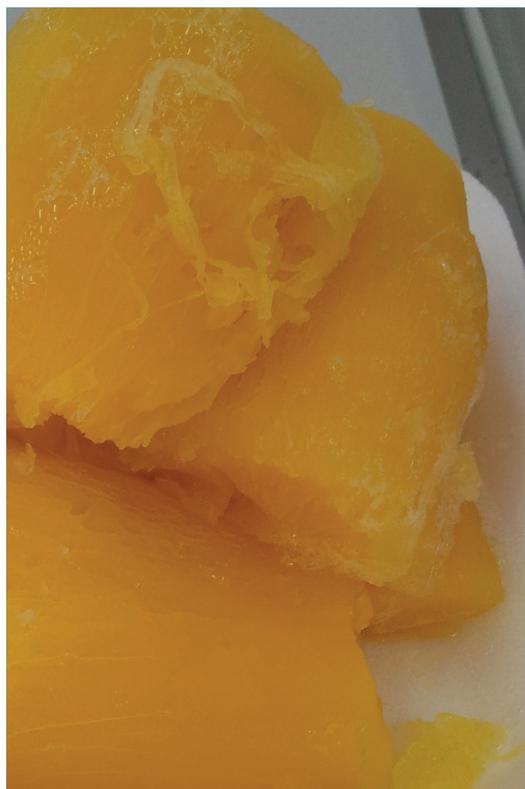
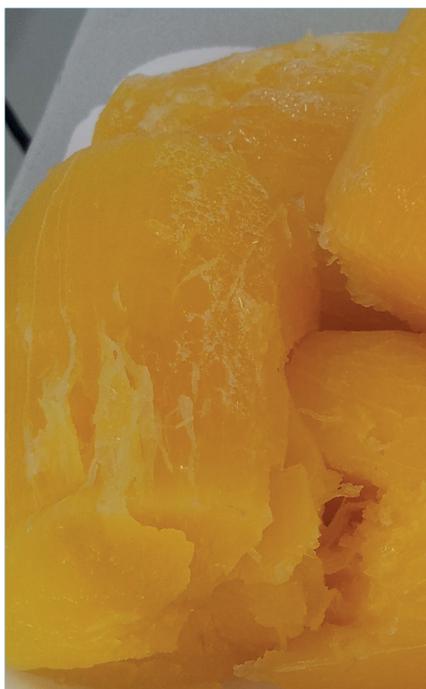


Adição de Agente de Massa Como Alternativa no Cozimento de Raízes de Mandioca



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
383**

**Adição de Agente de Massa Como Alternativa
no Cozimento de Raízes de Mandioca**

*Maria Madalena Rinaldi
Josefino de Freitas Fialho
Eduardo Alano Vieira
Samara Figueiredo de Oliveira Assis Braz*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra S. G. Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro; Alexandre Specht; Edson Eyji Sano; Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga; Jussara Flores de Oliveira Arbues; Kleberson Worsley Souza; Maria Madalena Rinaldi; Shirley da Luz Soares Araujo

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Margit Bergener L. Guimarães
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Leila Sandra Gomes Alencar

Fotos da capa
Maria Madalena Rinaldi

1ª edição
1ª impressão (2021): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

A235 Adição de agente de massa como alternativa no cozimento de raízes de mandioca /
Maria Madalena Rinaldi ... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

34 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados,
ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X, 383).

1. Mandioca. 2. Bicarbonato de sódio. 3. Processamento mínimo. I. Rinaldi,
Maria Madalena. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

CDD (21 ed.) 664.23

Shirley da Luz Soares Araújo (CRB-1/1948)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	33
Agradecimentos.....	33
Referências	33

Adição de Agente de Massa Como Alternativa no Cozimento de Raízes de Mandioca

Maria Madalena Rinaldi¹

Josefino de Freitas Fialho²

Eduardo Alano Vieira³

Samara Figueiredo de Oliveira Assis Braz⁴

Resumo – No Distrito Federal e entorno, a produção e o consumo de mandioca de mesa são expressivos. Entretanto, em determinadas épocas do ano, as raízes da mandioca de mesa podem apresentar dificuldade para o cozimento em função de questões genéticas e ambientais. O bicarbonato de sódio tem sido apontado, de forma empírica, como alternativa de solução. Assim, avaliou-se o bicarbonato de sódio como agente de massa no cozimento de raízes de mandioca de mesa. Diferentes concentrações desse agente de massa no cozimento de raízes de mandioca das cultivares BRS 397 e BRS 399 foram estudadas. Foram avaliadas a adição do produto diretamente na água de fervura para o cozimento das raízes e no tratamento prévio ao cozimento, em que as raízes foram mantidas submersas no produto por diferentes tempos de tratamento. Os melhores resultados foram obtidos quando a mandioca foi mantida sob imersão por, no mínimo, 24 horas na solução, contendo a concentração de bicarbonato de sódio a partir de 1,5%. No entanto, a mandioca apresentou acentuado odor e sabor característicos de bicarbonato de sódio em todas as concentrações e tempos de imersão utilizados, não sendo o método recomendado como alternativa para a melhoria do cozimento de raízes de mandioca de mesa.

Termos para indexação: *Manihot esculenta* Crantz, processamento mínimo, conservação, tempo de cocção, bicarbonato de sódio, aditivo alimentar.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Microbiologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁴ Graduanda em Gestão do Agronegócio, estagiária da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Addition of Pasta Agent as an Alternative for Cooking Cassava Roots

Abstract – In the Federal District and surrounding areas, the production and consumption of table cassava is significant. However, at certain times of the year, the cassava roots may have difficulties cooking due to genetic and environmental issues. Sodium bicarbonate has been empirically indicated as an alternative solution. Thus, sodium bicarbonate was evaluated as a dough agent in the cooking of table cassava roots. Different concentrations of the dough agent in the cooking of cassava roots from cultivars BRS 397 and BRS 399 were studied. The addition of the product added directly to the boiling water for the cooking of the roots in the treatment prior to cooking was evaluated, where the roots were kept submerged in the product for different treatment times. The best results were obtained when the cassava was kept under immersion for at least 24 hours in the solution containing the concentration of sodium bicarbonate from 1.5%. However, cassava showed a strong odor and flavor characteristic of sodium bicarbonate in all concentrations and immersion times used, and the method is not recommended as an alternative to improve the cooking of table cassava roots.

Index terms: *Manihot esculenta* Crantz, minimum processing, conservation, cooking time, sodium bicarbonate, food additive.

Introdução

A mandioca é um dos vegetais mais cultivados no mundo, sendo o Brasil um dos principais países produtores. Suas raízes tuberosas são a parte de maior aproveitamento da cultura e, conseqüentemente, de maior valor econômico. É utilizada como matéria-prima para diversos perfis de indústrias, na alimentação humana e animal (Pereira; Beléia, 2004; Costa, 2005).

As raízes são muito perecíveis após a colheita, possibilitando a deterioração fisiológica e/ou microbiológica, o que influencia no período de comercialização e na aceitabilidade do mercado e do consumidor final. O aspecto visual das raízes na forma in natura não atrai os consumidores por, muitas vezes, apresentarem terra aderida, variação de tamanho e rápida deterioração. Além disso, não conferem praticidade de preparo, precisando ser descascadas em casa e não há segurança quanto à garantia de qualidade do produto (Alves et al., 2005; Henrique et al., 2010). A comercialização das raízes minimamente processadas tem sido a forma mais aceita pelos consumidores.

Para a aceitabilidade do produto, além de várias outras exigências, o tempo de cozimento é uma característica determinante na seleção da cultivar de mandioca para uso de mesa, considerando o tempo máximo de 30 minutos. Quando excedido o tempo máximo, o produto não apresenta qualidade para a comercialização. O aumento no tempo de cozimento das raízes de mandioca de mesa pode ter por base fatores genéticos (intrínsecos a cultivar) ou ambientais (época de colheita/rebrota, ataque de pragas/doenças, falta ou excesso de chuvas, entre outros).

Dessa forma, estudos quanto ao cozimento têm sido priorizados em diferentes órgãos de pesquisa no Brasil. A possibilidade de utilizar um aditivo alimentar para auxiliar no cozimento das raízes de mandioca de mesa nos períodos do ano em que elas apresentam dificuldade de cozimento deve ser considerada. O bicarbonato de sódio (NaHCO_3), que é um agente de massa (aditivo alimentar), é apontado como uma alternativa para auxílio nesse processo. Entretanto, são necessários estudos científicos para comprovarem sua eficácia e definirem concentração e formas de utilização desse agente.

Este trabalho teve como objetivo determinar a eficiência do bicarbonato de sódio como agente de massa visando o cozimento de raízes de mandioca de mesa das cultivares BRS 399 e BRS 397.

Material e Métodos

Local dos experimentos

Todos os experimentos foram desenvolvidos na Embrapa Cerrados (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), situada em Planaltina, DF, no período de setembro de 2014 a janeiro de 2016. As análises foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA) e Laboratório de Raízes e Tubérculos (LRT) da Embrapa Cerrados.

Para o trabalho, foram selecionadas as cultivares de mandioca de mesa BRS 397 e BRS 399, por serem recomendadas para o cultivo na região do Distrito Federal e Entorno (Vieira et al., 2018). As raízes de reserva de mandioca utilizadas no estudo foram obtidas em parcelas experimentais mantidas em espaçamento de 0,80 m entre plantas e 1,20 m entre linhas. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura da mandioca para a região do Cerrado (Fialho et al., 2013; Fialho; Vieira, 2013). As raízes foram colhidas aos 12 meses após o plantio, no momento do rebrote das plantas e nas primeiras horas do dia. Foram selecionadas raízes sem sinais de contaminação microbiana, danos físicos ou outra característica que pudesse comprometer os resultados do trabalho.

