

EFEITO DE TRATAMENTO TÉRMICO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE MESA¹

MARIA DE FÁTIMA BORGES², VÂNIA DÉA DE CARVALHO³
e WÂNIA MARIA GONÇALVES FUKUDA⁴

RESUMO - A conservação pós-colheita de raízes da variedade de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa Maragogipe, cultivada na sede do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMP), Cruz das Almas, Bahia, no ano agrícola de 1988/1989, foi avaliada aos oito e 10 meses após o plantio. Após a colheita, lavagem e seleção, as raízes foram submetidas a tratamentos térmicos, embaladas em sacos de polietileno e armazenadas sob condições ambiente por 15 dias. A intervalos de três dias, as raízes foram avaliadas quanto ao tempo de cocção, características sensoriais da polpa cozida, teores de amido e açúcares e porcentagem de deterioração pós-colheita. O tempo de cocção das raízes oscilou entre 12 e 33 minutos. As características sensoriais da polpa cozida não apresentaram variações significativas tanto em função dos tratamentos como do período de armazenamento, exceto para o sabor que passou de característico a doce. Aos 10 meses as raízes não apresentaram cozimento culinário adequado. Houve redução significativa nos teores de amido e consequentemente aumentos significativos nos teores de açúcares. A deterioração fisiológica foi prevenida pelo uso de embalagem de polietileno. Por outro lado, os tratamentos térmicos não foram eficazes na prevenção da deterioração microbiana.

Termos para indexação: mandioca mansa, aipim, macaxeira, deterioração pós-colheita, embalagens de polietileno.

EFFECT OF HEAT TREATMENT OF THE POST-HARVEST CONSERVATION OF SWEET CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) ROOTS

ABSTRACT - Post-harvest conservation of sweet cassava roots cv. Maragogipe produced at National Research Center of Cassava and Tropical Fruits/EMBRAPA, Bahia, during 1988/89, was evaluated at 8 and 10 months after planting. Following harvesting, washing and selecting, roots were heat treated, packaged in polyethylene bags and stored under natural environment for 15 days. At time intervals of 3 days, roots were evaluated for cooking sensory characteristics of the cooked pulp, starch and sugar content and post-harvest deterioration percentage. Cooking time varied from 12 to 33 minutes. Sensory characteristics of the cooked pulp did not show significant variation neither as a result of heat treatment nor as a consequence of the storage time, except for the taste that became sweetish. A significant reduction of the starch content and consequently a significant increase of the sugar content was observed. Physiological deterioration was prevented by the use of polyethylene bags, however the heat treatment was not effective in preventing microbial action.

Index terms: sweet cassava, post-harvest deterioration, polyethylene package.

¹ Aceito para publicação em 23 de dezembro de 1992.

Trabalho apresentado no VII Congresso Brasileiro de Mandioca, Recife, PE, 21 a 25 de setembro de 1992.

² Farmacêutica-Bioquímica, M.Sc., Bolsista do CNPq/EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMP), Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA.

³ Eng^o Agr^o, D.S., Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras, MG.

⁴ Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMP), Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA.

INTRODUÇÃO

A rápida deterioração pós-colheita e qualidade culinária das raízes são os fatores que mais limitam a comercialização e o consumo de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) fresca (aipim, macaxeira), principalmente nos grandes centros urbanos.

Após a colheita, as raízes podem sofrer dois tipos de deterioração: fisiológica e microbiana. Estas deteriorações manifestam-se com perda de qualidade das raízes, que as tornam inaceitáveis para alimentação humana e outros fins. Estima-se que cerca de 23% da produção mundial de raízes de mandioca é perdida por deterioração pós-colheita, fato que pode ser atribuído à falta de técnicas adequadas de armazenamento de raízes frescas, o que assume considerável importância econômica e social.

