

RAÍZES DE MANDIOCA MINIMAMENTE PROCESSADAS: EFEITO DO BRANQUEAMENTO NA QUALIDADE E NA CONSERVAÇÃO

VALÉRIA SALDANHA BEZERRA¹
ROSEMARY G. F. A. PEREIRA²
VÂNIA DÉA DE CARVALHO²
EVÓDIO RIBEIRO VILELA²

RESUMO – A conservação das raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) “in natura” pode ser feita mediante baixas temperaturas, visando ao aumento da vida de prateleira. Com este trabalho, objetivou-se avaliar as alterações químicas e o tempo de cocção de raízes da cultivar Baianinha submetida ao processamento mínimo com branqueamento e armazenada sob condições de refrigeração. O período de armazenamento e o branqueamento das raízes levaram a um aumento do tempo de cocção das mesmas, mas não superou os limites de

enquadramento de classificação da qualidade de cocção da cultivar Baianinha como regular. O branqueamento por 30 minutos não levou à inativação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, mas o escurecimento das raízes foi controlado efetivamente até o 15^o dia de armazenamento, quando as raízes tornaram-se impróprias para consumo em relação à aparência visual, o que proporcionou um aumento de 66,6% na vida de prateleira da cultivar Baianinha, armazenada sob condições de refrigeração.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Mandioca, *Manihot esculenta*, processamento mínimo, deterioração pós-colheita, branqueamento, refrigeração.

MINIMALLY PROCESSED CASSAVA ROOTS: EFFECT OF BLANCHING ON QUALITY AND CONSERVATION

ABSTRACT – The conservation of *in natura* cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots can be made by using low temperatures, in order to increase its shelf-life. This present study aimed at evaluating the chemical alterations and cooking time of the cultivar Baianinha roots, minimally processed, blanched and stored under refrigerated conditions. Storage periods and blanching of Baianinha roots led to an increase in its cooking

time, but preserved its cooking quality, which could be classified as regular. A blanching for 30 minutes did not inactivate polyphenoloxidase and peroxidase enzymes, however, the root darkening was effectively controlled until the 15th day of storage, when the roots became inappropriate for consumption, concerning its visual aspect, contributing to an increase of 66,6% of Baianinha shelf-life, under refrigeration conditions.

INDEX TERMS: Cassava, *Manihot esculenta*, conservation, post-harvest deterioration, blanching, refrigeration, minimally processed.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) reúne facilidade de cultivo e resistência a doenças e a variações climatológicas, propiciando a oportunidade de se preparar vários tipos de alimentos,

particularmente nas camadas mais humildes da população. A mandioca pode ser considerada primariamente como excelente fonte de energia, e 1 kg (peso fresco) proporciona cerca de 1.460 cal, enquanto um adulto necessita de 2.500 cal/dia (Cock, 1985).

1. Engenheiro Agrônomo, MSc., EMBRAPA-CPAF-Amapá. Caixa Postal 10, Macapá, Amapá CEP 68906 970. valeria@cpafap.embrapa.br.

2. Professor do Departamento de Ciência dos Alimentos da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS/UFLA, Caixa Postal 37 – Lavras, MG - CEP 37200000. rosegfap@ufla.br, vaniadea@ufla.br, ervilela@ufla.br.

Um dos maiores obstáculos para a utilização da mandioca é a alta perecibilidade dessa raiz, pois quando armazenada em condições ambientais, possuem uma vida útil muito restrita. O processo deteriorativo, de caráter fisiológico, inicia-se durante as primeiras 48 horas após a colheita, levando a perdas qualitativas e quantitativas (Kato & Souza, 1987).

A raiz de mandioca possui de 24% a 27% de matéria seca no parênquima, e o teor de amido representa 78,1 a 90,1% da mesma (Hernandez & Guillen, 1984). O teor de água é um dos aspectos mais importantes da conservação de raízes pela influência direta na durabilidade das mesmas, pois cultivares resistentes à deterioração fisiológica apresentam maiores teores de umidade (Carvalho et al., 1982). Alguns autores argumentam que durante o armazenamento pode ocorrer variações entre diversas cultivares em relação aos constituintes químicos da mandioca, como os açúcares totais, redutores e não-redutores (Ferreira, 1986).

O ácido ascórbico é fator importante na prevenção do escurecimento em frutos e raízes graças ao seu extraordinário poder redutor, pois ao se oxidar, reduz quinonas produzidas pela ação enzimática, transformando-se em ácido deidroascórbico, que também apresenta atividade vitamínica (Van Lelyveld & De Bruyn, 1977). Assim, enquanto teores adequados da forma não oxidada do ácido ascórbico forem mantidos no tecido, o escurecimento é prevenido. Níveis de ácido ascórbico e deidroascórbico foram detectados em raízes de mandioca na faixa de 120-150 mg/100g (base seca) e 56-70 mg/100g (base seca), respectivamente, o que pode ser considerado uma vantagem para a sua conservação. O tipo de processamento utilizado pode levar a perdas consideráveis dessa vitamina, como a cocção, por exemplo, em que há uma redução de 50% a 75% de Vitamina C (Cock, 1990).

O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação do vegetal em decorrência do processo respiratório ou da conversão dos mesmos em açúcares. Na mandioca, o início do processo fermentativo é acompanhado por uma rápida queda na concentração do oxigênio dissolvido, ocasionada por bactérias amilolíticas aeróbicas, capazes de consumir oxigênio e produzir ácidos orgânicos, como o lático, butírico, acético, entre outros (Cereda & Lima, 1985).