Inicialmente, após a colheita, as raízes foram lavadas individualmente em água corrente, descascadas manualmente com auxílio de facas, lavadas novamente em água corrente para retirada das sujidades das cascas e, por fim, foram cortadas longitudinalmente em toletes cilíndricos de aproximadamente 10 cm de comprimento e armazenadas em caixas com água para evitar a atividade enzimática (escurecimento) até seu armazenamento em câmara fria a 3 °C e 90% de umidade relativa.

Foram realizados dois experimentos:

- **Experimento 1** – Cozimento das raízes de mandioca com imersão do agente de massa (bicarbonato de sódio – NaHCO_3). Marca Dinâmica, P.A. ACS, PM: 84,01, frasco com 1 kg, diretamente na água de fervura nas concentrações: sem agente de massa (SAM), 0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5% e 5,0%.

- **Experimento 2** – Manutenção das raízes de mandioca em becker de polietileno de alta densidade com capacidade para 4 L, imersas em água com as seguintes concentrações do agente de massa (bicarbonato de sódio): sem agente de massa (SAM), 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5% e 5,0% e submetidas a análises e teste de cocção nos seguintes tempos após a imersão: 0,5 horas, 1 hora, 1,5 horas, 2 horas, 24 horas, 48 horas, 72 horas e 96 horas. As amostras sob imersão foram mantidas em câmara fria em temperatura de 3 °C e 90% de umidade relativa por, no máximo, 96 horas.

Nos dois experimentos, o tratamento controle consistiu em raízes das cultivares BRS 399 e BRS 397 sem agente de massa (SAM).

O cozimento das raízes foi realizado em fogão comum (caseiro) de quatro bocas com diâmetro de 8,5 cm, com intensidade máxima de chama, com a panela aberta (sem a tampa) em temperatura e pressão normal. Nos dois experimentos, as raízes de mandioca foram submetidas à panela para o cozimento no momento em que a água iniciou o processo de fervura completa. Após o cozimento de cada amostra, a água foi descartada e a panela lavada manualmente com água e sabão neutro.

O tempo de cozimento (cocção) foi determinado a partir do início da fervura da água, contendo as amostras imersas. A amostra foi considerada cozida no momento em que as raízes apresentaram menor resistência à perfuração (textura) com auxílio de um garfo e consistência macia, conforme descritos por Butarelo et al. (2004). As amostras foram classificadas de três formas quanto a textura: Textura não Aceita (TNA); Textura Aceita (TA); Textura Esperada (TE). Para os testes de cozimento das raízes submetidas aos diferentes tratamentos, considerou-se o tempo máximo de 30 minutos, ou seja, aos 30 minutos de fervura das raízes, o processo foi interrompido independente das raízes terem apresentado cozimento adequado ou não.

Para a aceitabilidade do produto, oito pessoas não treinadas, participantes do projeto de pesquisa, realizaram análise sensorial quanto à alteração da cor das raízes após o processamento; ao armazenamento; ao processo de cocção; à presença e intensidade de odor e de sabor de bicarbonato de sódio nas raízes, após o processo de cocção.

No início dos experimentos e em cada período do processo de cocção, foram realizadas as seguintes análises nas amostras de raízes de mandioca, no estado cru, e submetidas ao processo de cocção: análise de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio de acordo com Carvalho et al. (1990).

Cor (L^* , a^* , b^*) determinada em espectrofotômetro, sendo realizadas três leituras em cada tolete de raiz de mandioca referente a cada cultivar estudada. O valor de L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ preto e $L^* = 100$ branco) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde), b^* ($+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul). Historicamente, a representação gráfica do posicionamento das cores sempre foi feita sobre o gráfico $L^*a^*b^*$, um espaço de cor, em que os valores L^*C^*h são calculados. Os valores de L^*C^*h não representam um sistema de cor, mas uma transformação das coordenadas cartesianas (a^* , b^*) em coordenadas polares, com as finalidades de definição de uma coordenada de saturação, C^* e a criação de um ângulo de tonalidade “h” que facilita a identificação da cor por meio de uma coordenada única (Rosa, 2016). Sendo, então, o chroma (C^* - saturação ou intensidade da cor; 0 – cor impura e 60 – cor pura) e o ângulo hue (ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro) conforme descrito por Hunterlab (2008).

A textura foi baseada no teste de resistência à perfuração (teste normal), realizada utilizando-se texturômetro com trigger (força): 10 g, deformation (deformação): 10 mm e speed (velocidade): 10 mm s⁻¹ com utilização de ponteira TA 15/1.000 cone 30 mm D 45°. Os resultados foram expressos em Newton (N).

O experimento foi inteiramente casualizado com três repetições de cada cultivar para cada concentração e tempo determinado. Cada repetição consistiu em três pedaços roliços da raiz. Para a análise de cor, foram utilizados três pedaços da raiz, de acordo com a concentração do agente de massa utilizado. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias comparadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico Assistat (Silva, 2015) (Figura 1).



Fotos: Samara Assis

Figura 1. Análises realizadas nas cultivares BRS 397 e BRS 399. Cozimento das raízes de mandioca com adição de bicarbonato de sódio diretamente na água de cocção (a); raízes de mandioca cozidas com imersão do bicarbonato de sódio diretamente na água de cocção (b); raízes de mandioca mantidas em solução com bicarbonato de sódio em diferentes concentrações e tempo (c,d); amostras de raízes de mandioca crua e submetidas ao processo de cocção, após o processo de imersão em bicarbonato de sódio em diferentes concentrações e tempo (e, f); análise de textura em raízes de mandioca crua e submetidas ao processo de cocção (g, h); análise de cor em raízes de mandioca (i).

Resultados e Discussão

Experimento 1: cozimento das raízes de mandioca com imersão do agente de massa diretamente na água de cocção

Tempo de cozimento

Na Tabela 1, encontram-se os resultados dos testes das raízes de mandioca submetidas ao cozimento com adição do agente de massa diretamente em água, em estado de fervura e com tempo máximo de teste e cozimento determinado em 30 minutos, considerando os mesmos tratamentos para as diferentes cultivares, BRS 397 e BRS 399.

Tabela 1. Dados gerais obtidos referentes aos testes de raízes de mandioca submetidas ao cozimento com agente de massa (bicarbonato de sódio) adicionado diretamente em água, em estado de fervura.

Cultivar BRS 397											
SAM	0,1%	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
TNA	TNA	TNA	TA	TE	TE	TE	TA	TA	TA	TE	TE
Cultivar BRS 399											
SAM	0,1%	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
TNA	TNA	TNA	TA	TA	TE	TE	TA	TE	TA	TE	TE

SAM: Sem Agente de Massa; Textura não Aceita (TNA); Textura Aceita (TA); Textura Esperada (TE).

Nas concentrações de 0,1% e 0,5%, não obteve-se resultados de textura aceita ou desejada após o cozimento, ou seja, o agente de massa não causou influência significativa na textura das raízes avaliadas nessas concentrações. A partir da concentração de 1,0%, as cultivares testadas apresentaram comportamento diferente no cozimento, demonstrando ação do aditivo sobre as cultivares que, em concentrações menores, não haviam sido alteradas. Sendo assim, resultados mais positivos quanto à cocção das cultivares foram obtidos nas maiores concentrações testadas, resultando em aspecto de textura esperada (TE). Entretanto, essas mesmas amostras em questões sensoriais não apresentaram boa aceitação, devido ao odor e ao sabor característicos do agente de massa utilizado.

pH, acidez titulável, sólidos solúveis e textura em mandioca cozida com adição do agente de massa diretamente em água

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados das análises físico-químicas em diferentes concentrações do agente de massa adicionado diretamente à água de cozimento das raízes de mandioca.

Os valores de pH apresentaram variação quanto à concentração do agente de massa. As amostras da cultivar BRS 397 apresentaram o valor de 6,13 na concentração de 0,1%, sendo o menor valor, enquanto o maior valor foi de 10,60 na concentração de 3,5% do aditivo alimentar. Quanto maior a concentração deste aditivo, maior a tendência do pH aumentar (maior basicidade). Isso ocorre devido ao íon bicarbonato de sódio (HCO_3^-) ser uma base forte. Nas amostras da cultivar BRS 399, a oscilação ocorreu entre 6,16 na concentração de 0,1% e 10,60 na concentração de 4,5% do agente de massa, estando bem próximo dos valores observados na cultivar BRS 397. Nos resultados de pH obtidos entre as duas cultivares analisadas, houve diferença estatística significativa.

Os resultados de acidez titulável foram possíveis de serem obtidos apenas nas amostras das cultivares sem adição do agente de massa e na concentração de 0,1%, apresentando valores médios entre 0,05 e 0,07 em ambas as cultivares. As amostras nas concentrações de 0,5% a 5,0% não puderam ser analisadas devido às raízes de mandioca apresentarem valores de pH básicos (não há acidez).

Os sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) da cultivar BRS 397 apresentaram oscilação entre 1,27 a 3,57 nas concentrações de 1,5% e 3,0%, enquanto que na cultivar BRS 399 a média dos valores foi menor, sendo igual a 1,00 na concentração 0,5% e 2,60 na concentração de 4,0%.

Os valores de Ratio ($^{\circ}\text{Brix}/\text{acidez titulável}$) foram determinados somente nas amostras sem agente de massa e na concentração de 0,1%, sendo 33,30 na cultivar BRS 399 e de 48,88 na cultivar BRS 397 (Tabela 2). As amostras com concentrações de 0,5% a 5,0% não foram analisadas devido a impossibilidade de análise de acidez titulável.