A deterioração fisiológica, considerada primária, inicia-se durante as primeiras 24-48 horas depois da colheita, devido acumulação de certos compostos fenólicos como a escopoletina, escopolina e esculina que se polimerizam formando estrias azul-escuro ao longo da raiz (MONTALDO 1973, BOOTH 1976, TANAKA et al. 1983). Essa deterioração começa nos danos mecânicos que ocorrem quase sempre nas extremidades da raiz durante a colheita. Por outro lado, a deterioração microbiana, considerada secundária, ocorre a partir do 5-7º dia da colheita, e é causada principalmente por fungos e bactérias (BOOTH 1974, NOON & BOOTH 1977, CHALFOUN & CARVALHO 1982, TANAKA et al. 1983). Os sintomas dessa deterioração se caracterizam pela formação de estrias ao redor do local afetado, que posteriormente, se transformam em podridão úmida com fermentação dos tecidos da raiz (THOMPSON et al. 1978, RICKARD & COURSEY 1981). Dentre os microrganismos isolados envolvidos na deterioração microbiana de raízes destacam-se os seguintes gêneros: *Fusarium*, *Penicillium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Erwinia*, *Botrydipodia*, *Trichoderma* e *Verticillium*.

Com o propósito de solucionar o problema de perdas por deterioração

pós-colheita e, conseqüentemente, aumentar a demanda e as opções de comercializações de raízes frescas de mandioca de mesa, foram desenvolvidas várias técnicas para conservação de raízes. No entanto, a nível comercial, essas técnicas têm sido pouco utilizadas. As mais sofisticadas têm limitações devido a seu alto custo, e o uso de técnicas mais simples, de menor custo, não se tem concretizado na prática, apesar dos resultados satisfatórios que se têm obtido na pesquisa.

A embalagem de raízes frescas, previamente tratadas com agente antimicrobiano, em sacos de polietileno, tem sido o método de conservação mais recomendado (CARVALHO et al. 1984, CARVALHO et al. 1985, WHEATLEY 1987). Através desse processo mantém-se a umidade relativa em torno de 85%, prevenindo a deterioração fisiológica, enquanto a microbiana é controlada pelo tratamento com agente antimicrobiano. Dessa forma, as raízes podem ser armazenadas por um período de aproximadamente 15 dias, sem alterar a qualidade culinária. Contudo, a aplicação de agente antimicrobiano sobre as raízes eleva o custo do produto e pode apresentar problemas de toxidez residual.

Técnicas que visam a destruição de microrganismos deterioradores, como o emprego de temperatura elevada, têm sido eficazes na prevenção da deterioração microbiana, durante o armazenamento de frutas tropicais. Segundo MANICA (1981, 1982), a imersão de manga e mamão em água quente, 56°C por 5 minutos e 48°C por 2 minutos, respectivamente, tem-se mostrado eficiente no controle de fungos deterioradores dessas frutas após a colheita. A eliminação da microbiota nativa das raízes, logo após a colheita, pela imersão, em água quente, associada a embalagem em sacos de polietileno, poderia solucionar o problema de deterioração microbiana das raízes após a colheita, sem no entanto, utilizar agente antimicrobiano.

Objetivou-se com este trabalho estudar a conservação pós-colheita de raízes da cultivar Maragogipe, mediante a embalagem das raízes, previamente tratadas com água quente, visando prevenir a deterioração pós-colheita e manter a qualidade das raízes.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no ano agrícola de 1988/89, no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMT), da EMBRAPA, em Cruz das Almas, BA, onde ocorre uma precipitação média de 1.200 mm, temperatura média de 24°C e umidade relativa em torno de 80%, num Latossolo Amarelo moderado, textura franco argilo-arenosa.

Os experimentos foram analisados de acordo com o delineamento inteiramente casualizado no fatorial $2 \times 2 \times 6 + 6$, onde os fatores foram representados pela temperatura e tempo de tratamento térmico, período de armazenamento e controle, respectivamente.

A colheita das raízes foi realizada aos oito e 10 meses após o plantio. As operações de colheita e transporte, até o local de preparo, foram realizadas com o máximo de cuidado para evitar danos mecânicos às raízes. Durante o preparo, as raízes foram selecionadas, lavadas e divididas em cinco grupos de 90 kg.

