armazenamento, teores de amido significativamente superiores foram observados nos tubérculos do clone C-1740-11-94, em comparação com os demais genótipos; por outro lado, o clone C1714-7-94 e a cultivar Atlantic tiveram os teores mais baixos. Quando os tubérculos foram armazenados por 33 dias a 20 °C houve significativa redução nos teores de amido para os tubérculos dos clones C-1740-11-94, C-1742-8-94, C-1750-2-94 e C-1786-6-94, atingindo valores aproximadamente 50% inferiores quando comparados com os mesmos antes do armazenamento. Entretanto, os tubérculos do clone C1714-7-94 e da cultivar Atlantic tiveram aumentos nos teores de amido após o período de armazenamento a 20 °C. O armazenamento a 4 °C promoveu significativa diminuição nos teores de amido, quando comparados com os valores iniciais, apenas para os tubérculos dos clones C-1740-11-94 e C-1742-8-94. Porém, para os tubérculos do clone C1714-7-94 e da cultivar Atlantic, nos quais se observaram os menores teores de amido na avaliação realizada antes do armazenamento, aumentaram quando armazenados a 4 °C. De maneira geral, apesar de em poucos genótipos ter havido redução significativa nos teores de amido, quando armazenados em comparação aos valores iniciais, observa-se que essa redução ocorreu em proporções distintas.

Quando tubérculos de batata são armazenados, principalmente a baixas temperaturas, verificam-se aumentos na atividade de algumas enzimas envolvidas na degradação do amido, com consequente aumento nos teores de açúcares solúveis. A conversão do amido em açúcares parece ser reversível e quando a liberação líquida de açúcares do amido excede o consumo, os açúcares se acumulam. Existem evidências de que um fino controle metabólico esteja envolvido neste processo. O'DONOGHUE et al. (1995) verificaram que o efeito de baixas temperaturas sobre a senescência das membranas do amiloplasto da batata, e sugeriram que esse efeito pode estar associado com o fenômeno do adoçamento em baixa temperatura. ISHERWOOD (1976) também notou que as membranas do amiloplasto tornaram-se mais frágeis devido ao estresse por baixas temperaturas.

Tabela 1. Teores de amido em tubérculos de genótipos de batata recém-colhidos (controle) e após 33 dias de armazenamento sob diferentes temperaturas

Genótipos	Teor de Amido		
	Controle	20 ± 2 °C	4 ± 2 °C
	mg de amido (g massa fresca)		
C-1740-11-94	194,1±45,6 A a	81,32±32,1 B a	54,04±30,9 B b
C-1742-8-94	131,11±22,4 A b	72,68±24,7 B b	62,62±22,3 B b
Perola	102,04±6,8 A b	72,24±20,2 A b	100,86±25,2 A a
Cristal	89,2±16,1 A b	94,56±19,6 A a	111,40±26,9 A a
Catucha	89,90±27,0 A b	89,70±36,8 A a	84,10±26,8 A a
C-1750-2-94	100,50±27,8 A b	61,80±21,7 B b	94,50±14,4 A a
Asterix	94,80±30,1 A b	64,80±17,7 A b	75,70±25,6 A b
Atlantic	54,08±24,7 B c	114,80±51,7 A a	88,99±37,4 A a
C-1714-7-94	47,31±14,3 B c	81,70±19,8 A a	91,76±27,8 A a
C-1786-6-94	125,04±37,4 A b	72,60±27,6 B b	104,5±23,1 A a

Médias (± desvio-padrão) seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (tratamentos) e minúscula na coluna (genótipos) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Embora nos 10 genótipos de batata tenham se observado teores de açúcares solúveis totais (Tabela 2) distintos entre si em cada tratamento, uma significativa alteração também foi constatada em função do armazenamento. Quando armazenados a 20 °C, houve diminuição em relação ao tempo inicial, apenas nos tubérculos dos clones C-1750-2-94 e C-1714-7-94 e das cultivares Asterix e Atlantic, sendo que nos demais genótipos não foram observadas variações significativas. Entretanto, quando os tubérculos foram armazenados a 4 °C, houve aumento significativo nos

teores de açúcares solúveis totais para todos os genótipos estudados quando comparados com os teores antes do armazenamento. CHAPPER et al. (2002) também observaram elevação nos teores de açúcares solúveis totais nas cultivares Pérola e Atlantic armazenadas sob refrigeração em comparação com a condição ambiente. Esses resultados comprovam, conforme já discutido anteriormente que, sob condições de armazenamento em baixas temperaturas há um aumento na degradação do amido culminando no acúmulo de açúcares solúveis.