Os valores de textura apresentaram variação significativa, levando-se em consideração as concentrações do aditivo utilizadas. Na cultivar BRS 397, os valores variaram entre 2,04 N na concentração do agente de massa a 4,5% a 7,30 N com a concentração do agente a 0,1% (Tabela 2). Já na cultivar BRS 399 os valores médios obtidos foram entre 2,82 N também na concentração do agente de massa a 4,5% a 10,81 N nas raízes do tratamento controle, ou seja, não submetidas ao agente de massa (SAM). Os resultados demonstram que os tratamentos com o agente de massa foram eficientes para promover a melhoria na textura após o cozimento.

Tabela 2. Valores médios de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, Ratio e textura em raízes de mandioca submetidas ao agente de massa (bicarbonato de sódio) diretamente em água de cozimento.

Variável analisada												
pH												
Cultivar	SAM	0,1%	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
BRS 397	6,19 aH	6,13 aH	9,61 BEF	9,32 aFG	9,59 aEF	9,17 bG	9,85 aCDE	10,21 aABC	10,60 aA	10,17 bBCD	10,36 aAB	9,78 aDE
BRS 399	6,31 aE	6,16 aE	10,86 aA	8,98 bD	9,56 aC	9,51 aC	9,56 bC	10,27 aB	10,47 aAB	10,45 aAB	10,60 aAB	9,40 bC
Acidez Titulável (mg ácido cítrico/100 g de amostra)												
BRS 397	0,07 aA	0,05 aA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
BRS 399	0,05 aA	0,05 aA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sólidos Solúveis (°Brix)												
BRS 397	2,47 aBC	2,40 aBC	1,57 aDE	1,40 bDE	1,27 aE	2,07 aBCD	1,40 aDE	3,57 aA	2,60 aB	2,60 aB	1,90 aCDE	1,80 aCDE
BRS 399	1,83 bBC	1,83 bBC	1,00 bD	2,00 aABC	1,40 aCD	1,47 bCD	1,37 aCD	2,43 bAB	1,77 bBC	2,60 aA	2,03 aABC	1,47 aCD
Ratio												
BRS 397	37,59 aA	48,88 aA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
BRS 399	33,30 aA	36,00 aA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Textura (N)												
BRS 397	5,88 bAB	7,30 aA	6,54 aA	2,73 bD	3,11 bCD	5,23 aABC	3,31 bCD	3,03 bCD	2,71 bD	5,12 aABC	2,04 aD	4,04 bBCD
BRS 399	10,81 aA	7,34 aBC	5,79 aCD	8,31 aB	5,61 aCD	6,06 aCD	5,17 aCD	5,11 aD	4,91 aDE	5,67 aCD	2,82 aE	6,19 aBCD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa. NA: Não Analisado.

Cor

Na Tabela 3, encontram-se as variáveis referentes às análises de cor realizadas nas cultivares BRS 397 e BRS 399 submetidas ao processo de cocção. Quanto à variável luminosidade (L^* = 0 preto e L^* = 100 branco), os resultados apresentaram oscilação de 54,58 a 59,89, valores estes destacados nas amostras com 1,0% e sem agente de massa na cultivar BRS 397. Na cultivar BRS 399, os valores médios se acentuaram entre 54,00 e 62,29 nas concentrações aplicadas de 2,0% e 5,0%. Para as duas cultivares avaliadas, não é possível afirmar que o agente de massa promoveu maior luminosidade ao alimento. A variabilidade nos valores de luminosidade, provavelmente, deve-se a características das raízes avaliadas. A degradação de clorofila (a^*) variou entre 6,18 e 9,13 na cultivar BRS 397, apresentando diferença entre os valores médios da cultivar BRS 399 que variou entre 5,28 a 7,40. Para a avaliação do amarelecimento (b^*) nas raízes de mandioca, os valores médios entre as duas cultivares variaram entre 39,10 e 49,09, sendo o maior valor na cultivar BRS 397 na concentração de 0,5%. Os valores de chroma oscilaram entre 39,01 a 49,88 nas concentrações 3,0% e 0,5% referentes à cultivar BRS 397, enquanto, na cultivar BRS 399, os valores médios foram de 39,46 a 46,91 nas concentrações 3,0% e 5,0%. Nas duas cultivares, os menores valores se destacam na concentração de 3,0%.

Para os valores de ângulo hue, houve variação significativa estatisticamente entre as cultivares, sendo a cultivar BRS 397 com os menores valores, no entanto, visualmente observou-se que ambas as cultivares mantiveram um padrão de coloração, com pouca variação entre as diversas concentrações do agente de massa diluído na água de cozimento. Dessa forma, é possível afirmar que a presença do agente de massa nas raízes de mandioca não altera visualmente a cor das raízes, com exceção de alguns pontos escuros nas raízes com alguma desuniformidade, mas sim o cozimento em determinadas concentrações. De acordo com Hunterlab (2008), o ângulo hue de 90° é o responsável pela cor amarela nos produtos avaliados. Os valores de ângulo hue variaram entre 78,66 e 81,70 na cultivar BRS 397 e de 80,71 a 82,81 na cultivar BRS 399, estando bem próximos de 90° correspondendo a cor amarela das raízes das cultivares avaliadas.

Tabela 3. Valores médios de luminosidade (L*), degradação da clorofila (a*), amarelecimento (b*), chroma e ângulo hue em raízes de mandioca submetidas a agente de massa (bicarbonato de sódio) diretamente na água de cozimento.

Cultivar	SAM	Cor											
		0,1%	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%	
		Luminosidade (L*)											
BRS 397	59,89 aA	58,31 aAB	57,04 aABC	54,58 aC	55,80 aBC	54,76 aBC	56,67 aABC	55,08 aBC	54,77 aBC	58,17 aABC	54,89 aBC	54,24 aC	57,25 bABC
BRS 399	61,13 aAB	57,61 aBC	54,98 aC	56,60 aC	54,74 aC	54,00 aC	56,84 aC	55,06 aC	54,00 aC	54,01 bC	54,24 aC	54,24 aC	62,29 aA
		Degradação da Clorofila (a*)											
BRS 397	7,29 aCD	7,57 aBCD	8,86 aAB	6,52 aD	7,62 aBCD	7,37 aCD	7,38 aCD	6,18 aD	7,02 aD	8,54 aABC	9,13 aA	9,13 aA	7,28 aCD
BRS 399	6,18 bABCDE	6,82 aABCD	5,51 bCDE	5,56 bCDE	7,40 aA	6,16 bABCDE	6,13 bABCDE	5,28 bE	5,46 bDE	6,81 bABCD	6,93 bABC	6,93 bABC	6,98 aAB
		Amarelecimento (b*)											
BRS 397	43,77 aBC	47,02 aAB	49,09 aA	43,70 aBC	45,58 aABC	44,37 aABC	46,12 aABC	38,52 aD	41,77 aCD	48,56 aAB	45,51 aABC	42,29 bACD	43,93 aBC
BRS 399	41,02 aCD	45,11 aABC	41,10 bBCD	43,88 aABCD	46,10 aAB	43,41 aABCD	43,03 bABCD	39,10 aD	40,27 aCD	41,98 bABCD	42,29 bACD	42,29 bACD	46,38 aA
		Chroma											
BRS 397	44,39 aBC	47,63 aAB	49,88 aA	44,21 aBCD	46,22 aABC	44,99 aABC	46,71 aABC	39,01 aD	42,36 aCD	49,31 aAB	46,42 aABC	42,86 bABCD	44,53 aBC
BRS 399	41,49 aBCD	45,63 aABC	41,49 bBCD	44,24 aABCD	46,69 aAB	43,87 aABCD	43,98 aABCD	39,46 aD	40,65 aCD	42,54 bABCD	42,86 bABCD	42,86 bABCD	46,91 aA
		Ângulo hue											
BRS 397	80,61 bAB	80,84 aAB	79,77 bBC	81,70 bA	80,50 aAB	80,59 bAB	80,91 bAB	80,92 bAB	80,50 bAB	80,05 aB	78,66 bC	80,63 bAB	80,63 bAB
BRS 399	81,49 aABC	81,41 aBC	82,43 aAB	82,81 aA	80,89 aC	81,99 aABC	81,99 aABC	82,30 aAB	82,31 aAB	80,80 aC	80,71 aC	81,50 aABC	81,50 aABC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa.

Experimento 2: manutenção das raízes de mandioca imersas em água com diferentes concentrações do agente de massa e períodos de análises

Tempo de cozimento

Considerando a menor concentração do aditivo alimentar que resulta em melhor textura das cultivares BRS 397 e BRS 399, destaca-se a concentração de 1,5% após 24 horas de imersão das amostras (Tabela 4). Para a cultivar BRS 397, nesse mesmo período, a amostra na concentração de 2,5% de bicarbonato de sódio não apresentou textura aceitável, provavelmente devido a características intrínsecas da própria amostra.

Tabela 4. Informações quanto ao cozimento de raízes das diferentes cultivares de mandioca de mesa mantidas em água com diferentes concentrações de agente de massa (bicarbonato de sódio) por diferentes períodos.