O primeiro grupo de raízes representou o tratamento controle. Neste, os 90 kg de raízes, logo após a lavagem, foram subdivididos em 18 unidades de 5 kg e embaladas em sacos de polietileno. Os outros quatro grupos de raízes representaram os tratamentos térmicos assim especificados: imersão das raízes, após a lavagem, em banho-maria a 50°C por 4 e 6 minutos e a 60°C por 2 e 4 minutos, respectivamente. Após cada tratamento térmico, cada grupo de raízes (90 kg) foi subdividido em 18 unidades de 5 kg, as quais foram embaladas em sacos de polietileno. Após a embalagem, todas as unidades foram fechadas com auxílio de um grampeador e as extremidades do fundo cortadas para evitar a umidade excessiva no interior da embalagem. Em seguida, as embalagens foram armazenadas em bancadas de laboratório sob condições ambiente, onde a temperatura variou de 21 a 29°C e de 19 a 26°C para as raízes colhidas aos oito e 10 meses, respectivamente.

Durante o armazenamento, a qualidade das raízes foi avaliada, a intervalos de três dias, durante 15 dias, tomando-se três embalagens de cada tratamento. As avaliações foram realizadas

conforme descrito a seguir.

A qualidade culinária foi avaliada segundo metodologia proposta por PEREIRA et al. 1985 e FUKUDA & BORGES 1988, pela determinação do tempo de cocção da polpa crua e sabor, textura, presença de fibras e consistência da polpa cozida.

A deterioração pós-colheita foi determinada tomando-se 15 raízes de cada tratamento. Destas, selecionaram-se cinco raízes com deterioração microbiana e retiraram-se amostras para isolamento e caracterização dos microrganismos presentes utilizando-se agar de soja tripticaseína para isolamento de bactérias, e agar batata dextrosado para isolamento de fungos. As demais raízes foram cortadas em rodela fina e avaliadas quanto a porcentagem de deterioração observada ao longo das raízes, conforme escala proposta por ORREGO & WHEATLEY (s.d.).

Os parâmetros químicos foram constituídos pelas análises dos teores de amido, açúcares totais, redutores e não redutores. Estes constituintes foram determinados pelo método LANE ENYON (AOAC 1970) e pelo método colorimétrico SOMOGY modificado por NELSON (1944). Os teores foram expressos com base na matéria seca.

As variáveis foram submetidas à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo médio de cocção das raízes (Tabela 1), colhidas aos oito meses após o plantio não apresentou variação significativa entre os tratamentos e o período de armazenamento, exceto para o tratamento a 60°C por 2 minutos, no qual as raízes, nos primeiro e terceiro dias de armazenamento apresentaram tempo de cocção significativamente menor do que o tratamento a 50°C por 6 minutos. Nesse tratamento também houve aumento significativo do tempo de cocção no 15º dia em relação ao primeiro dia de armazenamento (Tabela 1). Considerando-se que as raízes de boa qualidade devem cozinhar, no máximo, entre 15-30 minutos (WHEATLEY

TABELA 1 - Tempo médio de cocção (min.) de raízes da mandioca de mesa 'Maragogipe', colhidas aos oito meses, durante o armazenamento. Cruz das Almas, BA, 1988, 89

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						
	1	3	6	9	12	15	
Controle	22 aAB	24 aA ³	24 aA	26 aA	22 aA	33 aA	
50°C	4 min.	22 aAB	24 aAB	24 aA	22 aA	27 aA	23 aA
	6 min.	26 aA	31 aA	19 aA	25 aA	29 aA	22 aA
60°C	2 min.	12 bB	15 abB	22 abA	22 abA	22 abA	25 aA
	4 min.	22 aAB	23 aAB	18 aA	20 aA	20 aA	20 aA

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5% de significância

1987, NORMANHA 1988) e que as variações observadas no tempo de cocção durante o armazenamento oscilou entre 12 e 33 minutos, pode-se concluir que os tratamentos não afetaram a cocção das raízes. SARMENTO & CEREDA (1990), também observaram que o armazenamento, por um período de cinco dias, não afetou o tempo de cocção de raízes de mandioca, tanto armazenadas sob condições ambiente, como sob refrigeração (2°C/80% UR). As raízes colhidas aos 10 meses após o plantio, não apresentaram cozimento culinário adequado, apesar da normal gelatinização dos grânulos de amido no interior das células da polpa. Ao que parece ainda não há uma explicação plausível para o fenômeno. WHEATLEY & GOMEZ (1985) observaram, também, variações no cozimento culinário das raízes de algumas variedades dos oito aos 12 meses, o qual passou de adequado para não adequado.