Tabela 2. Teores de açúcares solúveis totais em tubérculos de genótipos de batata recém-colhidos (controle) e após 33 dias de armazenamento sob diferentes temperaturas

Genótipos	Teor de Açúcares Solúveis Totais		
	Controle	20 ± 2 °C	4 ± 2 °C
	mg de glicose (g massa fresca)		
C-1740-11-94	1,71±0,5 B c	1,01±0,9 B b	4,46 ±0,9 A d
C-1742-8-94	1,74±0,3 B c	0,83±0,2 B b	9,40±0,9 A b
Perola	2,59±1,1 B c	1,39±0,6 B b	5,04±1,7 A d
Cristal	2,03±1,0 B c	1,05±0,8 B b	8,82±2,4 A b
Catucha	5,74±1,2 B a	3,70±1,0 B a	11,28±2,2 A a
C-1750-2-94	4,36±0,3 B b	1,11±0,5 C b	7,20±0,5 A c
Asterix	4,11±0,2 B b	0,85±0,3 C b	7,11±0,6 A c
Atlantic	4,19±0,6 B b	0,88±0,2 C b	11,14±2,7 A a
C-1714-7-94	5,06±0,7 B a	1,34±0,8 C b	7,19±1,08 A c
C-1786-6-94	1,40±0,2 B d	1,12±0,8 B b	5,78±0,5 A d

Médias (± desvio-padrão) seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (tratamentos) e minúscula na coluna (genótipos) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Para os teores de açúcares redutores (Tabela 3) antes do armazenamento, foram observadas diferenças significativas, sendo superiores nos tubérculos das cultivares Catucha e Asterix e o menor valor foi observado para o clone C-1786-6-94. Ao serem armazenados a 20 °C ocorreu redução significativa nos teores de açúcares redutores apenas para os genótipos Catucha, Asterix, Atlantic e C-1750-2-94, enquanto para os demais genótipos, os valores não diferiram dos observados antes do armazenamento. Por outro lado, o armazenamento a 4 °C promoveu aumento significativo nos teores de açúcares redutores, com exceção das cultivares Catucha e Asterix que não diferiram dos valores iniciais. Entretanto, vale ressaltar que estas duas cultivares tiveram os maiores valores de açúcares redutores, entre os genótipos, antes do armazenamento. Segundo EDWARDS et al. (2002), em tubérculos de batata armazenados a temperaturas não muito baixas, ou seja, não inferiores a 10 °C, o

acúmulo de açúcares redutores é bem menor. Resultados semelhantes foram observados por BACARIN et al. (2005) em que, tubérculos armazenados a 20 °C de maneira geral, não tiveram grandes variações nos teores de açúcares redutores. Porém, observaram maior acúmulo de açúcares redutores em tubérculos de batata armazenados a 4 °C, após 30 dias. A hipótese de que sob baixas temperaturas a atividade respiratória é baixa, pode explicar este acúmulo de açúcares quando tubérculos são armazenados sob tais condições. Entretanto, ainda no mesmo estudo os autores observaram que, mantendo os tubérculos de batata armazenados por mais 30 dias na mesma temperatura, ocorreram alterações diferentes nos teores de açúcares redutores entre os genótipos estudados. Provavelmente, quando o tempo de armazenamento sob baixas temperaturas for muito longo, as membranas do amiloplasto perdem sua seletividade deixando os açúcares em contato com as enzimas que os degradam.