BRS 397								
%	0,5 hora	1 hora	1,5 horas	2 horas	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
SAM	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA
0,5%	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TE	TNA
1,0%	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TE	TE	TE
1,5%	TNA	TNA	TNA	TNA	TE	TE	TE	TE
2,0%	TNA	TNA	TA	TA	TE	TE	TE	TE
2,5%	TE	TNA	TA	TNA	TNA	TE	TE	TE
3,0%	TNA	TNA	TNA	TA	TE	TE	TE	TE
3,5%	TNA	TNA	TA	TA	TE	TE	TE	TE
4,0%	TA	TNA	TA	TNA	TE	TE	TE	TE
4,5%	TA	TNA	TA	TNA	TE	TE	TE	TE
5,0%	TNA	TA	TNA	TA	TE	TE	TE	TE
BRS 399								
SAM	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA
0,5%	TNA	TNA	TA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA
1,0%	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TNA	TE	TNA
1,5%	TNA	TNA	TNA	TNA	TE	TE	TE	TE
2,0%	TNA	TNA	TA	TA	TE	TE	TE	TE
2,5%	TNA	TNA	TA	TA	TE	TE	TE	TE
3,0%	TNA	TNA	TNA	TA	TE	TE	TE	TE
3,5%	TNA	TC	TC	TA	TE	TE	TE	TE
4,0%	TNA	TA	TA	TNA	TE	TE	TE	TE
4,5%	TNA	TNA	TC	TNA	TE	TE	TE	TE
5,0%	TNA	TC	TA	TA	TE	TE	TE	TE

SAM: Sem Agente de Massa; Textura não Aceita (TNA); Textura Aceita (TA); Textura Esperada (TE)

Devido à necessidade de um volume considerável de amostras por cultivar para a realização do experimento, não foi possível utilizar amostra de uma única planta, o que poderia diminuir esse efeito. Entretanto, para a recomendação da tecnologia tem-se que testar o produto em diferentes materiais. Após 48 e 96 horas de imersão, somente as amostras sem aditivo químico e a 0,5% não apresentaram textura aceitável. Após 72 horas de imersão, somente a amostra sem aditivo apresentou textura não aceitável (TNA). Para a cultivar BRS 399, com 48 e 96 horas de imersão o processo de cozimento completo também ocorreu a partir da concentração de 1,5% de bicarbonato de sódio. Com 72 horas de imersão nessa mesma cultivar, o cozimento completo ocorreu a partir da concentração de 1,0% de bicarbonato de sódio.

Na Tabela 5, encontram-se os resultados referentes ao tempo de cozimento das raízes de mandioca e as amostras que foram testadas por, no máximo 30 minutos, mas apresentaram textura não aceitável (TNA). Raízes que atingem a textura esperada em menor tempo apresentam melhor qualidade da raiz quanto ao cozimento. As amostras que atingem o tempo de cozimento de 30 minutos, mesmo sendo aceitável, apresentam menor qualidade de cozimento.

Tabela 5. Informações quanto ao tempo de cozimento (minutos) de raízes de reserva de diferentes cultivares de mandioca de mesa mantidas em água com diferentes concentrações de agente de massa (bicarbonato de sódio) por diferentes períodos.

BRS 397									
%	0,5 hora	1 hora	1,5 horas	2 horas	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas	
SAM	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}
0,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	20 dB	30 aA ^{TNA}	
1,0%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	25 bB	30 aA	
1,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNAC}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	15 dD	17 dC	18 eB	18 dB	
2,0%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	22 bC	22 bC	23 cB	07 hD	
2,5%	30 aA	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	13 gC	25 bB	
3,0%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	15 eC	18 eB	15 fC	
3,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	20 cB	20 cB	15 fD	19 cC	
4,0%	30 aA	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA ^{TNA}	15 dB	10 gC	10 hC	10 gC	
4,5%	30 aA	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA ^{TNA}	20 cB	15 eE	18 eC	17 eD	
5,0%	30 aA ^{TNA}	27 bB	30 aA ^{TNA}	30 aA	10 eD	12 fC	10 hD	10 gD	

Continua...

Tabela 5. Continuação.

BRS 399								
%	0,5 hora	1 hora	1,5 horas	2 horas	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
SAM	30 aA ^{TNA}							
0,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA ^{TNA}				
1,0%	30 aA ^{TNA}	27 bB	30 aA ^{TNA}					
1,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	23 cD	24 cC	27 bB	20 bE
2,0%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	26 bB	22 dD	24 cC	11 fE
2,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	15 fC	28 bD	30 aA	30 aA
3,0%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	10 hC	15 eB	15 dB	15 cB
3,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	30 aA	13 gD	15 eB	15 dB	14 dC
4,0%	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA	30 aA ^{TNA}	20 dB	14 fD	10 eE	15 cC
4,5%	30 aA ^{TNA}	30 aA ^{TNA}	30 aA	30 aA ^{TNA}	18 eB	12 gD	15 dC	12 eD
5,0%	30 aA ^{TNA}	25 bB	30 aA	30 aA	10 hD	12 gC	09 fE	17 gF

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. Tempo de cozimento dado em minutos. Tempo máximo de teste: 30 minutos. SAM: Sem Agente de Massa. TNA: Textura Não Aceita.

Considerando o tempo máximo de teste e cozimento de 30 minutos para as cultivares analisadas, pode-se destacar que, a partir do período de 24 horas das amostras submetidas a imersão nas concentrações de 1,5% a 5,0%, as raízes de mandioca apresentaram Textura esperada em menores tempo de cozimento, sendo estes entre 7 e 28 minutos, fator este ocorrido devido à ação do agente de massa nas cultivares. Considera-se que o aditivo apresenta efeito significativo nas raízes a partir de 24 horas de imersão e em concentração de 1,5%. Porém, as cultivares submetidas a esses tratamentos também apresentaram alterações quanto aos fatores sensoriais, com significativo odor e sabor característicos de bicarbonato de sódio, o que não é desejado.

Considera-se raízes de melhor qualidade aquelas que apresentam textura esperada em menor tempo de cozimento, sendo igual ou inferior a 30 minutos. Essa característica é considerada adequada para consumo de mandioca de mesa, ou seja, quando essa característica não é apresentada, elas serão consideradas inadequadas para consumo em determinadas épocas do ano ou definitivamente na seleção de cultivares no melhoramento genético. Nas cultivares analisadas neste trabalho, as amostras foram consideradas inadequadas quando não utilizado o agente de massa no cozimento, devido terem

sido colhidas durante o período de rebrota das plantas, logo após o período de repouso ou início do segundo ciclo vegetativo da cultura. Foram comprovados, nos testes das amostras do tratamento testemunha (sem agente de massa), que, após os 30 minutos de cocção, as cultivares BRS 397 e BRS 399 não atingiram a textura esperada no período do ano em que as cultivares de mandioca de mesa apresentam dificuldade para atingir a textura esperada no processo de cozimento.

Análise de textura em raízes de mandioca crua das cultivares, no período de imersão de 0 a 96 horas

Os valores médios de textura nas raízes de mandioca crua apresentaram oscilação na cultivar BRS 397 entre 3,99 a 45,17 e na cultivar BRS 399 entre 3,15 a 42,48 entre as concentrações e períodos de imersão (Tabela 6). Ocorreu significativa redução da textura nas amostras das raízes no estado cru em todos os tratamentos mantidos sob imersão, provavelmente, devido à absorção de água pelas raízes.

Tabela 6. Valores médios de textura (N) em raízes de reserva de mandioca de mesa crua sob imersão em água com diferentes concentrações de agente de massa em diferentes períodos.

BRS 397					
Concentração	0 hora	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
SAM	45,17 aA	6,56 abB	6,67 abB	7,93 aB	7,27 aB
0,5%	45,17 aA	10,41 aB	4,85 bC	5,22 aC	6,22 aC
1,0%	45,17 aA	5,09 bB	6,89 abB	5,41 aB	5,53 aB
1,5%	45,17 aA	5,87 bB	6,35 bB	4,95 aB	4,54 aB
2,0%	45,17 aA	5,00 bC	10,75 aB	7,37 aBC	6,13 aC
2,5%	45,17 aA	5,08 bB	5,52 bB	4,89 aB	4,29 aB
3,0%	45,17 aA	5,12 bB	5,31 bB	4,41 aB	4,58 aB
3,5%	45,17 aA	5,04 bB	4,23 bB	6,56 aB	4,12 aB
4,0%	45,17 aA	3,99 bB	4,83 bB	4,39 aB	4,52 aB
4,5%	45,17 aA	5,42 bB	5,54 bB	5,71 aB	5,76 aB
5,0%	45,17 aA	5,83 bB	4,09 bB	5,69 aB	4,89 aB

Continua...

Tabela 6. Continuação.

BRS 399					
Concentração	0 hora	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
SAM	42,48 aA	5,16 aB	6,67 aB	5,74 aB	5,29 aB
0,5%	42,48 aA	9,78 aB	4,77 aB	6,45 aB	5,28 aB
1,0%	42,48 aA	5,34 aB	4,61 aB	4,30 aB	5,09 aB
1,5%	42,48 aA	5,13 aB	4,89 aB	3,98 aB	5,07 aB
2,0%	42,48 aA	4,82 aB	6,18 aB	6,36 aB	6,17 aB
2,5%	42,48 aA	6,01 aB	3,59 aC	4,41 aC	3,97 aC
3,0%	42,48 aA	4,59 aB	3,89 aB	3,93 aB	5,68 aB
3,5%	42,48 aA	4,35 aB	4,22 aB	3,15 aB	4,02 aB
4,0%	42,48 aA	4,39 aB	4,40 aB	3,92 aB	4,24 aB
4,5%	42,48 aA	5,48 aB	5,09 aB	4,42 aB	4,42 aB
5,0%	42,48 aA	3,51 aB	4,39 aB	4,36 aB	4,51 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas em 24, 48, 72 e 96 horas em concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4%; 4,5% e 5% (obs.: dados conforme coletados). SAM: Sem Agente de Massa.