Os grânulos de amido da raiz de mandioca encontram-se nas células do tecido parenquimatoso do xilema. Essas células mantêm-se unidas umas às outras através da membrana lamela média, a qual encerra, em proporções variáveis, principalmente celulose, pectina, ácido pectico e pectatos de cálcio e

magnésio, cujo arranjo estrutural contribui para a rigidez natural desses tecidos. Mas qualquer fator que provoque o enfraquecimento ou rompimento desses componentes resulta na desunião das células. Para explicar, em parte, o cozimento pleno das raízes de mandioca, NORMANHA (1988) admite, por hipótese, e até certo ponto por analogia com o processo de amarelecimento que ocorre com a polpa de frutos carnosos durante o amadurecimento, que o calor gerado pela ebulição da água, em torno de 98°C, catalisaria ou desencadearia o processo de precipitação do cálcio das moléculas dos derivados pecticos, resultando, então, no rompimento das células parenquimatosas. Esse processo tornaria a polpa opaca e farinácea e com sabor característico.

Com base nessas considerações, admite-se que o mal cozimento das raízes de mandioca de mesa se deva principalmente a fatores que não permitem o rompimento completo das células parenquimatosas. Ao que parece, este fenômeno não está relacionado com o teor de amido, uma vez que as raízes continham alto teor de amido aos 10 meses (82,17%). OSTERTAG et al. (1988) consideram que a característica mais importante que uma mandioca de mesa deve ter para ser considerada boa para consumo fresco é

um alto teor de amido, pois este é que determina o sabor característico das raízes preparadas.

As características sensoriais da polpa cozida não foram afetadas nem pelos tratamentos térmicos nem pelos períodos de armazenamento, a que as raízes foram submetidas (Tabela 2). Apenas o sabor variou em função do tempo de armazenamento, o qual passou de característico a doce. Esta variação ocorreu em função do aumento no teor de açúcares das raízes (Tabelas 4 e 5).

O decréscimo observado no teor de amido das raízes colhidas aos oito (84%) e 10 (82,96%) meses (Tabela 2), não foi significativo, mas o cozimento culinário das raízes passou de adequado para inadequado. WHEATLEY & GOMEZ (1985) verificaram que as raízes de duas de quatro variedades estudadas apresentaram decréscimos significativos no teor de amido dos oito aos 10 meses de idade, seguido de cozimento culinário inadequado.

O teor de amido das raízes, durante o período de armazenamento, pode ser observado na Tabela 3. Houve um decréscimo significativo no teor de amido das raízes tanto em função dos tratamentos térmicos como do armazenamento. O efeito dos tratamentos térmicos sobre a redução do amido pode ser melhor observado no primeiro dia de armazenamento, no qual verificou-se um decréscimo de 3 a 4%, para os tratamentos a 50°C e de 5 a 9% para os tratamentos a 60°C. Isto indica que houve hidrólise parcial do amido, principalmente nas extremidades e nos locais danificados das raízes. A partir do terceiro dia observou-se um efeito sinérgico dos tratamentos térmicos e do tempo de armazenamento na redução do teor de amido. Nos 12º e 15º dias não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O decréscimo no teor de amido das raízes pode ser atribuído a conversão do amido para açúcar, que ocorreu durante o armazenamento e a deterioração microbiana. Outros autores (MAIMI & BALAGOPALAN 1978, CARVALHO et al. 1982, CAMPOS 1987, BALAGOPALAN et al. 1988) observaram, também, haver conversão do amido para

açúcares durante o armazenamento de raízes de mandioca.

Observou-se um aumento significativo nos teores de açúcares das raízes, nas duas épocas de colheita, durante o período de armazenamento (Tabelas 4 e 5). Esse incremento nos teores de açúcares explica o sabor doce detectado na polpa cozida, durante o armazenamento. O acréscimo detectado nos teores de açúcares não foi proporcional ao decréscimo nos teores de amido. No primeiro dia de armazenamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Acredita-se que os açúcares resultantes da hidrólise parcial do amido, causada pelos tratamentos térmicos, não tenham sido detectados, uma vez que esta foi localizada (extremidades e locais danificados das raízes). Ainda supõe-se que parte dos açúcares tenha sido metabolizada pelos microrganismos deterioradores observados já no terceiro dia (Tabela 6). Os açúcares totais, nas duas épocas de colheita, variaram entre 1,24 a 1,89%, no primeiro dia, e 1,47 a 3,26% no 15º dia de armazenamento. Em estudos realizados com as cultivares Sonora, Guaxupé e IAC-12829, o teor de açúcares totais aumentou de 1,19 para 2,30% em uma semana de armazenamento (CAMPOS 1987). KAWABATA et al. (1986) constataram um aumento de 0,52 a 3,14% no teor de açúcares totais, da cultivar Lakan, nas duas primeiras semanas de armazenamento, os quais atribuíram este rápido aumento no conteúdo de açúcares totais a transformações metabólicas do amido para açúcares.

