

Tratamento pós-colheita na extensão da vida útil de mandioca de mesa polpa branca e amarela minimamente processada e frigoconservada

Augusto Uchôa de Andrade¹, Alex Guimarães Sanches², Luiz Carlos Piacentini³, Carlos Alberto Martins Cordeiro⁴

¹Graduando em Engenharia Agrônômica, Rua Coronel José Porfírio, Altamira-PA, CEP: 68372-000.
uchoaugusto@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, alexsanches.eng@gmail.com

³Graduando em Engenharia Agrônômica, lcpiacentini2@yahoo.com.br

⁴Professor da Universidade Federal do Pará, cancordeiro@ufpa.br

Resumo: A mandioca na forma processada vem sendo cada vez mais utilizada por produtores rurais, atacadistas e supermercados, uma vez que o consumidor atualmente leva mais em conta a praticidade dos minimamente processados comparativamente com o preço desses. Todavia um dos maiores entraves para a cultura ocorre em função da rápida deterioração fisiológica pós-colheita de suas raízes, principalmente por conta do aparecimento de estrias escuras. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência da coloração das raízes (branca e amarela) e do efeito de antioxidantes na conservação e vida útil de mandiocas de mesa na forma processada e armazenada sob refrigeração. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x4x6, com três repetições e a parcela experimental composta por bandejas de 80g. A cada dois dias as amostras foram avaliadas quanto à perda de massa fresca, murchamento, deterioramento fisiológico pós-colheita, qualidade geral e acidez titulável. Houve efeito significativo dos fatores sobre as variáveis, perda de massa fresca, murchamento e acidez titulável com melhores médias nas amostras tratadas com ácido cítrico e branqueamento, as raízes de coloração branca mantiveram os melhores valores ao longo de todo o tempo de armazenamento, principalmente quanto à qualidade geral e a incidência de escurecimento, revelando potencial da variedade de cor branca em ser comercializada na forma processada e frigoconservada.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, antioxidantes, conservação.

Postharvest treatments extended shelf life table white and yellow pulp cassava minimally processed and refrigerated

Abstract: Cassava in processed form is being increasingly used by farmers, wholesalers and supermarkets, as consumers now care more about the practicality of minimally processed as compared to the price of these. However one of the biggest obstacles to culture occurs due to the rapid post-harvest physiological deterioration of roots, mainly due to the appearance of dark streaks. In this context, this study aims to evaluate the influence of coloring the roots (white and yellow) and antioxidant effect on the conservation and life of cassava in processed form and stored under refrigeration. The experimental design was completely randomized in a

factorial arrangement 2x4x6, with three replications and the experimental share composed of 80 g trays. Every two days the samples were evaluated for fresh mass loss, shriveling, post-harvest physiological deterioration, overall quality and titratable acidity. There was a significant effect of the factors on the variables, loss of fresh mass, shriveling and titratable acidity with the best averages in the samples treated with citric acid and bleaching and white coloring roots kept the best values throughout the storage time, especially as the overall quality and the incidence of blackening, thereby revealing the potential of this variety to be marketed as processed and stored refrigerated.

Key words: *Manihot esculenta* Crantz, antioxidants, conservation.

Introdução

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) vem crescendo cada vez mais em uma escala mundial, em virtude da enorme pressão pelo aumento da oferta de alimentos, principalmente os ricos em carboidratos (MENEZES, 2012). A mandioca representa a maior fonte de carboidratos para mais de 800 milhões de pessoas em vários países tropicais (MOURA et al., 2013). Atualmente, a mandioca para uso culinário é comercializada como vegetal fresco ou minimamente processada, refrigerada ou congelada, ou também na forma pré-cozida facilitando o preparo e consumo (OLIVEIRA et al., 2005).

O processamento mínimo vem sendo cada vez mais utilizado por produtores rurais, atacadistas e supermercados, uma vez que o consumidor atualmente leva mais em conta a praticidade dos minimamente processados comparativamente com o preço desses (MENEZES, 2012).