Análise de textura em raízes de mandioca cozida das cultivares, no período de imersão de 0, 24, 48, 72 e 96 horas

Nas amostras submetidas ao cozimento (Tabela 7), os valores médios de textura obtidos situaram entre 1,13 a 9,68 na cultivar BRS 397 e de 0,98 a 9,99 na cultivar BRS 399. É possível afirmar que, de maneira geral, com algumas exceções, na cultivar BRS 397 a resistência a perfuração da amostra cozida é inferior à da amostra crua. Por sua vez, na cultivar BRS 399, todas as amostras que apresentaram cozimento tiveram a textura inferior ao das amostras que não cozinham. Pode-se observar também que, nas raízes de mandioca imersas ao agente de massa, sua estrutura é alterada, apresentando estrutura menos rígida que o natural devido ao contato com a água e o agente de massa.

Tabela 7. Valores médios de textura em (N) em raízes de reserva de cultivares de mandioca de mesa cozida sob imersão em água com diferentes concentrações de agente de massa (bicarbonato de sódio) em diferentes períodos.

BRS 397					
Concentração	0 hora	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
SAM	9,68 Aa ^{TNA}	9,68 Aa ^{TNA}	9,50 Aab ^{TNA}	8,95 Aab ^{TNA}	7,86 Ab ^{TNA}
0,5%	9,68 aA ^{TNA}	3,71 bBC ^{TNA}	2,61 bC ^{TNA}	4,85 bB	2,59 bcC ^{TNA}
1,0%	9,68 aA ^{TNA}	2,67 bcBC ^{TNA}	1,21 bC	2,71 cBC	3,34 bB
1,5%	9,68 aA ^{TNA}	1,76 bcB	1,77 bB	2,53 cB	3,02 bcB
2,0%	9,68 aA ^{TNA}	1,67 cB	1,39 bB	1,42 cB	1,38 bcB
2,5%	9,68 aA	1,13 cC ^{TNA}	2,06 bBC	3,42 bcB	1,57 bcC
3,0%	9,68 aA ^{TNA}	2,11 bcB	2,50 bB	1,81 cB	1,61 bcB
3,5%	9,68 aA ^{TNA}	2,16 bcB	2,41 bB	2,21 cB	1,19 cB
4,0%	9,68 aA	2,52 bcB	2,02 bB	2,60 cB	1,37 bcB
4,5%	9,68 aA	2,47 bcB	2,40 bB	1,49 cB	1,51 bcB
5,0%	9,68 aA ^{TNA}	1,71 bcB	2,36 bB	2,61 cB	2,72 bcB
BRS 399					
Concentração	0 hora	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
SAM	9,59 aB ^{TNA}	9,54 aB ^{TNA}	13,86 aA ^{TNA}	8,66 aB ^{TNA}	9,99 aB ^{TNA}
0,5%	9,59 aA ^{TNA}	5,39 bBC ^{TNA}	4,90 bBC ^{TNA}	6,36 abB ^{TNA}	3,21 bC ^{TNA}
1,0%	9,59 aA ^{TNA}	2,04 bcB ^{TNA}	2,45 bcB ^{TNA}	4,19 bcB	3,81 bB ^{TNA}
1,5%	9,59 aA ^{TNA}	3,47 bcB	2,67 bcB	2,12 cB	2,83 bB
2,0%	9,59 aA ^{TNA}	4,07 bcB	0,98 cC	2,16 cBC	2,34 bBC
2,5%	9,59 aA ^{TNA}	1,85 cB	2,21 bcB	2,31 cB	2,19 bB
3,0%	9,59 aA ^{TNA}	2,55 bcB	1,90 bcB	1,96 cB	2,12 bB
3,5%	9,59 aA ^{TNA}	2,09 bcB	1,67 bcB	1,43 cB	1,97 bB
4,0%	9,59 aA ^{TNA}	1,14 cB	1,78 bcB	2,70 cB	1,58 bB
4,5%	9,59 aA ^{TNA}	2,04 bcB	1,89 bcB	2,54 cB	2,36 bB
5,0%	9,59 aA ^{TNA}	2,10 bcB	1,62 bcB	2,40 cB	1,57 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas em 24, 48, 72 e 96 horas em concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4%; 4,5% e 5% (obs. : dados conforme coletados). SAM: Sem Agente de Massa. TNA: Textura Não Aceita.

É possível afirmar que a resistência à perfuração apresenta correlação significativa das amostras, indicando que quanto maior a resistência a perfuração da amostra, maior será o valor da textura da amostra, resultando em raízes com textura não aceita (TNA) após o cozimento.

Análise de pH, sólidos solúveis e cor das raízes das cultivares cruas e cozidas no período de imersão de 24 a 96 horas e concentração de 0,5% a 5,0%

Em comparação ao pH da mandioca crua e cozida, verificou-se que há uma variação, em que o pH da mandioca apresenta valores mais acentuados após o cozimento com textura esperada, fator este explicado pela ação do agente de massa que está mais presente nas amostras devido à sua penetração durante o processo de cozimento (Tabela 8). Sendo assim, com o valor de pH acima de 7, considera-se um produto básico. Nesse caso, não foi possível realizar a análise de acidez titulável nas amostras. Realizou-se testes com NaOH 0,1 e 0,01 molar e, com apenas uma gota da solução, o pH aumentava significativamente, não sendo possível realizar a análise com a precisão e exatidão necessárias.

Os valores de pH entre os períodos analisados da cultivar BRS 397 crua oscilaram entre 6,19, (valor apresentado nas amostras sem agente de massa no período de 24 horas) a 8,77 (na concentração 2,0% no período de 96 horas). Nos resultados das amostras cozidas dessa mesma cultivar, o menor valor médio (6,23) na amostra sem agente de massa ocorreu a 48 horas e como maior média (9,65) a 2,0% no período de 96 horas. Nas cultivares em estado cru e as amostras submetidas ao cozimento, a textura esperada e o pH das cultivares se acentuaram em relação à amostra crua pela mesma justificativa da possibilidade de penetração do agente no interior das raízes.

Quanto à cultivar BRS 399, os resultados apresentam a menor média na amostra da cultivar no estado cru, oscilando entre 5,99 e 8,74. Na mesma amostra submetida a cocção, os valores médios estão entre 6,15 e 9,87.

Os sólidos solúveis das amostras cruas apresentaram valores mais elevados em relação às raízes de mandioca cozida (Tabela 9). Na concentração 0,5% no período de 96 horas, a cultivar BRS 397 crua oscilou de 3,3 a 4,9 na concentração de 3,5% em período de 72 horas e, na cultivar BRS 399 crua, os valores foram de 3,3 a 4,8, havendo variação significativa entre as duas cultivares. Nas raízes de mandioca com a textura esperada (TE), a cultivar BRS 397 apresenta oscilação entre 0,6 a 2,1 e na BRS 399 de 0,6 a 2,6. As cultivares apresentaram semelhança nos valores de sólidos solúveis.

A luminosidade ($L^* = 0$ preto e $L^* = 100$ branco), na cultivar BRS 397 crua, apresentou médias entre 81,11 a 93,38 e a BRS 399 de 79,16 a 92,51 (Tabela 10), sendo amostras consideradas claras. O valor de L^* indica, apenas e tão somente, o nível de "luminosidade" de uma amostra do escuro ao claro, sendo quanto mais clara a cor, maior o valor de L^* (Rosa, 2016).

Tabela 8. Valores médios de pH em raízes de reserva de cultivares de mandioca de mesa crua e cozida em diferentes tempos sob imersão em água com diferentes concentrações de aditivo alimentar (bicarbonato de sódio).