Quando o cultivo da mandioca é realizado em condições ótimas de umidade para a cultura, o conteúdo de amido esperado na raiz é de 25,9% a 30,3% aos 12 me-

ses (Sriroth et al., 2000). O amido das raízes de mandioca, que são essencialmente de reserva, pode ser degradado por atuação de enzimas hidrolíticas, sendo as de maior significância a α -amilase, β -amilase, glucoamilase, isoamilase e pululonase, cujos produtos são glicose, maltose, dextrina limite, β maltose, β glicose, α maltotriose (Ciacco & Cruz, [19--?]).

Existem variações acentuadas nos tempos de cocção de raízes de mandioca até mesmo entre raízes de uma mesma cultivar, que são atribuídas a fatores genéticos, idade das plantas, época de colheita, clima, solo e local. O tempo ótimo de cocção varia de 15 a 25 minutos e quando o tempo excede a 30 minutos, é considerado de baixa qualidade (Wheatley & Gómez, 1985).

Dois estágios de deterioração da mandioca, denominados primário (fisiológico) e secundário (patológico), são identificados. O estágio inicial ocorre rapidamente depois da colheita, durante a qual a raiz desenvolve estrias azuladas (Montaldo, 1973). A deterioração fisiológica tem sido estreitamente relacionada com as mudanças oxidativas das substâncias fenólicas e com as enzimas envolvidas na oxidação desses compostos, como a peroxidase e a polifenoloxidase (Carvalho et al., 1985).

A polifenoloxidase é uma enzima-chave associada com a deterioração azul das raízes (Balagopalan & Padmaja, 1984), pois, com o rompimento dos tecidos por dano mecânico, a polifenoloxidase atua oxidativamente sobre o substrato disponível, acelerando o escurecimento e, conseqüentemente, a deterioração (Richardson, 1976). Uma das funções da peroxidase é proteger os tecidos vegetal e animal contra os efeitos tóxicos da H_2O_2 formada durante o metabolismo celular. Também é importante a sua ação no ponto de vista nutricional, pois está relacionada à coloração e ao 'flavor' e sua atividade pode levar à destruição da vitamina C e descoloração de carotenóides e antocianinas, bem como atuar como catalisador na degradação não-enzimática de ácidos graxos insaturados, com a formação de compostos voláteis (sabor oxidado) (Araújo, 1999).

As raízes de mandioca podem ser conservadas por refrigeração ou por congelamento. Andrade et al. (1979) observaram que raízes de mandioca foram conservadas em geladeira por vários dias, após corte, descascamento e cocção, em temperatura um pouco acima de 0°C.

O branqueamento tem como princípio o uso de calor que é aplicado ao alimento, desnaturando as enzi-

mas envolvidas e tornando-as ineficazes. Não é prática recomendada para alimentos que tendem a mudanças na textura e no desenvolvimento de 'flavor' desagradável (Araújo, 1999). No caso da mandioca, o branqueamento pode ser benéfico, como foi observado na cultivar Pioneira, que após branqueamento prévio (3 minutos de fervura) antes do congelamento, apresentou-se com melhor sabor, além de propiciar a redução do teor de HCN (Cereda et al., 1990).

Frutos e hortaliças minimamente processados são definidos como sendo produtos preparados por uma ou por algumas das unidades de operação apropriadas, tais como descascamento, fatiamento, corte, raspagem, retalhamento, etc., possuindo tecidos vivos e mantendo a qualidade dos produtos como frescos, porém apresentando a grande conveniência para o consumo (Rolle & Chism III, 1989).

Sabendo-se da importância da melhor conservação de raízes de mandioca por meio da prevenção do escurecimento de suas raízes e visando a aumentar a vida de prateleira sob a forma "in natura", objetivou-se por meio deste trabalho, avaliar as alterações na composição química e no tempo de cocção de uma cultivar de mandioca minimamente processada, submetida ao branqueamento e armazenada em condições de refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

As raízes de mandioca da cultivar Baianinha foram colhidas no dia 29/07/1999, quando as plantas estavam com 10 meses de idade. No Laboratório de Grãos e Cereais - DCA/UFLA, as raízes foram selecionadas, lavadas em água corrente, descascadas e despeliculadas manualmente, com posterior sanificação com solução de hipoclorito de sódio (150 ppm) por 1 minuto. As pontas das raízes foram descartadas e a parte mediana foi cortada em cilindros de aproximadamente 10 cm de comprimento.

O branqueamento foi realizado com a imersão dos cilindros em água fervente, em recipiente de aço inoxidável, por 30 segundos. Após retirada do excesso de água superficial e resfriamento, aproximadamente 200 g de raízes cortadas em cilindros foram acondicionadas manualmente em embalagens de polietileno de 100 micras, com capacidade para 2 kg, representando a unidade experimental. Os cilindros das raízes não-branqueadas também foram acondicionados no mesmo tipo de embalagem e com os mesmos procedimentos. Todas as embalagens foram fechadas com arames plastificados. Os ma-

teriais foram armazenados em câmara fria a $8^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, com UR de $85\% \pm 3\%$, por períodos de até 18 dias.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, em esquema fatorial 2×9 , constituído por 2 tratamentos (com branqueamento e sem branqueamento) e 9 períodos de armazenamento (0, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias).

O tempo de cozimento foi avaliado usando-se 50 g de raízes em pedaços imersos em 1000 mL de água em ebulição, até que o material não apresentasse resistência à perfuração por garfo de aço inoxidável.