A porcentagem de deterioração pós-colheita das raízes, nas duas épocas de colheita, pode ser observada na Tabela 6. As raízes dos tratamentos controle não apresentaram qualquer sintoma de deterioração fisiológica durante o armazenamento, constatando a eficiência da embalagem de polietileno na prevenção desta deterioração. Por outro lado, a partir do sexto dia foi observado início de deterioração microbiana, a qual evoluiu durante o armazenamento, até o apodrecimento quase total das raízes. Dentre os microrganismos deterioradores foram isolados fungos pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Penicillium* e *Phytophthora*. Segundo vários autores (BOOTH 1976, RICKARD & COURSEY 1981, WHEATLEY 1987, COOKE et al. 1988) a alta umidade relativa (85%) e a baixa tensão de oxigênio do meio proporcionadas pela embalagem de polietileno

TABELA 2 - Características sensoriais da polpa cozida de raízes da mandioca de mesa 'Maragogipe', colhidas aos oito meses, durante o armazenamento. Cruz das Almas, BA, 1988/89

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	1	3	6	9	12	15
Sabor						
Controle	C	C	D	D	D	D
50°C	4 min.	C	C	D	D	D
	6 min.	C	C	D	D	D
60°C	2 min.	C	C	D	D	D
	4 min.	C	C	D	D	D
Textura						
Controle	F	F	F	F	F	F
50°C	4 min.	F	F	F	F	F
	6 min.	F	F	F	F	F
60°C	2 min.	F	F	F	F	F
	4 min.	F	F	F	F	F
Fibra						
Controle	S	S	S	S	S	S
50°C	4 min.	S	S	S	S	S
	6 min.	S	S	S	S	S
60°C	2 min.	S	S	S	S	S
	4 min.	S	S	S	S	S
Consistência						
Controle	P	P	P	P	P	P
50°C	4 min.	P	P	P	P	P
	6 min.	P	P	P	P	P
60°C	2 min.	P	P	P	P	P
	4 min.	P	P	P	P	P

C = característico; D = doce; F = farinhenta; S = sem; P = plástica

TABELA 3 - Teor médio de amido (%) de raízes da mandioca de mesa 'Maragogipe', colhidas aos oito e 10 meses, durante o armazenamento. Cruz das Almas, BA, 1988/89

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						
	1	3	6	9	12	15	
8 meses							
Controle	83,88 aA	83,11 aA	81,65 abA	78,68 bcA	77,31 cdA	74,04 dA	
50°C	4 min.	81,03 aAB	79,59 abAB	78,13 abAB	78,37 abA	76,44 bcA	73,25 cA
	6 min.	80,16 aBC	79,03 abB	78,68 abAB	76,44 abcA	75,95 bcA	74,03 cA
60°C	2 min.	77,75 aBC	77,53 aBC	76,82 aBC	76,03 abA	74,36 abA	72,41 bA
	4 min.	76,66 aC	76,01 aC	74,04 abC	75,21 abA	73,81 abA	71,79 bA
10 meses							
Controle	82,17 aA	81,98 aA	80,75 abA	79,71 abA	77,01 bcA	75,24 cA	
50°C	4 min.	80,78 aAB	79,59 aAB	78,78 aAB	77,53 abABC	75,00 bA	74,15 bA
	6 m	79,18 aBC	78,53 abAB	78,00 abAB	78,71 abAB	75,16 bA	74,98 bA
60°C	2 min.	78,11 aBC	77,32 abB	76,75 abB	75,25 abcBC	73,77 bcA	72,07 cA
	4 min.	77,03 aC	76,69 abB	75,77 abB	74,99 abC	74,00 abA	73,01 bA