Concentração (%)	pH															
	BRS 397						BRS 399									
	24 horas		48 horas		72 horas		96 horas		24 horas		48 horas		72 horas		96 horas	
	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida
SAM	6,19 gE	6,23 gDE	6,32 eD	6,56 gAB	6,27 fDE	6,45 hC	6,49 hBC	6,66 gA	6,19 gE	6,23 gDE	6,32 eD	6,56 gAB	6,27 fDE	6,45 hC	6,49 hBC	6,66 gA
0,5%	7,57 eF	8,07 fD	7,63 dF	8,46 fC	7,85 eE	8,61 gB	8,09 fD	9,15 eA	7,57 eF	8,07 fD	7,63 dF	8,46 fC	7,85 eE	8,61 gB	8,09 fD	9,15 eA
1,0%	7,85 cF	9,05 cC	8,35 bE	9,22 dB	7,94 eF	8,98 fC	8,60 bD	9,48 bA	7,85 cF	9,05 cC	8,35 bE	9,22 dB	7,94 eF	8,98 fC	8,60 bD	9,48 bA
1,5%	7,91 cE	9,12 bcB	8,10 cD	9,22 dAB	8,24 cdC	9,21 deAB	8,27 eC	9,28 cdA	7,91 cE	9,12 bcB	8,10 cD	9,22 dAB	8,24 cdC	9,21 deAB	8,27 eC	9,28 cdA
2,0%	8,56 aDE	9,48 aB	8,47 aE	9,58 aA	8,64 aD	9,57 aAB	8,77 aC	9,65 aA	8,56 aDE	9,48 aB	8,47 aE	9,58 aA	8,64 aD	9,57 aAB	8,77 aC	9,65 aA
2,5%	8,23 bD	9,20 bB	8,36 bC	9,31 bcdA	8,38 bC	9,32 cA	8,36 cdeC	9,31 cA	8,23 bD	9,20 bB	8,36 bC	9,31 bcdA	8,38 bC	9,32 cA	8,36 cdeC	9,31 cA
3,0%	7,44 fE	8,73 dB	8,32 bD	9,35 bcA	8,40 bcd	9,29 cda	8,46 cC	9,37 cA	7,44 fE	8,73 dB	8,32 bD	9,35 bcA	8,40 bcd	9,29 cda	8,46 cC	9,37 cA
3,5%	7,63 deE	8,78 dC	8,36 abd	9,24 cdB	8,38 bD	9,45 bA	8,39 cdD	9,31 cB	7,63 deE	8,78 dC	8,36 abd	9,24 cdB	8,38 bD	9,45 bA	8,39 cdD	9,31 cB
4,0%	7,67 deE	8,75 dB	8,32 bC	9,37 bA	8,37 bC	9,43 bA	7,92 gD	8,82 fB	7,67 deE	8,75 dB	8,32 bC	9,37 bA	8,37 bC	9,43 bA	7,92 gD	8,82 fB
4,5%	7,43 fE	8,78 dC	8,34 bD	9,30 bcdA	8,34 bcd	9,13 eB	8,34 deD	9,18 deB	7,43 fE	8,78 dC	8,34 bD	9,30 bcdA	8,34 bcd	9,13 eB	8,34 deD	9,18 deB
5,0%	7,69 dG	8,52 eD	8,06 cEF	8,96 eB	8,14 dE	8,72 gC	8,04 fF	9,12 eA	7,69 dG	8,52 eD	8,06 cEF	8,96 eB	8,14 dE	8,72 gC	8,04 fF	9,12 eA
BRS 399																
SAM	5,99 fE	6,30 hC	6,17 hD	6,55 gA	6,16 iD	6,43 gB	6,15 gD	6,46 gAB	5,99 fE	6,30 hC	6,17 hD	6,55 gA	6,16 iD	6,43 gB	6,15 gD	6,46 gAB
0,5%	7,75 cE	8,13 gC	7,71 gE	8,34 fB	7,75 hE	8,76 eA	7,94 fD	8,79 fA	7,75 cE	8,13 gC	7,71 gE	8,34 fB	7,75 hE	8,76 eA	7,94 fD	8,79 fA
1,0%	7,77 cG	9,19 cB	8,45 bE	9,25 cdB	8,14 fgF	9,00 dC	8,62 bD	9,61 aA	7,77 cG	9,19 cB	8,45 bE	9,25 cdB	8,14 fgF	9,00 dC	8,62 bD	9,61 aA
1,5%	7,95 bD	9,18 cB	8,21 eFC	9,23 cdAB	8,27 deC	9,20 cAB	8,27 dC	9,28 cA	7,95 bD	9,18 cB	8,21 eFC	9,23 cdAB	8,27 deC	9,20 cAB	8,27 dC	9,28 cA
2,0%	8,36 aE	9,76 aB	8,65 aCD	9,87 aA	8,62 aD	9,78 aAB	8,74 aC	9,69 aB	8,36 aE	9,76 aB	8,65 aCD	9,87 aA	8,62 aD	9,78 aAB	8,74 aC	9,69 aB
2,5%	8,35 aBC	9,29 bA	8,28 deC	9,21 dA	8,29 deC	9,27 bcA	8,40 cB	9,21 cdA	8,35 aBC	9,29 bA	8,28 deC	9,21 dA	8,29 deC	9,27 bcA	8,40 cB	9,21 cdA
3,0%	7,59 eE	8,83 efB	8,43 bcd	9,32 bcA	8,50 bC	9,31 bA	8,40 cD	9,27 cA	7,59 eE	8,83 efB	8,43 bcd	9,32 bcA	8,50 bC	9,31 bA	8,40 cD	9,27 cA
3,5%	7,62 deE	8,91 deB	8,36 bcdID	9,39 bA	8,42 bcd	9,36 bA	8,59 bC	9,44 bA	7,62 deE	8,91 deB	8,36 bcdID	9,39 bA	8,42 bcd	9,36 bA	8,59 bC	9,44 bA
4,0%	7,70 cdF	9,00 dB	8,32 cdD	9,39 bA	8,35 cdD	9,33 bA	8,11 eE	8,78 fC	7,70 cdF	9,00 dB	8,32 cdD	9,39 bA	8,35 cdD	9,33 bA	8,11 eE	8,78 fC
4,5%	7,70 cdF	8,79 fC	8,39 bcd	9,31 bcdA	8,21 eFE	9,18 cB	8,33 cdD	9,10 eB	7,70 cdF	8,79 fC	8,39 bcd	9,31 bcdA	8,21 eFE	9,18 cB	8,33 cdD	9,10 eB
5,0%	7,73 cE	8,73 fC	8,14 fD	8,86 eB	8,08 gD	8,65 fC	8,14 eD	9,14 deA	7,73 cE	8,73 fC	8,14 fD	8,86 eB	8,08 gD	8,65 fC	8,14 eD	9,14 deA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa. As análises foram realizadas em 24, 48, 72 e 96 horas em concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3,0%; 3,5%; 4,0%; 4,5% e 5%.

Tabela 9. Valores médios de sólidos solúveis em raízes de reserva de cultivares de mandioca de mesa crua e cozida em diferentes tempos sob imersão em água com diferentes concentrações de aditivo alimentar (bicarbonato de sódio).

Concentração (%)	Sólido solúvel (°Brix)													
	24 horas				48 horas				72 horas				96 horas	
	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida
BRS 397														
SAM	3,6 abA	2,1 aB	3,7 bcA	1,6 aC	3,6 cdeA	1,7 bC	3,5 deA	1,6 abC	3,7 abA	1,1 cdCD	3,5 deAB	0,8 cD	3,4 deB	1,3 bcdC
0,5%	3,7 abA	1,2 bcdE	3,6 cAB	0,8 cdE	3,3 eB	2,1 aC	3,3 eB	1,7 aD	3,7 abA	1,1 cdCD	3,5 deAB	0,8 cD	3,4 deB	1,3 bcdC
1,0%	3,7 abA	1,1 cdCD	3,6 cAB	0,9 bcdD	3,5 deAB	0,8 cD	3,4 deB	1,3 bcdC	3,7 abA	1,5 bcB	3,5 deA	0,8 cD	3,6 cdeA	0,9 defC
1,5%	3,7 abA	1,5 bcB	3,7 cA	0,6 dC	3,5 deA	0,8 cD	3,6 cdeA	1,0 cdeC	3,6 abA	1,5 bB	3,6 cdeA	1,1 cC	3,6 cdeA	1,0 cdeC
2,0%	3,6 abA	1,5 bB	3,7 cA	1,0 bcC	3,6 cdeA	0,9 cCD	3,6 cdeAB	1,1 cdeC	3,9 aA	0,6 fD	3,6 cdeAB	0,9 cCD	3,6 cdeAB	1,1 cdeC
2,5%	3,9 aA	0,6 fD	3,5 cB	1,1 bcC	3,7 cdeA	0,9 cD	3,7 cdeA	1,0 cdeC	3,6 abA	1,0 deB	3,7 cdeA	0,9 cD	3,7 cdeA	1,0 cdeC
3,0%	3,6 abA	1,0 deB	3,5 cA	0,8 cdB	3,7 cdeA	0,9 cD	3,7 cdeA	1,0 cdeC	3,6 abB	1,0 deC	4,9 aA	0,9 cC	4,7 bA	0,7 fC
3,5%	3,6 abB	1,0 deC	3,6 cB	1,0 bcdC	4,9 aA	0,9 cC	4,7 bA	0,7 fC	3,5 abB	1,2 abC	4,5 bA	0,8 cD	3,6 cdeB	0,9 defCD
4,0%	3,5 abB	1,0 deCD	3,8 abcB	1,2 abC	4,5 bA	0,8 cD	3,6 cdeB	0,9 defCD	3,4 bB	0,9 defC	3,9 cA	0,9 cC	4,0 cA	0,7 eFC
4,5%	3,4 bB	0,9 defC	4,1 aA	1,0 bcdC	3,9 cA	0,9 cC	4,0 cA	0,7 eFC	3,4 bC	0,7 eFE	3,6 cdeC	1,0 cDE	5,6 aA	1,3 abcD
5,0%	3,4 bC	0,7 eFE	4,1 abB	1,0 bcdE	3,6 cdeC	1,0 cDE	5,6 aA	1,3 abcD	BRS 399					
SAM	3,6 bA	2,3 aB	3,6 cdA	2,6 aB	3,5 cA	2,5 aB	3,6 cA	2,3 aB	3,6 bA	1,1 bcD	3,5 cA	1,6 bC	3,4 cA	2,0 aB
0,5%	3,6 bA	1,1 bcD	3,3 dA	1,2 bcdC	3,5 cA	1,6 bC	3,4 cA	2,0 aB	3,8 bA	1,3 bD	3,3 cB	0,9 deE	2,9 dC	1,1 bcDE
1,0%	3,8 bA	1,3 bD	3,5 cdAB	1,3 bD	3,3 cB	0,9 deE	2,9 dC	1,1 bcDE	3,6 bA	1,5 bB	3,6 cA	0,9 deC	3,6 cA	1,0 bcC
1,5%	3,6 bA	1,5 bB	3,7 cDA	0,9 cdeC	3,6 cA	0,9 deC	3,6 cA	1,0 bcC	3,6 bA	2,2 aB	3,6 cA	1,4 bcC	3,6 cA	1,2 bC
2,0%	3,6 bA	2,2 aB	3,7 cDA	0,6 eD	3,6 cA	1,4 bcC	3,6 cA	1,2 bC	4,3 aA	0,9 cdC	3,7 cB	1,2 bcdC	3,6 cB	0,9 bcC
2,5%	4,3 aA	0,9 cdC	3,5 cdB	0,9 bcdE	3,7 cB	1,2 bcdC	3,6 cB	0,9 bcC	3,6 bA	0,8 cdB	3,6 cA	0,9 deB	3,7 cA	0,9 bcB
3,0%	3,6 bA	0,8 cdB	3,7 cDA	0,8 deB	3,6 cA	0,9 deB	3,7 cA	0,9 bcB	3,5 bB	0,8 cdC	4,8 aA	0,8 eC	4,5 bA	0,7 cC
3,5%	3,5 bB	0,8 cdC	3,6 cdB	0,9 cdeC	4,8 aA	0,8 eC	4,5 bA	0,7 cC	3,6 bB	0,9 cdC	4,2 bA	0,9 deC	3,6 cB	0,9 bcC
4,0%	3,6 bB	0,9 cdC	4,3 aA	1,2 bcdC	4,2 bA	0,9 deC	3,6 cB	0,9 bcC	3,5 bB	0,6 dC	3,6 cB	0,9 deC	3,8 cB	0,9 bcC
4,5%	3,5 bB	0,6 dC	4,2 aB	0,8 deC	3,6 cB	0,9 deC	3,8 cB	0,9 bcC	3,4 bB	0,8 cdC	3,6 cB	1,1 cdeC	5,3 aA	1,1 bcC
5,0%	3,4 bB	0,8 cdC	3,8 bcB	1,0 bcdE	3,6 cB	1,1 cdeC	5,3 aA	1,1 bcC	BRS 399					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa. As análises foram realizadas em 24, 48, 72 e 96 horas em concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3,0%; 3,5%; 4,0%; 4,5% e 5% (Obs.: dados conforme coletados).