A avaliação sensorial no estudo dos produtos minimamente processados tem sido bastante aplicada e recomendada, uma vez que pode contribuir na descrição dos referidos produtos. Consumidores esperam produtos minimamente processados sem defeito, com maturidade ótima e em estado fresco. As condições incluem a aparência geral, qualidade sensorial (textura/firmeza e sabor) e qualidade nutricional (LIMA et al., 2011).

Um dos maiores entraves para a cultura da mandioca ocorre em função da rápida deterioração fisiológica pós-colheita de suas raízes, causando elevadas perdas pós-colheita, aumento dos preços pagos pelos consumidores e diminuindo o seu valor tecnológico para a indústria (LIMA, 2010).

O controle do escurecimento enzimático pode ser feito através de agentes antioxidantes (métodos físicos e/ou químicos). Métodos físicos incluem redução de temperatura ou inativação térmica da enzima, proteção do produto contra oxigênio,

desidratação, uso de atmosfera modificada, embalagens ativas e outros. Métodos químicos envolvem o uso de compostos antioxidantes que inibem a ação da enzima. A inativação enzimática por aquecimento é possível aplicando temperaturas superiores a 50°C, porém isso pode produzir cores e *flavors* indesejáveis, como também mudanças na textura (OLIVEIRA, 2009).

Dentre os métodos físicos destaca-se o branqueamento, sendo utilizado como um pré-tratamento em vegetais tendo por finalidade a inativação de enzimas, redução da carga microbiana, manutenção da consistência firme, e das propriedades organolépticas de frutas e hortaliças destinadas ao congelamento ou a refrigeração (SILVA et al., 2009).

Moreira et al. (2004) avaliaram qual a melhor concentração de ácido ascórbico, visando a manutenção da qualidade de maçã minimamente processada, ao final do experimento pode-se concluir que a concentração de 3% foi melhor para a manutenção da qualidade das frutas.

Entre os métodos químicos destaca-se o ácido ascórbico e seus sais neutros, reconhecidos por sua ação redutora e contribuição nutricional (vitamina C), são os principais antioxidantes para o uso em frutas, hortaliças e seus sucos, visando prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas (COSTA, 2010).

O ácido cítrico é um dos principais ácidos orgânicos naturais em frutas, previne o escurecimento enzimático e ainda retarda processos fisiológicos como a perda de massa fresca e manutenção da firmeza (JESUS et al., 2008).

Face à importância da mandioca nos cenários regionais, sua rápida deterioração pós-colheita, elevadas perdas do produtor quanto à qualidade final e redução da lucratividade. É extremamente importante, o desenvolvimento de tecnologias acessíveis e baratas que, confirmam maior tempo de vida útil aos produtos, permitindo oferta de produtos com qualidade, agregação de valor, maior geração de receita ao longo da cadeia produtiva, principalmente a pequenos produtores rurais.

Diante do exposto o presente trabalho tem por objetivo avaliar a vida de prateleira de raízes de mandioca minimamente processadas de coloração branca e amarela e a eficiência de agentes antioxidantes na conservação e qualidade ao longo do tempo de armazenamento refrigerado.

Material e Métodos

As mandiocas de mesa da variedade Causavara de coloração branca e Manteiguinha de coloração amarela foram obtidas junto ao Campus experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental (Embrapa), localizada no município de Altamira-PA, em Junho de 2016. O material foi colhido manualmente aos 14 meses de idade acondicionados em cestas plásticas e transportados até o laboratório Multiuso da Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pará, Campus – Altamira-PA.

No laboratório o material foi lavado em água corrente e com auxílio de escova foi retirado o excesso de terra e outras impurezas provenientes do campo, as raízes foram selecionadas descartando-se aquelas que apresentaram injurias e ou ataques por pragas e doenças. Em seguida realizou-se o processamento mínimo das raízes, estas foram descascadas manualmente com auxílio de uma faca de aço inoxidável eliminando-se as pontas das raízes e aproveitando somente a parte mediana dos tubérculos.

O corte foi realizado longitudinalmente em pedaços com tamanho médio de 7 cm de comprimento e 2,0 cm de diâmetro. Após o processamento os pedaços das raízes foram sanitizados em solução clorada a 5ppm por cinco minutos a fim de eliminar indicio de atividade microbiana durante as etapas de processamento.