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5% de significância

previnem a deterioração fisiológica, porém favorece a microbiana. Nos demais tratamentos, a deterioração fisiológica também foi controlada pela embalagem de polietileno, exceto, para o tratamento a 60°C por 4 minutos, na segunda colheita. Neste tratamento, algumas raízes (2%) apresentaram sintomas de deterioração fisiológica nos locais danificados durante a colheita. A ocorrência desta deterioração pode ser atribuída aos danos físicos e ao tempo transcorrido entre a colheita e a embalagem das raízes. O tempo entre a colheita e a embalagem das raízes não deve ser superior a três horas (WHEATLEY 1987).

Em todos tratamentos térmicos, a partir do terceiro dia de armazenamento, entre 2 e 7%

das raízes apresentaram sintomas de deterioração microbiana nos locais danificados durante a colheita. Essa deterioração evoluiu durante o armazenamento, afetando entre 36 a 40% das raízes até o 15º dia. Dentre os microrganismos isolados, predominaram as bactérias saprófitas deterioradoras. Somente no tratamento a 50°C por 6 minutos, no nono, 12º e 15º dias de armazenamento, foram isolados fungos *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. O desenvolvimento de microrganismos, já no terceiro dia de armazenamento pode ser considerado precoce, uma vez que esses, normalmente, aparecem entre o quinto e sétimo dias. Essa deterioração precoce das raízes pode ser devida a ocorrência de hidrólise parcial do amido da entrecasca e da polpa exposta, principalmente nas extremidades das raízes, por ocasião do tratamento térmico. O

TABELA 4 - Teor médio de açúcares (%) de raízes da mandioca de mesa 'Maragogipe', colhidas aos oito meses, durante o armazenamento. Cruz das Almas, BA, 1988/89

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)						
	1	3	6	9	12	15	
Açúcares redutores							
Controle	0,23 bA	0,27 bA	0,27 bA	0,30 aA	0,33 abA	0,43 aAB	
50°C	4 min.	0,20 bA	0,30 abA	0,32 abA	0,36 aA	0,32 abA	0,37 aB
	6 min.	0,19 cA	0,25 cdeA	0,39 bcA	0,40 bA	0,34 bcdA	0,55 aA
60°C	2 min.	0,21 eA	0,24 bA	0,36 bA	0,34 bcA	0,27 bA	0,55 aA
	4 min.	0,23 cA	0,29 bcA	0,42 abA	0,43 abA	0,38 abA	0,44 aAB
Açúcares não redutores							
Controle	1,29 bcA	1,41 bcA	2,27 aA	2,03 abA	1,36 bcABC	0,99 cB	
50°C	4 min.	1,21 cA	1,51 bcA	1,84 abcAB	2,01 abA	1,52 bcAB	2,43 aA
	6 m	0,99 cA	1,16 bcA	1,54 bcBC	1,04 cB	1,79 abA	2,29 aA
60°C	2 min.	1,17 aA	1,09 aA	1,14 aBCD	1,18 aB	1,04 aB	0,89 aB
	4 min.	1,26 aA	0,97 aA	0,80 aD	0,69 aB	0,71 aC	1,28 aB
Açúcares totais							
Controle	1,59 cA	1,74 bA	2,66 aA	2,43 aA	1,76 bAB	1,47 cB	
50°C	4 min.	1,48 cA	1,88 bcA	2,19 abcABC	2,48 abA	1,92 cAB	2,93 aA
	6 m	1,24 cA	1,47 bcA	2,01 bcABC	1,49 bcB	2,22 abA	2,96 aA
60°C	2 min.	1,44 aA	1,38 aA	1,55 aBC	1,59 aB	1,38 aAB	1,49 aB
	4 min.	1,56 aA	1,31 aA	1,26 aC	1,15 aB	1,14 aB	1,79 aB

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5% de significância

TABELA 5 - Teor médio de açúcares (%) de raízes da mandioca de mesa 'Maragogipe', colhidas aos 10 meses, durante o armazenamento. Cruz das Almas, BA, 1988/89