Tabela 10. Valores médios de luminosidade em raízes de reserva de cultivares de mandioca de mesa crua e cozida em diferentes tempos sob imersão em água com diferentes concentrações de aditivo alimentar (bicarbonato de sódio).

Concentração (%)	Luminosidade															
	BRS 397						BRS 399									
	24 horas		48 horas		72 horas		96 horas		24 horas		48 horas		72 horas		96 horas	
	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida
SAM	86,28 abA	62,50 aD	86,87 bcA	65,35 aCD	85,76 abA	66,79 aC	82,05 bB	62,28 abD	86,28 abA	62,50 aD	86,87 bcA	65,35 aCD	85,76 abA	66,79 aC	82,05 bB	62,28 abD
0,5%	86,76 abA	56,77 bcdeC	84,04 bcdeA	59,04 bcBC	83,47 abA	61,97 bcB	85,35 abA	59,14 bcDBC	86,76 abA	56,77 bcdeC	84,04 bcdeA	59,04 bcBC	83,47 abA	61,97 bcB	85,35 abA	59,14 bcDBC
1,0%	83,15 bcdB	57,44 bcDD	87,11 bA	58,99 bcD	84,06 abAB	57,27 dD	83,72 abAB	60,20 abcdE	83,15 bcdB	57,44 bcDD	87,11 bA	58,99 bcD	84,06 abAB	57,27 dD	83,72 abAB	60,20 abcdE
1,5%	81,11 dC	58,49 bcE	93,38 aA	60,39 bDE	85,33 abB	63,72 abD	84,14 abBC	61,11 abcdB	81,11 dC	58,49 bcE	93,38 aA	60,39 bDE	85,33 abB	63,72 abD	84,14 abBC	61,11 abcdB
2,0%	87,10 aA	55,65 cdeC	86,56 bcdeA	58,92 bcBC	86,77 aA	60,43 bcdB	86,09 aA	61,11 abcdB	87,10 aA	55,65 cdeC	86,56 bcdeA	58,92 bcBC	86,77 aA	60,43 bcdB	86,09 aA	61,11 abcdB
2,5%	83,35 bcdeA	59,50 abB	82,99 deA	62,42 abB	84,71 abA	56,63 cdB	85,97 abA	60,85 abcdB	83,35 bcdeA	59,50 abB	82,99 deA	62,42 abB	84,71 abA	56,63 cdB	85,97 abA	60,85 abcdB
3,0%	86,13 abA	58,93 abcB	83,17 cdeA	61,77 abB	82,90 bA	59,60 cdB	85,28 abA	61,69 abcB	86,13 abA	58,93 abcB	83,17 cdeA	61,77 abB	82,90 bA	59,60 cdB	85,28 abA	61,69 abcB
3,5%	84,91 abcA	59,72 abB	81,91 eA	59,95 bB	83,40 abA	60,60 bcdeB	84,18 abA	62,54 abB	84,91 abcA	59,72 abB	81,91 eA	59,95 bB	83,40 abA	60,60 bcdeB	84,18 abA	62,54 abB
4,0%	81,94 cdA	54,43 deD	82,39 eA	55,47 cD	84,95 abA	63,57 abB	83,86 abA	59,97 abcdC	81,94 cdA	54,43 deD	82,39 eA	55,47 cD	84,95 abA	63,57 abB	83,86 abA	59,97 abcdC
4,5%	83,68 abcdA	54,42 deC	82,12 eA	58,96 bcB	83,48 abA	59,70 cdB	82,74 abA	57,57 dBC	83,68 abcdA	54,42 deC	82,12 eA	58,96 bcB	83,48 abA	59,70 cdB	82,74 abA	57,57 dBC
5,0%	82,39 cdA	53,42 eC	84,73 bcdeA	56,03 cBC	84,73 abA	57,95 dB	85,85 aA	58,31 cdB	82,39 cdA	53,42 eC	84,73 bcdeA	56,03 cBC	84,73 abA	57,95 dB	85,85 aA	58,31 cdB
	BRS 399															
SAM	87,94 aA	63,72 aB	87,23 bA	65,08 aB	87,05 aA	64,60 aB	85,09 abA	59,73 abC	87,94 aA	63,72 aB	87,23 bA	65,08 aB	87,05 aA	64,60 aB	85,09 abA	59,73 abC
0,5%	85,61 abA	57,97 bC	84,06 bcdeA	56,60 cC	83,88 abcA	59,14 bcdeC	86,79 aA	62,81 aB	85,61 abA	57,97 bC	84,06 bcdeA	56,60 cC	83,88 abcA	59,14 bcdeC	86,79 aA	62,81 aB
1,0%	81,93 bcB	59,47 bCD	86,72 bcA	55,83 eE	84,22 abAB	56,35 eDE	81,09 cB	60,00 abC	81,93 bcB	59,47 bCD	86,72 bcA	55,83 eE	84,22 abAB	56,35 eDE	81,09 cB	60,00 abC
1,5%	82,53 bcB	60,80 abCD	92,51 aA	61,89 abCD	83,22 bcB	62,56 abC	83,93 abcB	58,78 bD	82,53 bcB	60,80 abCD	92,51 aA	61,89 abCD	83,22 bcB	62,56 abC	83,93 abcB	58,78 bD
2,0%	87,93 aA	57,38 bC	86,69 bcA	57,12 cC	85,35 abA	59,52 bcdeBC	86,59 aA	60,99 abB	87,93 aA	57,38 bC	86,69 bcA	57,12 cC	85,35 abA	59,52 bcdeBC	86,59 aA	60,99 abB
2,5%	84,00 bcA	59,26 bB	83,88 bcdeA	61,88 abB	84,06 abA	62,14 abcB	85,07 abA	59,88 abB	84,00 bcA	59,26 bB	83,88 bcdeA	61,88 abB	84,06 abA	62,14 abcB	85,07 abA	59,88 abB
3,0%	83,31 bcA	57,21 bB	83,22 cdA	58,10 bcB	80,09 cdA	58,83 bcdeB	81,61 bcA	60,22 abB	83,31 bcA	57,21 bB	83,22 cdA	58,10 bcB	80,09 cdA	58,83 bcdeB	81,61 bcA	60,22 abB
3,5%	84,02 bcAB	60,83 abCD	80,49 dB	55,89 cE	84,21 abA	59,27 bcdeDE	83,97 abcAB	62,90 aC	84,02 bcAB	60,83 abCD	80,49 dB	55,89 cE	84,21 abA	59,27 bcdeDE	83,97 abcAB	62,90 aC
4,0%	80,49 cB	52,51 cD	84,07 bcdeAB	58,00 cC	84,68 abA	60,96 abcdC	84,45 abcA	60,29 abC	80,49 cB	52,51 cD	84,07 bcdeAB	58,00 cC	84,68 abA	60,96 abcdC	84,45 abcA	60,29 abC
4,5%	85,35 abA	51,06 cD	83,62 bcdeA	57,93 cC	79,16 dB	58,71 cdeC	83,90 abcA	60,26 abC	85,35 abA	51,06 cD	83,62 bcdeA	57,93 cC	79,16 dB	58,71 cdeC	83,90 abcA	60,26 abC
5,0%	84,96 abA	51,05 cD	85,45 bcA	57,88 cC	83,64 abcAB	58,15 deC	81,29 bcB	53,55 cD	84,96 abA	51,05 cD	85,45 bcA	57,88 cC	83,64 abcAB	58,15 deC	81,29 bcB	53,55 cD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa. As análises foram realizadas em 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4%; 4,5% e 5% (obs: dados conforme coletados).

Para as análises em raízes de mandioca cozida, os valores de luminosidade na cultivar BRS 397 oscilaram de 53,42 a 66,79. Na cultivar BRS 399, as oscilações foram entre 51,05 a 65,08. Apesar de os valores de luminosidade terem reduzido após o processo de cozimento, elas não apresentaram escurecimento significativo, com exceção de alguns pontos escuros em algumas amostras. Esses pontos escuros encontravam-se na parte central da raiz e nos pontos de saída das raízes de absorção da planta, conforme Figura 1, demonstrando não serem devido aos tratamentos.