O teor de umidade das amostras foi determinado gravimetricamente em estufa a 65°C , durante 48 horas e os resultados foram expressos em porcentagem. A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N (AOAC, 1990) e a partir do mesmo extrato, o pH foi medido utilizando-se peagâmetro marca DIGIMED-MD20. A vitamina C total foi determinada pelo método de Roe e Kueter (Strohecker & Henning, 1967). O amido foi extraído por hidrólise ácida (AOAC, 1990) e identificado pelo método de Somogy modificado por Nelson (1944). Os açúcares totais (AT) e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon (AOAC, 1990) e determinados pelo método redutométrico de Somogy, adaptado por Nelson (Southgate, 1991). Os açúcares não-redutores foram calculados por diferença entre os açúcares totais e os açúcares redutores, multiplicando-se por 0,95.

A atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) foi determinada segundo metodologia de Ponting & Joslyn (1948), com modificações para mandioca. A atividade da peroxidase (PER) foi determinada de acordo com a técnica descrita por Ferhman & Diamond (1967), com modificações para mandioca, para a qual utilizou-se o mesmo extrato do doseamento de atividade da polifenoloxidase.

A deterioração fisiológica foi avaliada pelo acompanhamento visual das raízes armazenadas, mediante observação do início do estriamento vascular.

As análises estatísticas foram realizadas usando o software SISVAR. Quando houve efeito significativo de branqueamento, as suas respectivas médias foram comparadas usando-se o teste de Tukey (5%). Quando ocorreu efeito significativo de períodos, foi utilizada a análise de regressão para avaliar o comportamento das variáveis em função do tempo de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tempo de cocção

Observaram-se diferenças significativas do tempo de cocção das raízes em função dos períodos de armazenamento, mesmo com reduzida amplitude de valores, variando de 24,85 a 27,70 minutos (Tabela 1). Essa variação de tempo de cocção pode ser devida às transformações das características do amido, pois Ferreira (1986) observou um aumento da viscosidade das amostras após armazenamento em condições ambientais, tornando-se mais resistentes ao cozimento com o decorrer do período.

As raízes de mandioca com e sem branqueamento apresentaram tempo de cocção diferenciados significativamente, mostrando que o branqueamento aumentou o tempo de cocção de 24,7 para 27,3 minutos, respectivamente. Esse aumento do tempo de cocção nas raízes branqueadas pode ser devido a transformações reológicas dos grânulos do amido, como a gelificação e posterior retrogradação e a formação de zonas micelares cristalinas pela exposição a altas temperaturas durante o processo (Bobbio & Bobbio, 1995).

Entretanto, apesar de o branqueamento e o tempo de armazenamento ter levado a um aumento do tempo de cocção das raízes, esse não excedeu a 30 minutos, enquadrando a cultivar Baianinha no padrão de cozimento regular de acordo com a classificação proposta por Pereira et al. (1985).

Umidade

Não houve diferença significativa na avaliação do teor de água das raízes durante os períodos de armazenamento e nem na aplicação do branqueamento, e o

teor médio de umidade da cultivar Baianinha foi de 57,01%.

A manutenção da umidade é benéfica, pois a perda de água da raiz de mandioca durante o armazenamento reflete negativamente no desenvolvimento inicial da descoloração vascular (Marriot et al., 1978).

Acidez total titulável (ATT) e pH

Observou-se uma interação significativa entre período de armazenamento das raízes e tratamentos, havendo uma oscilação dos valores de acidez nas raízes sem branqueamento, mas com aumento da ATT em ambos os tratamentos (Figura 1). O branqueamento não teve nenhum efeito no controle do aumento da ATT em raízes armazenadas sob refrigeração.

Observou-se que houve interação significativa entre o período de armazenamento das raízes e o branqueamento (Figura 2), com um acréscimo inicial do valor de pH e posterior diminuição tanto para as raízes com branqueamento quanto para aquelas sem branqueamento.

O aumento da ATT pode ser devido ao início de um processo fermentativo bacteriano com o consumo do oxigênio e produção de ácidos orgânicos, como o láctico, butírico, acético, entre outros. A redução do pH está relacionada com o aumento da ATT, notadamente a partir do 9º dia de armazenamento. Esse aumento da ATT leva a crer que a embalagem proporcionou um ambiente modificado eficiente no controle da respiração das raízes, pois geralmente o teor de ácidos orgânicos diminuem com a decorrência do processo respiratório ou da conversão dos mesmos em açúcares.

TABELA 1 – Valores médios do tempo de cocção (minutos) de raízes de mandioca processadas minimamente e armazenadas sob condições de refrigeração, durante 18 dias.

Tempo cocção (min.)	Dias de Armazenamento								
	0	1	2	3	6	9	12	15	18
	24,85	25,00	25,16	25,32	25,80	26,27	26,75	27,23	27,70

TABELA 2 – Valores médios da umidade (%) de raízes de mandioca processadas minimamente e armazenadas sob condições de refrigeração, durante 18 dias.