Os pedaços após sanitizados foram enxaguados em água destilada para eliminar o excesso da solução clorada e então submetidos aos tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico na concentração de 3% e ao branqueamento com exposição dos pedaços a temperatura constante de 45°C por 3 minutos, o controle da temperatura foi mensurado com auxílio de um termômetro de mercúrio. Os tratamentos com os ácidos foram realizados por imersão dos pedaços/toletes por um período de três minutos. A concentração de 3% foi determinada mediante pesagem de 30 g do ácido em diluição sob 1 litro de água destilada.

Após o período de exposição os pedaços foram retirados das respectivas soluções/tratamentos, centrifugados para a retirada do excesso de água e então acondicionados, aproximadamente 80 g, em bandejas de isopor de polietileno revestido com filme de PVC 14 micra, devidamente identificadas e armazenadas em refrigerador a temperatura de $7 \pm 2^\circ\text{C}$ por um período de dez dias.

Em intervalos de dois em dois dias as amostras foram avaliadas quanto às seguintes características:

a) Perda de massa fresca (PMF), obtida com o uso de uma balança eletrônica digital, pela diferença da massa inicial e final das amostras e os resultados expressos em porcentagem (%).

b) O murchamento (M) foi mensurado com auxílio de uma escala hedônica de cinco pontos mediante análise tátil das amostras, onde: 1 = (muito intenso), 2 = (intenso), 3 = (moderado), 4 = (leve), 5 = (ausente) (AOAC, 2007).

c) O deterioramento fisiológico pós-colheita (DFP) avaliou o nível de escurecimento enzimático sob as amostras mediante a utilização de uma escala de notas subjetivas de 0 a 4 onde: 0 = sem injúrias (sem sinal de injúrias), 1 = levemente injúriadas (superfície com até 25% de injúrias), 2 = moderadamente injúriadas (superfície entre 26 e 50% de injúria), 3 = extremamente injúriadas (superfície entre 51 e 75% de injúrias), 4 = completamente injúriadas (superfície com mais de 76% de injúrias) (RIBEIRO et. al., 2005).

d) A qualidade geral (QG) foi determinada mediante análise visual direta sob as amostras e atribuição de notas através de uma escala subjetiva de cinco pontos, onde: análise visual, 1 = (extremamente pobre, não utilizável), 2 = (pobre, defeitos excessivos, limitada para consumo), 3 = (defeitos médios, não limitada para o consumo), 4 = (boa, pequenos defeitos), 5 = (excelente, livre de defeitos) (AOAC, 2007).

e) A determinação da acidez titulável (AT) foi realizado utilizando-se 5 gramas das raízes processadas/homogeneizadas e diluída em 50 mL de água destilada, seguida de titulação com 5 ml de solução padronizada de NaOH a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína, sendo os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100 g⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado sob arranjo fatorial 2x4x6, sendo: duas colorações de raiz variedade causavara (branca) e variedade manteiguinha (amarela), quatro tratamentos com agentes antioxidantes (testemunha, ácido cítrico, ácido ascórbico e branqueamento) e seis tempos de avaliação: (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), com três repetições e a parcela experimental composta por bandejas de aproximadamente 80g.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, através do software estatístico ASSISTAT 7.7 versão beta.

Resultados e Discussão

De acordo com a tabela 1, observa-se efeito significativo na interação dos fatores (dias de armazenamento x tratamentos x coloração das raízes) em nível de 1% para a variável perda de massa fresca e em nível de 5% para murchamento e acidez titulável. A comparação entre

os três fatores não inferiu diferença significativa quanto às variáveis: deterioração fisiológica pós-colheita e na qualidade geral das amostras.

Tabela 1. Análise de variância para as análises de perda de massa fresca (PMF%), deterioramento fisiológico pós-colheita (DFP), qualidade geral (QG), murchamento (M) e acidez titulável (AT) em função dos dias de armazenamento, dos tratamentos aplicados e da coloração das raízes avaliadas.