Tabela 3. Teores de açúcares redutores em tubérculos de genótipos de batata recém-colhidos (controle) e após 33 dias de armazenamento sob diferentes temperaturas

Genótipos	Teor de Açúcares Redutores		
	Controle	20 ± 2 °C	4 ± 2 °C
mg de glicose (g massa fresca)			
C-1740-11-94	0,49±0,05 B d	0,08±0,001 B d	4,34±1,32 A a
C-1742-8-94	0,30±0,17 B d	0,59±0,30 B b	2,62±0,90 A b
Perola	0,46±0,16 B d	0,04±0,03 B d	2,40±0,70 A b
Cristal	1,18±0,47 B b	0,83±0,62 B b	3,09±0,83 A a
Catucha	3,29±0,26 A a	1,74±0,58 B a	3,35±0,67 A a
C-1750-2-94	0,63±0,50 B c	0,19±0,06 C c	3,37±0,73 A a
Asterix	2,67±0,50 A a	0,76±0,70 B b	3,89±1,10 A a
Atlantic	0,60±0,30 B c	0,10±0,07 C d	4,42±1,55 A a
C-1714-7-94	1,44±0,50 B b	0,72±0,89 B b	3,54±0,22 A a
C-1786-6-94	0,17±0,05 B e	0,08±0,01 B d	2,98±0,99 A a

Médias (± desvio-padrão) seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (tratamentos) e minúscula na coluna (genótipos) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Os teores de sacarose (Tabela 4) antes do armazenamento variaram entre os genótipos estudados destacando-se os genótipos Atlantic, Catucha e C-1714-7-94 com os maiores teores, e Cristal, C-1786-6-94 e C-1742-8-94 com os menores valores. De maneira geral, com exceção dos tubérculos da cultivar Pérola e do Clone C-1740-11-94, houve uma diminuição significativa nos teores de sacarose quando armazenados a 20 °C, indicando provavelmente elevado consumo de substrato pela respiração nesta condição. A resposta ao armazenamento em baixa temperatura também não foi homogênea, sendo observada uma queda nos teores de sacarose em

relação aos valores iniciais para os genótipos Catucha, Asterix, C-1750-2-94 e C-1714-7-94, enquanto para os demais genótipos não foram observadas alterações significativas.

Segundo DUPLESSIS et al. (1996), condições de baixa temperatura resultam no acúmulo de ATP no tecido do tubérculo. Entretanto, as evidências atuais sugerem que a ativação da oxidase alternativa (respiração resistente ao cianeto) por baixas temperaturas diminui os níveis de ATP e, simultaneamente, aumenta as concentrações de sacarose, tornando-se substrato da invertase ácida vacuolar que origina o acúmulo de açúcares redutores.

Tabela 4. Teores de sacarose em tubérculos de genótipos de batata recém-colhidos (controle) e após 33 dias de armazenamento sob diferentes temperaturas

Genótipos	Teor de Sacarose		
	Controle	20 ± 2 °C	4 ± 2 °C
	mg de sacarose (g massa fresca)		
C-1740-11-94	1,84±0,7 A b	0,99±0,8 A b	1,35±0,2 A c
C-1742-8-94	1,22±0,5 A c	0,42±0,1 B c	1,45±0,3 A c
Perola	1,91±0,5 A b	1,19±0,4 A a	2,02±0,5 A b
Cristal	1,46±0,6 A c	0,56±0,3 B c	1,44±0,2 A c
Catucha	2,92±0,8 A a	1,54±0,4 B a	1,45±0,5 B c
C-1750-2-94	2,29±0,4 A b	0,95±0,4 B b	1,25±0,4 B c
Asterix	2,55±0,8 A b	0,74±0,1 B b	1,29±0,5 B c
Atlantic	3,66±0,4 A a	0,77±0,1 B b	3,08±0,9 A a
C-1714-7-94	3,08±1,0 A a	0,82±0,4 B b	1,60±0,2 B c
C-1786-6-94	1,27±0,2 A c	0,80±0,4 B b	1,29±0,3 A c

Médias (± desvio-padrão) seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (tratamentos) e minúscula na coluna (genótipos) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

A degradação do amido, exportação de açúcar para o amiloplasto ou a biossíntese de sacarose, podem ser responsáveis pelo acúmulo total de açúcares solúveis em tubérculos de batata (ZRENNER et al., 1996). Desta forma, o controle da hidrólise da sacarose, principal carboidrato translocado pelas plantas, deve ser considerado importante na regulação da formação das hexoses.