Umidade (%)	Dias de Armazenamento								
	0	1	2	3	6	9	12	15	18

	57,69	57,86	57,13	56,42	56,26	57,24	57,01	56,58	56,90
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

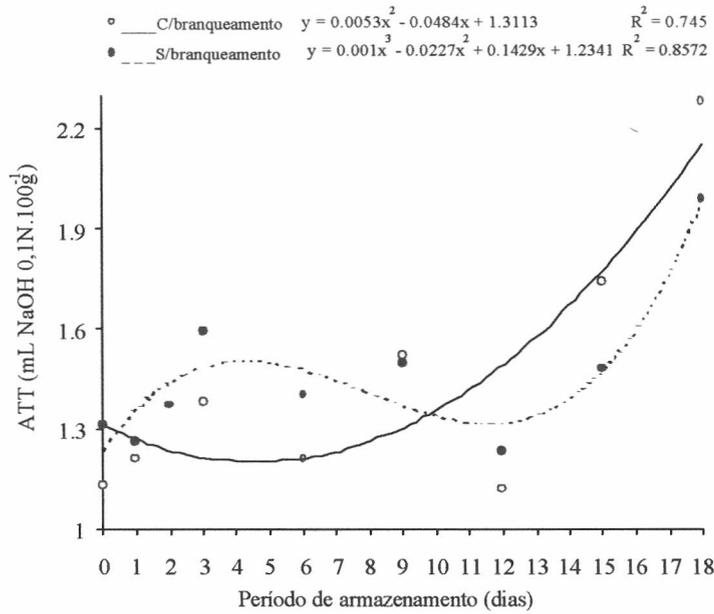


FIGURA 1 – Acidez total titulável (ATT) de raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento, armazenadas sob refrigeração (8°C±0,5°C e 85%±3% de UR).

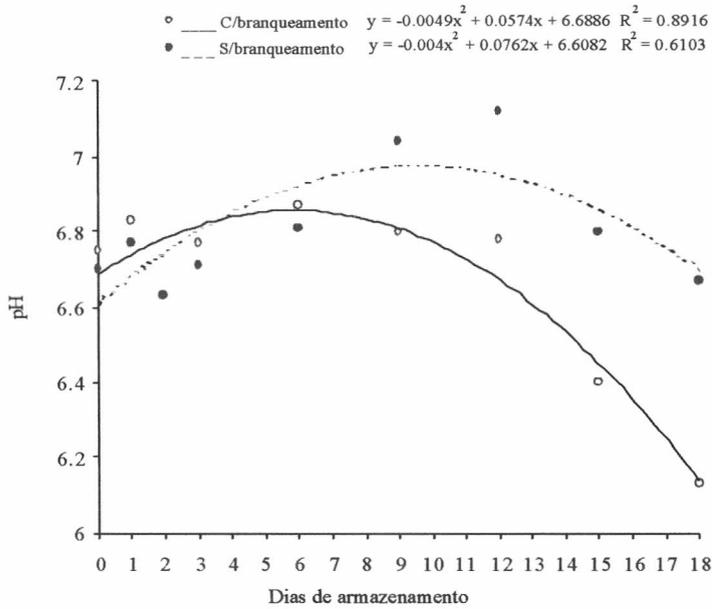


FIGURA 2 – pH de raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento, armazenadas sob refrigeração ($8^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $85\%\pm 3\%$ de UR).

Vitamina C total

No presente estudo, não houve diferença significativa entre os teores de vitamina C total durante o período de armazenamento. O teor médio de vitamina C total da cultivar Baianinha durante o experimento foi de $38,9 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa fresca ($90,5 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ base seca). O branqueamento também não ocasionou variação significativa nos teores dessa vitamina. Pode-se deduzir que durante o período avaliado a refrigeração exerceu um efeito benéfico em relação à manutenção da vitamina C total.

Amido, açúcares totais (AT), redutores e não-redutores

Os valores médios do teor de amido da cultivar Baianinha em estudo foram reduzidos significativamente de 37,08% a 21,34% durante os períodos de armazenamento (Figura 3). Desempenho similar foi obtido por Mairini & Balagopal (1978) ao estudarem a deterioração pós-colheita de raiz de mandioca e observaram redução rápida no teor de amido e na umidade, e aumento na matéria seca e conteúdo de açúcar.

Também houve variação significativa do teor de amido com a aplicação do branqueamento nas raízes, com decréscimo dos valores nos tratamentos estudados aproximadamente até o 10^o dia de armazenamento (Figura 3). Borges et al. (1992), ao estudarem o efeito da imersão das raízes em água quente na conservação pós-colheita de raízes de mandioca de mesa, também observaram redução significativa nos teores de amido e, conseqüentemente, aumentos significativos nos teores de açúcares solúveis.

A variação significativa do teor de amido entre raízes branqueadas e sem branqueamento pode ser explicada pela mudança nas características reológicas do amido, como aumento da viscosidade e conseqüente dilatação de seus grânulos quando aquecidos em água a partir de 60°C (Moore et al., 1984).

Pela análise estatística, detectou-se interação significativa nos açúcares totais (AT) entre o período de armazenamento e os tratamentos (Figura 4), com aumento nos teores, notadamente com a aplicação do branqueamento.

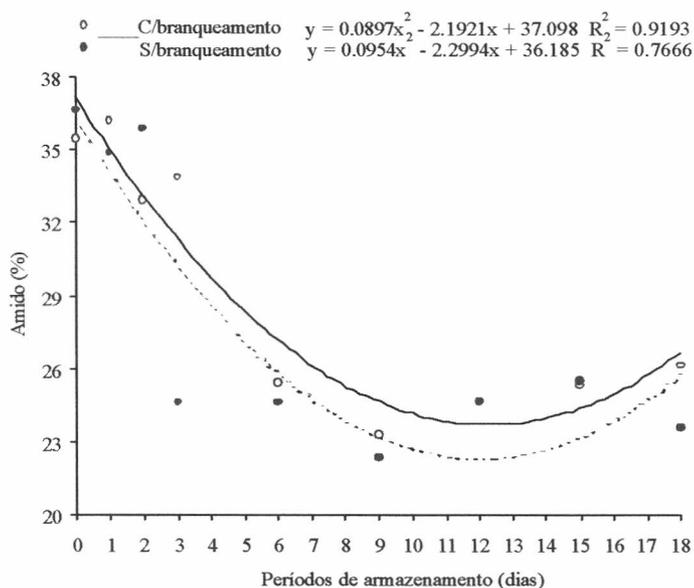


FIGURA 3 – Amido (%) de raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento, armazenadas sob refrigeração ($8^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $85\%\pm 3\%$ de UR).