Fontes de variação	Quadro de análise					
	GL	PMF	M	DFP	QG	AT
Dias	5	102,26**	39,97**	20,35**	29,14**	104,26**
Tratamentos	3	105,58**	1,57 ns	1,85 ns	1,59 ns	28,89**
Coloração das raízes	1	109,52**	13,76**	3,55 ns	4,26*	0,03 ns
Int. Dias x Tratamentos	15	103,57**	1,41 ns	1,18 ns	0,79 ns	7,26**
Int. Dias x Coloração das raízes	5	8,34**	1,87 ns	1,28 ns	0,60 ns	17,87**
Int. Tratamentos x Coloração das raízes	3	2,53 ns	0,80 ns	6,96**	11,84**	4,82**
Int. Dias x Tratamentos x Coloração das raízes	15	2,75 **	0,35*	1,31 ns	1,61 ns	2,06*
Resíduos	96	0,05	0,14	0,12	0,13	0,19
CV (%)=		3,04	1,37	1,74	2,83	3,32

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns = não significativo ($p \geq 0.05$)

A perda de massa em produtos hortícolas consiste na redução do peso fresco do produto ao longo do tempo, e está diretamente relacionada à movimentação de água no produto após a colheita. Esse intenso processo de transpiração ocasiona um déficit e o produto perde água para o ambiente iniciando um estresse hídrico que tem por características a perda de turgidez e a redução do peso fresco (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que houve perda significativa da massa fresca em todos os tratamentos e nas diferentes colorações de raízes avaliadas ao longo do tempo de armazenamento. As maiores variações são observadas no tratamento testemunha cujas médias ultrapassaram 4% logo após quatro dias de armazenamento diferindo dos demais tratamentos, que para o mesmo período apresentavam percentuais variando entre 2,61 a 2,98%.

Chitarra (2007) explica que perdas acima de 3% em produtos minimamente processados comprometem sua qualidade principalmente sobre os aspectos ligados a aparência (murchamento) e mudanças na coloração da polpa, influenciados pela desidratação.

Ao final de dez dias de armazenamento os percentuais médios verificados oscilaram entre 3,87 a 6,0%, com maior diferença nas mandiocas do tratamento testemunha. Mesmo sem

interação significativa, nota-se menores percentuais nas amostras tratadas pelo método de branqueamento (Tabela 2).

Souza e Leão (2012) avaliando a pós-colheita de frutas e hortaliças minimamente processadas tratadas com ácido ascórbico, ácido cítrico, branqueamento e ácido acético notaram menor perda de massa fresca quando os vegetais permaneceram por um tempo de três minutos à temperatura de 45°C, similar ao verificado neste trabalho.

Ainda de acordo com os dados, nota-se que a coloração das raízes apresentou diferenças entre si durante o período experimental. De modo geral as raízes de coloração amarela apresentaram as maiores perdas, independente do tratamento utilizado e ao longo de todo o tempo de armazenamento.

No que se refere ao índice de murchamento, os dados diferiram entre si sobre o tempo de armazenamento, os tratamentos com agentes antioxidantes e na coloração das raízes (Tabela 3). O processo da transpiração está associado à respiração e é o principal fator responsável pela perda de peso que refletem no “murchamento” dos tecidos. Os vegetais possuem cerca de 75 a 95% de água, sendo a umidade relativa ou UR dos tecidos intracelulares próxima de 100%. A tendência de perder água na forma de vapor ocorre sempre que exposta a ambientes com menor UR. O comprometimento da qualidade ocorre devido à perda de textura ou flacidez, a aparência enrugada ou a perda de peso propriamente dita (MICHELS, 2005).

Tabela 2. Valores médios pelo teste F sobre a porcentagem de perda de massa fresca em raízes de mandioca minimamente processadas e tratadas com agentes antioxidantes durante dez dias de armazenamento refrigerado.