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	1	3	6	9	12	15
Açúcares redutores						
Controle	0,15 dB	0,20 cdA	0,25 bcB	0,28 bB	0,34 abAB	0,42 aAB
50°C	4 min.	0,18 cAB	0,25 bcA	0,26 abcB	0,35 abAB	0,36 aAB
	6 min.	0,18 cAB	0,24 cA	0,28 bcB	0,35 bAB	0,35 bAB
60°C	2 min.	0,22 cAB	0,27 bcA	0,34 bAB	0,37 bAB	0,30 bcB
	4 min.	0,25 bA	0,27 bA	0,42 aA	0,43 aA	0,42 aA
Açúcares não redutores						
Controle	1,58 bA	1,74 bA	2,66 aA	2,58 aA	1,80 bABC	1,30 bB
50°C	4 min.	1,47 bA	1,88 abA	2,20 abAB	2,48 aA	1,93 abAB
	6 m	1,24 dA	1,27 cdA	2,00 abcABC	1,49 bB	2,22 abA
60°C	2 min.	1,44 aA	1,38 aA	1,55 aBC	1,59 aB	1,38 aBC
	4 min.	1,56 aA	1,31 aA	1,34 aC	1,18 aB	1,20 aC
Açúcares totais						
Controle	1,81 bA	2,03 bA	3,06 aA	3,00 aA	2,24 bABC	1,78 bB
50°C	4 min.	1,72 cA	2,23 bcA	2,57 abcAB	2,96 abA	2,41 abcAB
	6 m	1,49 dA	1,57 dAB	2,39 bcA	1,92 cdB	2,68 abA
60°C	2 min.	1,73 aA	1,72 aAB	1,98 aBC	2,05 aB	1,75 aBC
	4 min.	1,89 abA	1,32 bB	1,83 abc	1,67 abB	1,68 abc

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5% de significância

TABELA 6 - Perdas (%) por deterioração pós-colheita de raízes da mandioca de mesa 'Maragogipe', colhidas aos oito e 10 meses, durante o armazenamento. Cruz das Almas, BA, 1988/89

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	1	3	6	9	12	15
	8 meses					
Controle	0	0	2	31	83	85
50°C	4 min.	0	3	14	23	25
	6 min.	0	0	11	22	24
60°C	2 min.	0	2	24	28	32
	4 min.	0	5	23	31	34
	10 meses					
Controle	0	0	10	38	55	92
50°C	4 min.	0	2	9	20	17
	6 m	0	4	16	21	23
60°C	2 min.	0	7	21	18	40
	4 min.	2	6	18	29	33

Letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5% de significância

isolamento de fungos em apenas um tratamento indica que o tratamento térmico foi eficaz na redução de micélio e esporos de fungos do solo, que normalmente deterioram raízes de mandioca entre quinto e sétimo dias da colheita. Em estudos etiológicos de microrganismos deterioradores de mandioca, têm sido isolados fungos dos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Fusarium* e várias espécies de *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Corynebacterium* (BOOTH 1976, NOON & BOOTH 1977, CARVALHO et al. 1982, CHALFOUN & CARVALHO 1982).

associado a tratamento térmico não foi eficaz na prevenção da deterioração pós-colheita das raízes, uma vez que o tratamento térmico não controlou a deterioração microbiana.

O armazenamento proporcionou redução do teor de amido e conseqüentemente, aumento do teor de açúcares.

As raízes apresentaram boa cocção apenas aos oito meses. Aos 10 meses a cocção foi inadequada para fins culinários.