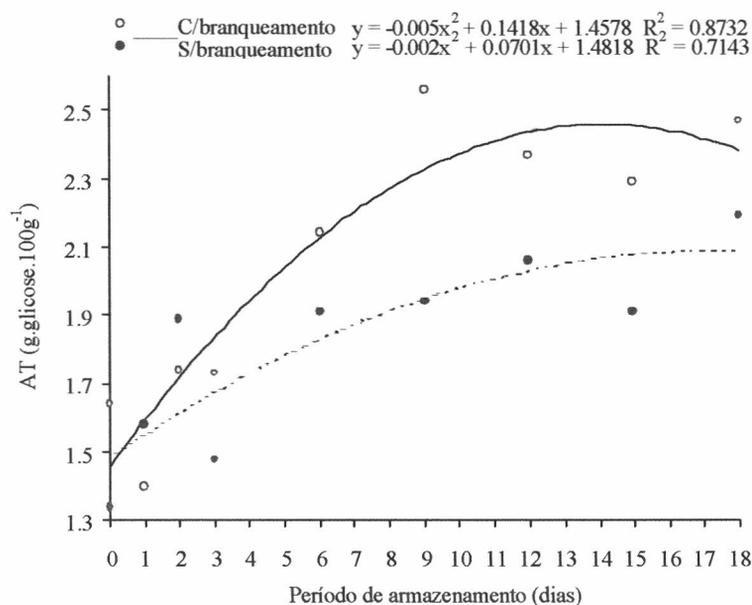


FIGURA 4 – Açúcar total (g glicose.100g⁻¹) de raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento, armazenadas sob refrigeração (8°C±0,5°C e 85%±3% de UR).

Esse acréscimo nos açúcares totais foi decorrente do aumento nos teores de açúcares redutores (glicose) e não-redutores (sacarose), resultado da hidrólise do amido, os quais apresentaram interação significativa entre período de armazenamento e os tratamentos, havendo uma variação crescente. Por esses resultados, confirmam-se os de Kawabata et al. (1986) que, estudando o armazenamento e tratamento térmico nos constituintes glicídicos em mandioca, relataram aumento nos teores de açúcares totais. Para Maini & Balagopal (1978) esse aumento nos AT's e a diminuição do amido, durante o armazenamento, favorecem a invasão microbiana. Em contrapartida, Miya et al. (1975) observaram que cultivares com maiores teores de açúcares apresentavam sabor adocicado, e foram preferidas em testes sensoriais.

Em relação aos açúcares redutores, houve diferença significativa entre os teores durante o período de armazenamento, com variação crescente de 0,2 a 1,2 g glicose.100g⁻¹, e com aplicação do branqueamento, houve acréscimo de 0,34 a 0,64 g glicose.100g⁻¹ (Figura 5).

Os açúcares não-redutores apresentaram interação significativa entre o período de armazenamento e os tratamentos, havendo variação crescente até o 6º dia, e posterior decréscimo, conforme Figura 6. Os teores de sacarose ou açúcares não-redutores variaram de 0,62 a 2,35 g glicose.100 g⁻¹, enquanto Coelho (1992) observou que os teores médios de açúcares não-redutores de três cultivares de mandioca em oito épocas de colheita variaram de 0,3 a 1,9%. Este incremento inicial nos teores de açúcares não-redutores pode ser atribuída à hidrólise de polissacarídeos insolúveis, principalmente do amido, a açúcares solúveis, ocasionando aumento no teor de sacarose (Carvalho et al., 1982). Posteriormente, com a hidrólise da sacarose, houve aumento dos teores de açúcares redutores.

Polifenoloxidase (PFO)

Observaram-se diferenças significativas do período de armazenamento das raízes em relação à atividade da polifenoloxidase, bem como da aplicação do branqueamento. Detectou-se também interação entre o período

de armazenamento e a aplicação de branqueamento nas raízes (Figura 7).

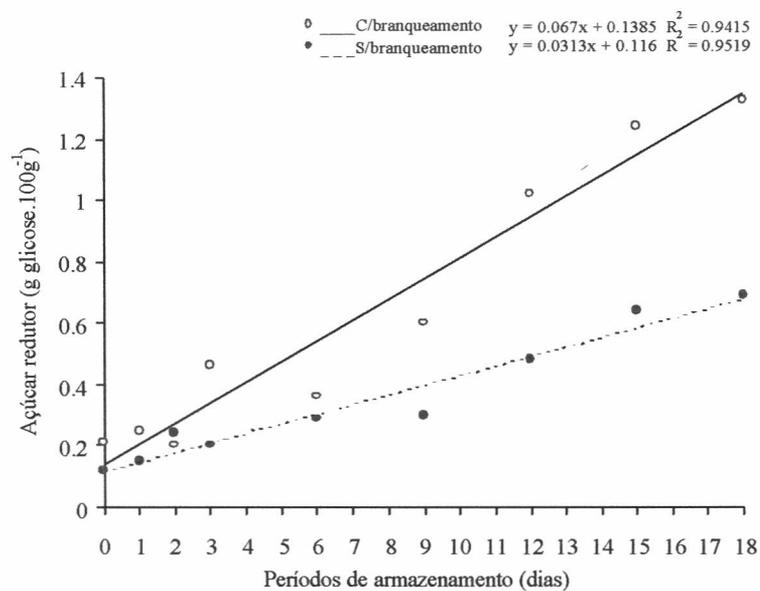


FIGURA 5 – Açúcares redutores de raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento armazenadas sob refrigeração ($8^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $85\%\pm 3\%$ de UR).