Tempo de armazenamento	Perda de massa fresca (%)								
	Testemunha		Ácido cítrico		Ácido ascórbico		Branqueamento		
	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.	
	Branca	Amarela	Branca	Amarela	Branca	Amarela	Branca	Amarela	
0	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA	0,00 fA
2	1,21 eA	1,29 eA	0,82 eB	0,93 eB	0,88 eB	0,96 eB	0,91 eB	0,86 eB	0,86 eB
4	2,24 dB	2,51 dA	1,32 dD	1,40 dD	1,38 dD	1,45 dD	1,35 dD	1,64 dC	1,64 dC
6	4,04 cA	4,12 cA	2,84cBC	2,98 cB	2,61 cD	2,75 cCD	2,69cCD	2,81 cBC	2,81 cBC
8	4,91 bA	4,99 bA	3,50 bC	3,71 bB	3,44 bC	3,50 bC	3,50 bC	3,50 bC	3,72 bB
10	5,52 aB	6,00 aA	3,91aCD	4,08 aCD	3,89 aD	4,04 aCD	3,87 aD	4,00 aCD	4,00 aCD

Médias seguidas pela mesma letra na coluna (minúsculas) e linhas (maiúsculas) não diferem entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os dados referente a tabela 3, observa-se que a nota média das raízes manteve-se praticamente inalterada, até o quarto dia de armazenamento, independente do

tratamento aplicado, sendo que apenas aquela referente a Testemunha de Variedade Amarela variou para 4,66. Após esse período nota-se redução nos valores médios das raízes de coloração amarelada, diferindo daquelas de cor branca até o décimo dia de avaliação. Isso ocorreu provavelmente por maior estresse hídrico na variedade amarela em decorrência da sua própria fisiologia.

Independente da coloração da raiz destaque para os tratamentos com branqueamento e ácido cítrico que ao fim de dez dias de armazenamento apresentaram médias variando entre 4,66 e 4,00 respectivamente, caracterizando-as como (murchamento leve). O ácido ascórbico e testemunha para o mesmo tempo de armazenamento não diferiram entre si e foram estatisticamente inferiores apresentando médias variando entre 3,33 a 3,66, caracterizando as amostras com: murchamento moderado (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios pelo teste F sobre o murchamento (M) em raízes de mandioca minimamente processadas e tratadas com agentes antioxidantes durante dez dias de armazenamento refrigerado.

Tempo de armazenamento	Murchamento (escala hedônica de notas)							
	Testemunha		Ácido cítrico		Ácido ascórbico		Branqueamento	
	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.
	Branca	Amarela	Branca	Amarela	Branca	Amarela	Branca	Amarela
0	5,00aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA
2	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA
4	5,00aA	4,66 abA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA	5,00 aA
6	4,66 aA	4,33 abA	5,00 aA	4,33 abA	4,66 abA	4,33 abA	4,66 aA	4,33 abA
8	4,33 abA	4,00 bcA	4,66 abA	4,33 abA	4,00 bcA	4,00 bcA	4,66 aA	4,00 bA
10	3,66 bB	3,33 cB	4,33 bAB	4,00 bAB	3,66 cB	3,33 cB	4,66 aA	4,00 bAB

Médias seguidas pela mesma letra na coluna (minúsculas) e linhas (maiúsculas) não diferem entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O escurecimento enzimático de vegetais inicia-se em resposta a injúrias físicas e fisiológicas (impactos, abrasões, “chilling”, excesso de CO₂) como resultado da oxidação de compostos fenólicos (SILVA et al., 2009).

Após seis dias de armazenamento as raízes de coloração amarela apresentaram os primeiros indícios de escurecimento quando apresentaram média de 0,33, nos tratamentos testemunha, ácido cítrico e ácido ascórbico. O tratamento branqueamento para o mesmo tempo de avaliação não apresentou ocorrência de escurecimento em ambas às colorações de

raiz (branca e amarela), revelando eficiência em retardar a ocorrência do escurecimento com o tempo de armazenamento, mesmo sem interação estatística.

Resultados similares aos verificados nesta pesquisa são evidenciados por Krigel et al. (2010) e Fante (2011), que avaliando o efeito do branqueamento notaram inibição do escurecimento e manutenção da coloração em milho e alho minimamente processados, respectivamente, quando comparado a outros agentes antioxidantes.

Ao avaliar batatas “Ágata” minimamente processadas Soares et al. (2006) notaram menor ocorrência de escurecimento das amostras quando houve o tratamento com ácido cítrico em comparação ao ácido ascórbico. Resultados semelhantes aos encontrados com mandioca neste trabalho.