4. CONCLUSÕES

1. A interpretação conjunta dos teores de carboidratos não estruturais permite verificar que existe uma variação genética entre os genótipos mesmo antes do armazenamento. Essa variação indica que cada genótipo possui características intrínsecas quanto à translocação de sacarose para os tubérculos durante a sua formação e também quanto à sua metabolização para posterior acúmulo na forma de amido. Da mesma forma é verificado que a indução ao adoçamento, ou seja, acúmulo de açúcares redutores ocorre em todos os genótipos, porém este incremento é variável em função do genótipo, indicando uma resposta genotípica que induz a alterações metabólicas levando ao acúmulo destes açúcares.

2. Este acúmulo diferencial de carboidratos entre os genótipos indica a possibilidade de melhoramento com objetivo de desenvolvimento de cultivares adaptadas ao armazenamento em baixa temperatura. Desta forma, nesta pesquisa, destacaram-se a cultivar Pérola e os clones C-1740-11-94 e C-1786-6-94, nos quais se observaram os menores teores de açúcares solúveis totais quando armazenados a 4 °C.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradem ao MCT/CNPq, pelo financiamento do projeto e pela concessão de bolsas de estudos, e à Embrapa Clima Temperado pelo fornecimento dos tubérculos.

REFERÊNCIAS

- AP REES, T.; DIXON, W.L.; POLLOCK, C.J.; FRANKS, F. Low temperature sweetening of higher plants. n: 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.
- BACARIN, M.A.; FERREIRA, L.S.; DEUNER, S; BERVALDO, C.M.P.; ZANATTA, E.R.; LOPES, N.F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata recondicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.799-804, 2005.
- BURTON, W.G. **The Potato**. Harlow: Longman Scientific and Technical, 1989. 742 p.
- CHAPPER, M.; BACARIN, M.A.; PEREIRA, A.S.; LOPES, N.F. Atividade amidolítica e de invertase ácida solúvel em tubérculos de batata armazenados sob duas condições de temperatura. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.597-601, 2004.
- CHAPPER, M.; BACARIN, M.A.; PEREIRA, A. DA S.; TERRIBLE, L.C. Carboidratos não estruturais em tubérculos de dois genótipos de batata armazenados em duas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.348-355, 2002.
- CLEGG, K.M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.3, p.40-44, 1956.

DUPLESSIS, P.M.; MARANGONI, A.G.; YADA, R.Y. A mechanism for low temperature induced sugar accumulation in stored potato tubers: The potential role of the alternative pathway and invertase. **American Potato Journal**, v.73, p.483-494, 1996.

EDWARDS, C.G; ENGLAR, J.W.; BROWN, C.R.; PETERSON, J.C.; SORENSEN, E.J. Changes in Color and Sugar Content of Yellow- Fleshed Potatoes Stored at Three Different Temperatures. **Short Communication American Journal of Potato Research**, v.79, p.49-53. 2002.

HODGE, J.E.; HOFREITER, B.T. Analysis and preparation of sugars. In: WHISTLER, R.L.; WOLFROM, M.L. (Eds). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v.1, p.356-378.

ISHERWOOD, F.A. Mechanism of starch-sugar interconversion in *Solanum tuberosum*. **Phytochemistry**, v.15, p. 33-41, 1976.

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

McCREADY, R.M., GUGGOLZ, J.; WENS, H.S. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytical Chemistry**, v.22, p.1156-1158, 1950.

NEHMI, I.M.D.; FERRAZ, J.V.; NEHMI FILHO, V.A.; SILVA, M.L.M. (Coord.). **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2004. 496 p.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, v.153, p.375-380, 1944.

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

PASSOS, L.P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: EMBRAPA - CNPGL. 1996. 223p.

RICHARDSON, D.L.; DAVIES, H.V.; ROSS, H.A.; MACKAY, G.R. Invertase activity and its relations to hexose accumulation in potato tubers. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.95-99, 1990.

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

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

ZRENNER, R.; SCHÜLER, K.; SONNEWALD, U. Soluble acid invertase determines the hexose-to-sucrose ratio in cold-stored potato tubers. **Planta**, v.198, p.246-252. 1996.