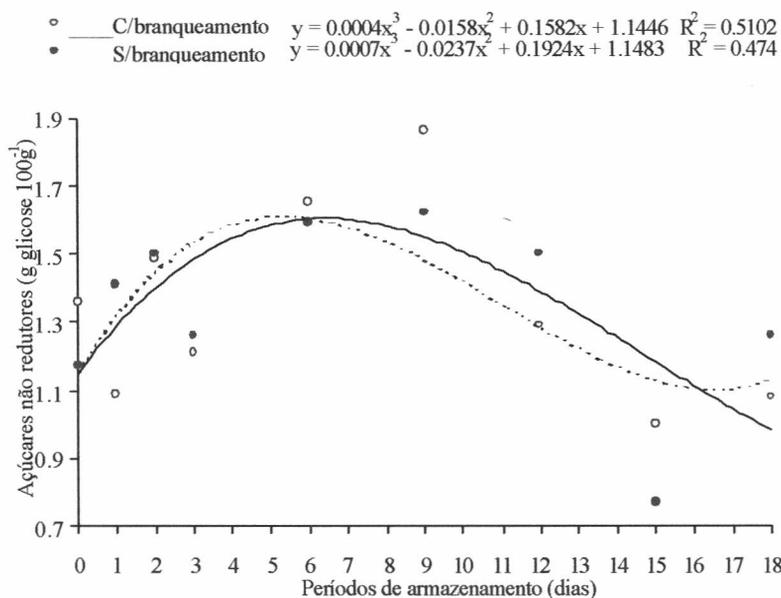


FIGURA 6 – Açúcares não-redutores de raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento, armazenadas sob refrigeração ($8^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ de UR).

Os valores da atividade variaram de $34,73$ a $91,98 \text{U.g}^{-1}.\text{minuto}^{-1}$ durante o período de armazenamento, e raízes sem branqueamento apresentaram atividade máxima no 11º dia de armazenamento e as raízes branqueadas, aos 18 dias de armazenamento. Esses valores assemelham-se aos encontrados por Coelho (1992) ao avaliar diferentes idades de colheita de três cultivares de mandioca, cuja atividade variou de 17 a $75 \text{U.g}^{-1}.\text{minuto}^{-1}$ no dia da colheita.

A PFO não pertence à classe das enzimas termorresistentes, e a simples aplicação de calor aos alimentos, como, por exemplo, o branqueamento, pode inativá-la (Araújo, 1999). Existe, entretanto, uma relação entre temperatura e tempo de exposição; assim, o tempo de exposição das raízes ao calor, no caso 30 segundos, não foi suficiente para inativação total da enzima, pois houve atividade crescente durante o armazenamento. Entretanto, a reação secundária à oxidação de compostos fenólicos (produção de pigmentos escuros insolúveis) foi afetada, pois não houve o escurecimento dos tecidos em raízes branqueadas até os 15 dias após a colheita, o que foi detectado no 9º dia de armazenamento em raízes não-branqueadas. O uso de calor em raízes de mandioca pode acarretar alguns problemas, como mudanças desfavore-

ráveis na textura e na coloração; porém, a exposição das raízes da cultivar Baianinha ao calor por 30 segundos não afetou as características visuais aceitáveis para a comercialização, além de proporcionar o controle do escurecimento característico de deterioração fisiológica.

Peroxidase (PER)

No decorrer do período de armazenamento houve diferença significativa na atividade da enzima peroxidase, com comportamento crescente e, ao aplicar branqueamento nas raízes, também foi observado efeito significativo na atividade da peroxidase. Houve interação significativa entre o período de armazenamento das raízes e aplicação do branqueamento (Figura 8).

Os valores médios de atividade da enzima PER nas raízes da cultivar Baianinha variaram de $49,89$ a $105,97 \text{U.g}^{-1}.\text{minuto}^{-1}$ no período de armazenamento. Esses valores foram superiores aos encontrados por Gimenez (1991) para a cultivar Guaxupé (20 a $80 \text{U.g}^{-1}.\text{minuto}^{-1}$), em três épocas de armazenamento, num período de 9 dias, e por Coelho (1992) para três cultivares de mandioca, em 8 períodos distintos de colheita (27 a $87 \text{U.g}^{-1}.\text{minuto}^{-1}$).