De modo geral as raízes de coloração branca apresentaram os menores valores médios ao longo do tempo de avaliação, independente do tratamento aplicado. Tal fato revela certo potencial fisiológico de beneficiamento dessa variedade que até no tratamento testemunha resistiu aos efeitos do processamento mínimo por maior período de tempo.

Os índices de escurecimento evidenciado durante os dez dias de armazenamento oscilaram entre 0 (sem injúria/escurecimento), até 1,66 (levemente injuriadas, com até 25% da superfície escurecida), resultados estes bem inferiores aos definidos por Alves et al. (2005) e Guimarães et al. (2002) que avaliando o deterioramento fisiológico de mandiocas de mesa minimamente processadas encontraram índice de escurecimento entre 15 e 25% em apenas oito dias de armazenamento.

A qualidade geral das amostras de mandioca de mesa não apresentou diferença significativa quando avaliado o efeito dos fatores tempo de armazenamento, tratamentos com antioxidantes e coloração das raízes (Tabela 4).

Ao longo do tempo de armazenamento as médias foram reduzidas passando de 5 (excelente, livre de defeitos) para 3,33 (defeitos médios, não limita para o consumo) ao fim de dez dias de armazenamento (Tabela 4).

Ainda de acordo com a Tabela 4, observa-se que as amostras de raízes de coloração branca apresentaram as maiores médias durante os dias de análise, mantendo-se com nota 5 até o sexto dia de análise, em todos os tratamentos ao passo que as amostras de coloração amarela foram comprometidas logo após o segundo dia de armazenamento, principalmente no tratamento testemunha cuja redução foi mais acentuada.

Mesmo sem interação significativa, nota-se que o branqueamento manteve a melhor qualidade geral das amostras de coloração branca até oito dias de armazenamento refrigerado

com nota 5 (excelente), enquanto que, a imersão em ácido cítrico e ácido ascórbico manteve a qualidade das amostras de coloração branca para o mesmo tempo de armazenamento com notas 4,66 (boa) respectivamente.

Tabela 4. Valores médios pelo teste F sobre a qualidade geral (QG) em raízes de mandioca minimamente processadas e tratadas com agentes antioxidantes durante dez dias de armazenamento refrigerado.

Tempo de armazenamento	Qualidade geral (escala hedônica de notas)							
	Testemunha		Ácido cítrico		Ácido ascórbico		Branqueamento	
	V. Branca	V. Amarela	V. Branca	V. Amarela	V. Branca	V. Amarela	V. Branca	V. Amarela
	5,00							
0	ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns
2	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns	5,00 ns
4	5,00 ns	4,33 ns	5,00 ns	4,66 ns	5,00 ns	4,66 ns	5,00 ns	4,66 ns
6	5,00 ns	4,33 ns	5,00 ns	4,66 ns	5,00 ns	4,66 ns	5,00 ns	4,33 ns
8	4,33 ns	3,66 ns	4,66 ns	4,33 ns	4,66 ns	4,33 ns	5,00 ns	4,00 ns
10	4,00 ns	3,33 ns	4,00 ns	4,00 ns	4,00 ns	4,00 ns	4,66 ns	4,00 ns

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo. ns= não significativo

Conforme apresentado na Tabela 5, verifica-se que os valores médios sobre a acidez titulável (g/100g ácido cítrico), diferiram entre os fatores avaliados e apresentaram reduções com o passar do tempo de armazenamento em todos os tratamentos. Henrique et al. (2010) e Vieites et al. (2012) também observaram redução nos valores médios de acidez titulável em mandiocas de mesa processadas, independente do tratamento aplicado.

Essa redução no teor de acidez pode estar relacionada aos processos bioquímicos do metabolismo respiratório, que tanto sintetiza quanto consome ácidos orgânicos, além da variabilidade genética das amostras analisadas. Normalmente, esses ácidos orgânicos tendem a diminuir no decorrer do armazenamento à medida que são respirados ou convertidos em açúcares (SANCHES et al., 2015). Acredita-se que a redução da acidez em produtos minimamente processados seja uma consequência do metabolismo normal do CO₂ ou uma resposta do tecido ao neutralizar a acidez gerada pelo CO₂ (OLIVEIRA et al., 2009).