CONCLUSÕES

O uso de embalagem de polietileno

O sabor da polpa cozida passou de característico a doce em função do período de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AND AGRICULTURAL CHEMISTS. (Washington, D.C.). **Official methods of analysis of the Association of Official Chemists**. 10. ed. Washington: 1970. p.744-745.
- BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G.; NANDA, S.K.; MOORTHY, S.N. **Cassava in food, feed, and industry**. Boca Raton, Florida: CRC, 1988. 205p.
- BOOTH, R.H. Post-harvest deterioration of tropical root crops: losses and their control. *Tropical Science*, Oxford, v.16, n.2, p.49-63, 1974.
- BOOTH, R.H. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta* Crantz) I. Post-harvest deterioration and its control. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v.12, p.103-111, 1976.
- CAMPOS, A.D. **Modificações após a colheita no grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de 3 cvs. de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1987. 80p. Tese Mestrado.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; HUEL-WANG, S. Armazenamento pós-colheita de mandioca. II. Efeito das alterações no grau de deterioração fisiológica 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.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Métodos de armazenamento na conservação de raízes de mandioca. I. Efeito da embalagem de polietileno e serragem úmida associadas a tratamentos químicos nas deteriorações pós-colheita e qualidade das raízes. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.4, n.1, p.79-85, 1985.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Métodos de armazenamento na conservação de raízes de mandioca. II. Efeito da embalagem de polietileno e serragem úmida associadas a tratamentos químicos nos teores de umidade, amido e açúcares das raízes. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.3, n.2, p.105-113, 1984.
- CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.D. de. Armazenamento pós-colheita de mandioca. IV. Efeito de tratamentos químicos no controle de deterioração microbiológica em pós-colheita de cultivares de mandioca. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cambridge, v.1, n.1, p.43-45, 1982.
- COOKE, R.D.; RICHARD, J.E.; TOMPSON, K. The storage of tropical root and tuber crops-cassava, yam and edible. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v.25, p.457-470, 1988.
- FUKUDA, W.M.G.; BORGES, M. de F. Avaliação qualitativa de cultivares de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.7, n.1, p.63-71, 1988.
- KAWABATA, A.; SAWAYAMA, S.; ROSÁRIO, R.R. Effect of storage and heat treatments on the sugar constituents in cassava and yambean roots. *Nippon Shokulim Kogyo Gakkaishi*, Japan, v.33, n.6, p.441-449, 1986.
- MAIMI, S.B.; BALAGOPALAN, C. Biochemical changes during post-harvest deterioration of cassava. *Journal Root Crops*, Trivandrum, v.4, n.1, p.31-33, 1978.
- MANICA, I. *Fruticultura Tropical: 3 - Mamão*. São Paulo: Ceres, 1982. 255p.
- MANICA, I. *Fruticultura Tropical: 2 - Manga*. São Paulo: Ceres, 1981. 155p.
- MONTALDO, A. Vascular streaking of cassava root tubers. *Tropical Science*, Oxford, v.15, p.39-46, 1973.

- NELSON, N.A. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *Journal Biological Chemistry*, Baltimore, v.153, p.375-380, 1944.
- NOON, R.A.; BOOTH, R.H. Nature of post-harvest deterioration of cassava roots. *Transaction of the British Mycological Society*, Cambridge, v.69, p.287-290, 1977.
- NORMANHA, E. O mau cozimento dos aipins: uma hipótese. *Agrônômico*, Campinas, v.40, n.1, p.13-15, 1988.
- ORREGO, J.I.; WHEATLEY, C. Evaluación de raíces de yuca almacenadas en bolsas plásticas. Cali-Colombia: CIAT, s.d. 4p.
- OSTERTAG, C.; FIGUEIROA, E.; WHEATLEY, C.C.; BEST, R. Conservación y comercialización de raíces frescas de yuca: La experiencia de Colombia. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.7, n.2, p.55-65, 1988.
- 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.2, p.27-32, 1985.
- RICKARD, J.E.; COURSEY, D.G. Cassava storage. I. Storage of fresh cassava roots. *Tropical Science*, Oxford, v.23, p.1-32, 1981.
- SARMENTO, S.B.S.; CEREDA, M.D. Alterações em raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 6., 1990, Londrina. *Resumos...* Londrina: Sociedade Brasileira de Mandioca, 1990. p.12.
- TANAKA, Y.; DATA, E.S.; HIROSE, S.; TANIGUCHI, T.; URITANI, I. Biochemical changes in secondary metabolites in wounded and deteriorate cassava roots. *Agricultural Biological Chemistry*, v.47, n.4. p.197-207, 1983.
- THOMPSON, A.K.; FALLAL, L.; ARANGO, B.L.M. Reducion of marketing losses in plantains and cassava. In: SEMINÁRIO AVANÇADO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 3., 1978, Cali. *Anales...* Cali, Colombia: CIAT, 1978, p.197-207.
- WHEATLEY, C.C. Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno. Cali, Colombia: CIAT, 1987. 33p. (CIAT. Serie: 045C-07-06).
- WHEATLEY, C.C.; GOMEZ, G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. *Quality Plantarum Plant Food for Human Nutrition*, v.35, p.121-129, 1985.