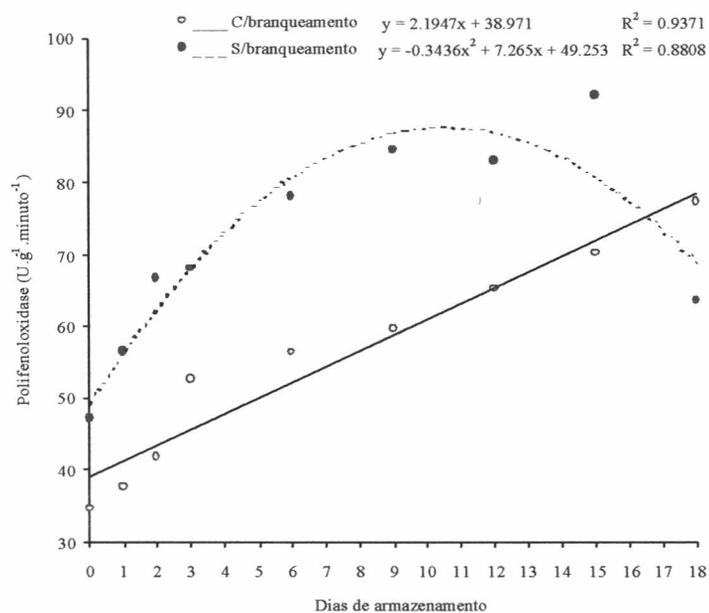


FIGURA 7 – Atividade ($U.g^{-1}.minuto^{-1}$) da polifenoloxidase (PFO) em raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento armazenadas sob refrigeração ($8^{\circ}C \pm 0,5^{\circ}C$ e $85\% \pm 3\%$ de UR).

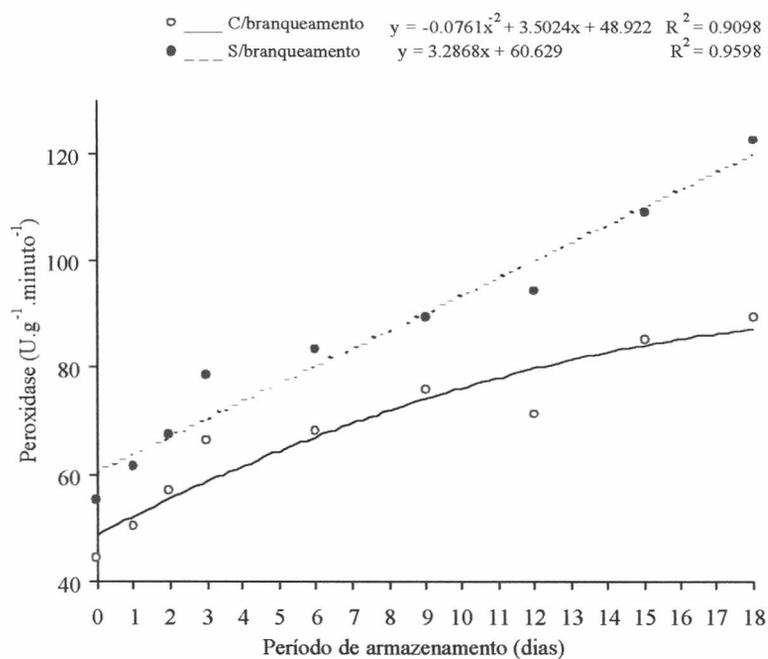


FIGURA 8 – Atividade ($\text{U.g}^{-1}.\text{minuto}^{-1}$) da peroxidase (PER) em raízes de mandioca minimamente processadas com e sem branqueamento, armazenadas sob refrigeração ($8^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $85\%\pm 3\%$ de UR).

A atividade da peroxidase está relacionada ao aparecimento de sabores estranhos em alimentos termicamente processados de maneira inadequada (Araújo, 1999). Como a enzima peroxidase é considerada uma das enzimas mais termorresistentes, na maioria dos casos, é necessário um branqueamento entre $90\text{-}100^{\circ}\text{C}/3,0$ minutos para destruí-la (Araújo, 1999). Dessa forma, mediante a atividade dessa enzima observada nas raízes branqueadas pode-se afirmar que o tempo de exposição ao calor não foi suficiente para sua inativação total.

Deterioração fisiológica

Por meio da identificação visual, constatou-se que, nas raízes branqueadas, o escurecimento vascular, que é o principal sinal característico de deterioração fisiológica, manifestou-se no 15^o dia de armazenamento. Quando não houve a aplicação do branqueamento, as raízes apresentaram feixes vasculares enegrecidos no 9^o dia de armazenamento.

O branqueamento aplicado às raízes da mandioca Baianinha proporcionou um controle eficaz nos processos da deterioração fisiológica e, conseqüentemente, um aumento de 66,6% na vida de prateleira em relação às raízes sem branqueamento.

CONCLUSÕES

O período de armazenamento e o branqueamento das raízes levaram a um aumento do tempo de cocção das mesmas, mas não superou os limites de enquadramento de classificação da qualidade de cocção da cultivar Baianinha como “regular”.

O escurecimento das raízes da cultivar Baianinha foi controlado efetivamente até o 15^o dia de armazenamento, em condições de refrigeração, por meio do branqueamento de suas raízes por 30 segundos.

O branqueamento das raízes proporcionou um aumento de 66,6% na vida de prateleira da cultivar Baianinha, armazenada sob condições de refrigeração.

O tempo de exposição de 30 minutos das raízes ao branqueamento não foi efetivo na inativação da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, mas houve a prevenção do escurecimento das raízes até o 15^o de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. de S.; ROCHA, B. V. da; CORREA, H. Armazenamento de raízes de mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 59/60, p. 94-96, nov./dez. 1979.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1999. 416 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 2 v.

BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G. Storage of tuber crops. **Indian Farming**, New Delhi, v. 33, n. 12, p. 51-53;71, Mar. 1984.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução a química dos alimentos. 2. ed. São Paulo: Varela, 1995. 231 p.

BORGES, M. de F.; CARVALHO, V. D. de; FUKUDA, W. M. G. Efeito de tratamento térmico na conservação pós-colheita de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 7-18, jun. 1992.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; CLEMENTE, E.; LEITE, I. P. Relação entre compostos fenólicos, atividade da peroxidase e polifenoloxidase e deterioração fisiológica em raízes de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 2, p. 89-96, 1985.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; HUEI-WANG, S. Armazenamento pós-colheita de mandioca. II. Efeito das alterações no grau de deterioração fisiológica e na composição físico-química e química de seis cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 1, n. 1, p. 25-34, 1982.

CEREDA, M. P.; LIMA, V. de A. Aspectos sobre a fermentação da fécula de mandioca. III. Determinação dos ácidos orgânicos. **Turrialba**, San Jose, v. 35, n. 1, p. 19-24, ene./mar. 1985.

CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S.; WOSIACKI, G.; ABBUD, N. S.; ROCA, R. de O. A mandioca (*Manihot esculenta* C) cultivar Pioneira. 3. Características culinárias. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 33, n. 3, p. 511-525, out. 1990.

- CIACCO, C. F.; CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, [19--?]. 152 p.
- COCK, J. H. **Cassava: new potencial for a neglected crop**. Boulder: Westview Press, 1985. 191 p.
- COCK, J. H. **La yuca, nuevo potencial para un cultivo tradicional**. Cali: CIAT, 1990. 240 p.
- COELHO, A. H. R. **Efeito da idade de colheita sobre o grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1992. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- FERHMAN, H.; DIAMOND, A. E. Peroxidase activity and phytophthora resistance in different organs of the potato plant. **Phytopathology**, Lancaster, v. 57, p. 69-72, Jan. 1967.
- FERREIRA, M. E. **Efeito do armazenamento na composição, cocção e características do amido das raízes de algumas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1986. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- GIMENEZ, R. **Deterioração fisiológica e alguns componentes químicos em secções de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Guaxupé durante o armazenamento**. 1991. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- HERNANDEZ, E. S. M.; GUILLEN, J. C. Composición química de seis variedades de yuca *Manihot esculenta* Crantz en distintas etapas de desarrollo. **Agricultura Técnica en México**, Mexico, v. 10, n. 1, p. 3-15, ene./jun.1984.
- KATO, M. do S. A.; SOUZA, S. M. C. Conservação de raízes após colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 9-14, jan. 1987.
- KAWABATA, A.; SAWAYAMA, S.; ROSÁRIO, R. R.; NOEL, M. G. Effect of storage and heat treatments on the sugar constituents in cassava and yambean roots. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, Tokyo, v. 33, n. 6, p. 441-449, 1986.
- MAINI, S. B.; BALAGOPAL, C. Biochemical changes during post-harvest deterioration of cassava. **Journal of Root Crops**, Trivandrum, v. 4, n. 1, p. 31-33, 1978.
- MARRIOT, J.; BEEN, B. O.; PERKINS, C. The aetiology of vascular discoloration in cassava roots after harvesting: association with water loss from wounds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 44, p. 58-42, Sept. 1978.
- MIYA, E. E.; SILVA, S. D. da; PEREIRA, A. S.; SHIROSE, I.; ANGELUCCI, E. Avaliação quimico-sensorial de novos cultivares de mandioca. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 257-275, Jun. 1975.
- MONTALDO, A. Vascular streaking of cassava root tubers. **Tropical Science**, London, v. 15, n. 1, p. 39-46, 1973.
- MOORE, C. O.; TUSCHHOFF, V. J.; HASTINGS, C. W.; SCHANEFELT, R. V. Applications of starches in foods. In: WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N.; PASCHALL, E.F. (Ed.). **Starch: chemistry and technology**. San Diego: Academic Press, 1984. p. 575-591.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 375-390, May, 1944.
- PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L. Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 1, p. 27-32, Jun. 1985.
- PONTING, J. D.; JOSLYN, M. A. Ascorbic acid and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 19, n. 1, p. 47-63, Oct., 1948.
- RICHARDSON, T. Enzymes. In: FENNEMA, D.R. **Principles of food science: food chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1976. v.4, cap. 6, p. 285-345.
- ROLLE, R. S.; CHISM III, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 3, p. 656-659, May/June 1989.
- SOUTHGATE, D. A. T. **Determination of foods carbohydrates**. London: Elsevier Applied Science, 1991. 232 p.

SRIROTH, K.; PIYACHOMKWAN, K.; CHOTINEERANAT, S.; CHOLLAKUP, R.; SANTISOPASRI, V.; OATES, C. G. Impact of drought during early growth on cassava starch quality. In: CARVALHO, L. J. C. B.; THRO, A. M.; VILARINHOS, A. D. **Cassava: biotechnology**. Brasília: EMBRAPA. Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 367-376.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas, modos comprobados**. Madrid: Paz Montavalvo, 1967. 428 p.

VAN LELYVELD, L. J.; DE BRUYN, J. A. Polyphenols, ascorbic acid and related enzyme activities associated with black heart in Cayenne pineapple fruit. **Agrochimica**, Pretoria, v. 9, n. 1, p. 1-6, Mar. 1977.

WHEATLEY, C. C.; GÓMEZ, G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. **Qualitas Plantarum**, Netherlands, v. 35, n. 2, p. 121-129, 1985.