Os valores médios verificados neste trabalho oscilaram entre 3,80 (tempo zero) a 0,56 g/100 g ácido cítrico ao fim de dez dias de armazenamento. Tais resultados estão diferem dos observados por Vieites et al. (2012) que avaliando o conteúdo de acidez em mandiocas processadas encontraram valores médios oscilando entre 2,25 a 1,20 g/100 g ácido cítrico ao

longo de nove dias de armazenamento refrigerado. Tal diferenciação deve-se a variabilidade genética existente entre as diferentes variedades de mandioca, aliada a fatores climáticos, adubação entre outros que alteram a acidez dos produtos.

Ao longo do tempo de armazenamento, observa-se que as maiores reduções são verificadas após dois dias de avaliação em todos os tratamentos. As utilizações do ácido cítrico e do branqueamento proporcionaram reduções mais lentas durante o período experimental diferindo significativamente dos tratamentos testemunha e com ácido ascórbico cuja redução apresentou-se de forma mais acentuada (Tabela 5).

De acordo com a referida tabela, as raízes de coloração amarela apresentaram reduções mais evidentes ao longo de todo o tempo de armazenamento diferindo daquelas de coloração branca cujas médias foram maiores em todos os tratamentos, inclusive a testemunha.

Chitarra e Chitarra et al. (2005) explicam que quanto menor for o teor de acidez (ácidos orgânicos), mais avançado encontra-se o estágio de amadurecimento/senescência. Nesse contexto, no que se refere aos tratamentos, as amostras de mandiocas tratadas com ácido ascórbico e testemunha apresentaram as menores médias durante o armazenamento, assim como, as mandiocas de coloração amarela, evidenciando dessa forma, um estágio mais avançado de senescência.

Tabela 5. Valores médios pelo teste F sobre a acidez titulável (g/100g ácido cítrico) em raízes de mandioca minimamente processadas e tratadas com agentes antioxidantes durante dez dias de armazenamento refrigerado.

Tempo de armazenamento	Acidez titulável (g/100 g ácido cítrico)							
	Testemunha		Ácido cítrico		Ácido ascórbico		Branqueamento	
	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.	V.
	Branca	Amarela	Branca	Amarela	Branca	Amarela	Branca	Amarela
0	3,33aB	3,80 aA	3,33 aB	3,80 aA	3,33 aB	3,80 aA	3,33 aB	3,80 aA
2	2,76 bC	2,90 bBC	3,30 bBC	2,80 bC	2,86bC	2,86 bC	2,80 bC	3,23 bAB
4	1,60 cCD	1,40 cD	2,36 bA	2,00 cB	1,86 cBC	1,70cBCD	1,83 cCD	1,76 cD
6	1,33 cA	1,16cdA	1,36 cA	1,20 dA	1,23 dA	1,30 dA	1,34 cA	1,23 dA
8	0,83 dC	0,66 eBC	1,27 cA	1,10 dA	1,13 dA	1,20 dAB	1,25 cAB	1,10 dAB
10	0,70dBC	0,56 eC	1,13 cA	0,96dAB	1,03 dA	0,95 dAB	1,13 cA	1,00 dAB

Médias seguidas pela mesma letra na coluna (minúsculas) e linhas (maiúsculas) não diferem entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

As mandiocas tratadas com branqueamento e ácido cítrico apresentaram melhor qualidade durante o tempo de armazenamento.

A mandioca branca apresentou maior vida de prateleira, revelando potencial para o beneficiamento e comercialização em condições de armazenamento refrigerado.

Independente do tratamento, a qualidade geral das raízes permaneceu por até 10 dias sob as condições de refrigeração.

Referências

ALVES, A.; CANSIAN, R. L.; STUART, G.; VALDUGA, E. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 29, n.2, p.330-337, 2005.

AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16th ed. Washington: Ed, Patrícia Cunniff, V. 2, 850p. 2007.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa, MG: CPT, 280p. 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Perdas pós-colheita In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COSTA, A. C. **Estudo da conservação do pêssego (*Prunus persica* L.) minimamente processado**. Tese (Doutorado), Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, p.77, Pelotas, 2010.

FANTE, L. **Estudo da cinética de branqueamento e de secagem por ar quente e liofilização do alho (*Allium sativum* L.)**. 2011, 119, p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GUIMARÃES, H. M. A.; ABREU, A. D. S.; BATISTA, D.; INÁCIO, S.; ALCANFOR, F.; MENDES, S. D. S. Deterioração pós colheita da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) mansa da cultivar cacau. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre, RS. **Anais**. Porto Alegre: [s.n.], 2002.

HENRIQUE, C. M.; PRATI, P.; SARMAENTO, S. B. S. Alterações fisiológicas em raízes de mandiocas minimamente processadas. **Revista Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2010.

JESUS, M. M. S. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p.524-530, 2008.

KRIGEL, D. H.; SCHIAVON, M. V.; FREDA, S. A.; DELLINHAUSEN, C. B.; MENDONÇA, C. R. B. Efeito do pré-tratamento e do método de congelamento na estrutura do milho em grãos. XII ENPOS, II Mostra Científica, 2010. Disponível em <http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA_00107.pdf>, acesso em Jun. de 2016.

LIMA, L. C.; COSTA, S. M.; VIEITES, R. L.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. **Efeito do ácido ascórbico em melões “Orange Flesh” minimamente processados**. Alim. Nutr., Araraquara, v. 22, n. 2, p. 291-299, abr./jun. 2011.

LIMA, U. A. Mandioca. In: LIMA, U. A. **Matérias-primas dos alimentos**. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 2010. p. 402.

MENEZES, J. B. C. **Caracterização, avaliação e processamento mínimo de seis variedades de mandioca cultivadas no Norte de Minas Gerais/ João Batista de Campos Menezes**. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2012.

MICHELS, I. **Aspectos tecnológicos do processamento mínimo de tubérculos de yacon (Polyminia sonchifolia) armazenados em embalagens com atmosfera modificada**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 93p. 2005.

MOREIRA, G. C.; VIEITES, R. L.; CAMPOS, A. J.; DAMATTO JR, E. R.; EVANGELISTA, R. M. Caracterização fisiológica de maçã ‘royalgala’ minimamente processada, submetida a diferentes concentrações de ácido ascórbico. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2004, Recife. **Anais**. Recife: SBCTA, 2004. 1 CD-ROM.

MOURA, E. F.; FARIAS NETO, J. T.; SAMPAIO, J. E.; SILVA, D.T.; RAMALHO, G.F. Identification of duplicates of cassava accessions sampled on the North Region of Brazil using microsatellite markers. **Acta Amazônica**43(4):461–468, 2013.

OLIVEIRA, L. A.; VIANA, E. S.; SILVA, J.; AMORIM, T. S. Qualidade físico-química, microbiológica e culinária de mandioca dourada orgânica minimamente processada. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca. **Anais**. 2009.

OLIVEIRA, M. A.; LEONEL, M.; CABELLO, C.; CEREDA, M. P.; JANES, D. A. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 29, n. 1, p. 126-133, 2005.

RIBEIRO, R. A. et al. ***Chilling* injury sensitivity in (*Array Xanthorrhiza*) roots**. **Tropical Science, London**, v. 45, p. 55-57, 2005.

SANCHES, A. G.; SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; CORDEIRO, C. A. M. Relação entre a embalagem e a temperatura de armazenamento na conservação do pimentão vermelho cv. Rubi. **Revista Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p. 1-12, 2015.

SILVA, M. V., ROSA, C. I. L. F., VILAS BOAS, E. V. B. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Revista Boletim CEPPA**, Curitiba, v.27, n.1, p.83-96, 2009.

SOARES, N. F. F.; PIRES, A. C. S.; VILELA, M. A. P.; SILVA, A. F.; FONTES, E. A. F.; MELO, N. R.; ENDO, E. Desenvolvimento e avaliação de filme ativo na conservação de batata minimamente processada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n.307, p. 387-393, 2006.

SOUZA, A. F.; LEÃO, M. F. Análises dos métodos mais eficientes na inibição do escurecimento enzimático em frutas e hortaliças. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 117-124, 2012.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; CARVALHO, L. R.; GARCIA, M. R.; LOZANO, M. G.; WATANABE, L. M. Mandioca minimamente processada submetida a radiação gama. **Revista das Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, n. 1, p. 271-282, 2012.