A degradação de clorofila (a^*) foi verificada por meio da variável a^* . Quando o valor de a^* for positivo estará aproximado a uma cor mais avermelhada e, quando a^* estiver no seu ponto negativo, a amostra terá coloração verde. De acordo com os resultados da degradação de clorofila (a^*), as médias da cultivar BRS 397 crua oscilaram de 5,05 a 48 horas sem o agente de massa, a 10,38 a 96 horas também sem o agente de massa, enquanto as da BRS 399 estiveram entre 4,42 (96h a 0,5%) a 9,71 (24h a 1%). Das raízes de mandioca submetidas ao processo de cozimento, os resultados oscilaram entre 4,59 (24h) a 9,08 para a cultivar BRS 397 e de 3,91 a 11,71 para a cultivar BRS 399 (Tabela 11). De acordo com as análises realizadas nas amostras controle (SAM), as raízes de mandioca não apresentaram degradação da clorofila em nenhuma das cultivares. Vários fatores podem ser responsáveis pela degradação da clorofila, sendo sensível ao pH, enzimas, oxigênio, temperatura e luz, sendo atividade de água do alimento determinante na velocidade das reações (Bohn; Walczyk, 2004).

O amarelecimento do vegetal pode ser representado pela variável b^* . Quando b^* for positivo, indica cor amarela e, quando o b^* for negativo, apresentará cor azul. Os valores de b^* obtidos são positivos para todos os períodos de análise e tratamentos avaliados (Tabela 12), indicando que a cor está mais próxima do amarelo, característica esta esperada nas raízes de mandioca avaliadas. Assim sendo, as cultivares BRS 397 e BRS 399 submetidas ao cozimento resultaram em valores médios entre 39,01 a 51,81, sendo superiores aos da amostra em estado cru, que oscilaram entre 26,53 a 42,39. Quando cozidas as raízes dessas cultivares apresentam aumento significativo na cor amarela devido aos carotenoides presentes na raiz (Tabela 12).

Tabela 11. Valores médios de a^* em raízes de reserva de cultivares de mandioca de mesa crua e cozida em diferentes tempos sob imersão em água com diferentes concentrações de aditivo alimentar.

Concentração (%)	a^* (degradação da clorofila)											
	BRS 397						BRS 399					
	24 horas		48 horas		72 horas		72 horas		96 horas		96 horas	
	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida	Crua	Cozida
SAM	5,92 bcDE	7,36 abcBCDE	5,05 dE	7,74 abCD	5,72 bcDE	8,48 aABC	10,38 aA	8,95 abAB	6,30 bcBC	6,70 bBC	6,30 bcBC	8,95 abAB
0,5%	7,15 abABC	4,59 dC	9,40 aA	5,86 aC	8,55 aAB	6,36 aBC	6,30 abA	6,70 bBC	8,82 abA	7,53 abAB	8,82 abA	7,53 abAB
1,0%	8,46 abA	7,88 abAB	5,65 cdB	7,28 abAB	8,30 abA	6,62 aAB	7,54 abAB	6,65 bB	6,74 bcAB	6,65 bB	6,74 bcAB	6,65 bB
1,5%	9,04 aAB	8,70 aAB	9,28 aA	8,24 aAB	7,75 abcAB	7,54 aAB	6,05 abcBC	8,40 aA	5,62 cC	9,50 aA	5,62 cC	9,50 aA
2,0%	5,93 bBC	6,90 abcdABC	5,95 bcdBC	6,35 aBC	6,05 abcBC	8,40 aAB	6,30 abAB	7,19 abAB	6,18 bcB	7,19 abAB	6,18 bcB	7,19 abAB
2,5%	8,16 abAB	9,06 aA	6,82 abcdAB	8,30 aAB	7,34 abcAB	6,90 aAB	7,48 abcA	7,64 abA	6,97 bcA	7,64 abA	6,97 bcA	7,64 abA
3,0%	6,81 abA	5,85 bcdA	7,93 abcA	8,17 aA	7,24 aAB	8,03 aA	6,82 abcAB	8,89 abA	7,72 aA	8,89 abA	7,72 aA	8,89 abA
3,5%	7,06 abAB	4,81 cdB	8,45 abA	7,03 aAB	7,80 abcA	7,72 aA	7,14 bcA	7,06 abA	7,86 abcA	7,06 abA	7,86 abcA	7,06 abA
4,0%	8,45 abA	6,41 abcdA	8,01 abcA	7,44 aA	8,38 abA	7,51 aA	6,77 bcAB	9,08 abA	7,42 aAB	9,08 abA	7,42 aAB	9,08 abA
4,5%	8,43 abA	7,45 abcA	7,10 abcdA	7,44 aA	5,26 cB							
5,0%	8,46 abA	6,49 abcdAB	7,32 abcdAB	7,11 aAB								
					BRS 399							
SAM	6,50 abA	7,26 aA	5,94 aA	6,00 bA	5,88 aA	7,58 aA	7,70 abcA	6,75 aA	4,42 cB	5,11 aAB	4,42 cB	5,11 aAB
0,5%	5,80 bAB	5,80 aAB	7,81 aA	5,18 bAB	7,95 aA	5,72 aAB	7,95 abAB	6,88 aAB	7,95 abAB	6,88 aAB	7,95 abAB	6,88 aAB
1,0%	9,71 aA	5,76 aB	6,17 aB	5,35 bB	8,42 aAB	5,67 aB	7,91 abA	6,39 aA	7,91 abA	6,39 aA	7,91 abA	6,39 aA
1,5%	7,66 abA	6,08 aA	8,02 aA	5,77 bA	7,86 aA	7,41 aA	4,94 bcABC	8,01 aA	4,94 bcABC	8,01 aA	4,94 bcABC	8,01 aA
2,0%	6,04 bABC	3,91 aC	6,90 aABC	5,43 bABC	7,55 aAB	4,48 aBC	6,08 abcA	5,50 aA	6,08 abcA	5,50 aA	6,08 abcA	5,50 aA
2,5%	7,67 abA	6,02 aA	7,27 aA	5,86 bA	7,30 aA	6,93 aA	7,38 abcA	6,20 aA	7,38 abcA	6,20 aA	7,38 abcA	6,20 aA
3,0%	7,47 abA	6,15 aA	7,81 aA	5,17 bA	8,15 aA	8,06 aA	6,77 abcA	5,66 aA	8,06 aA	5,66 aA	8,06 aA	5,66 aA
3,5%	6,92 abA	5,85 aA	8,22 aA	6,61 bA	6,44 aA	7,44 aA	7,17 abcA	6,32 aA	7,44 aA	6,32 aA	7,44 aA	6,32 aA
4,0%	8,22 abA	5,06 aA	7,10 aA	5,75 bA	6,74 aA	6,42 aA	7,84 abB	6,04 aB	6,42 aA	6,04 aB	7,84 abB	6,04 aB
4,5%	5,93 bB	5,51 aB	6,87 aB	11,71 aA	8,16 aB	6,34 aB	8,51 aA	5,97 aA	6,34 aB	5,97 aA	8,51 aA	5,97 aA
5,0%	6,97 abA	6,25 aA	7,10 aA	7,08 bA	6,64 aA	5,93 aA			6,64 aA	5,93 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa. As análises foram realizadas em 24, 48, 72 e 96 horas em concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4%; 4,5% e 5% (obs.: dados conforme coletados).

Os valores de chroma nas raízes cruas oscilaram entre 27,01 a 40,10 referente às cultivares BRS 397 e BRS 399. Nas raízes submetidas ao cozimento, os valores médios oscilaram entre 39,06 a 52,57 (Tabela 13). Houve variação devido à variação da textura das amostras durante o processo de cozimento de raízes de mandioca e suas características de heterogeneidade. Para o chroma, considera-se a saturação ou a intensidade da cor; 0 – cor impura e 60 – cor pura.

Na Tabela 14, estão apresentados os valores médios de ângulo hue, em que, entre as cultivares submetidas, a imersão no agente de massa e ao processo de cocção oscilaram entre 76,83 e 84,55, valores estes superiores às mesmas amostras no estado cru, que oscilaram de 73,95 a 81,57. Já era esperado que as amostras submetidas ao processo de cozimento apresentassem valores mais elevados devido ao maior amarelecimento da amostra, uma vez que o ângulo de 90° é o responsável pela cor amarela. Com isso, os valores de ângulo hue obtidos neste experimento estão bem próximos de 90° , indicando cor amarela característica do produto avaliado.

Tabela 13. Valores médios de chroma em raízes de reserva de cultivares de mandioca de mesa crua e cozida em diferentes tempos sob imersão em água com diferentes concentrações de aditivo alimentar (bicarbonato de sódio).

Concentração (%)	Chroma																																																																																							
	24 horas						48 horas						72 horas						96 horas																																																																					
	Crua		Cozida		Crua		Cozida		Crua		Cozida		Crua		Cozida		Crua		Cozida		Crua		Cozida																																																																	
SAM	27,83 dD	43,68 adB	27,01 dB	44,66 cdeAB	27,90 aD	50,26 abcA	36,83 aC	48,02 abAB	28,63 cdD	39,29 dBC	34,16 abcCD	41,88 eAB	31,87 aD	44,28 cAB	29,70 bD	47,23 abcA	33,85 abcdB	45,63 abcA	29,26 aB	45,77 bcdeA	33,45 aB	44,14 cA	34,30 abB	45,78 bcA	35,13 abBC	51,22 aA	40,10 aB	51,32 abA	32,07 aCD	52,10 aA	29,12 bD	48,15 abA	28,07 dC	42,76 cdB	28,18 cdC	46,52 abcdeAB	28,18 aC	51,63 abA	29,29 bC	52,00 aA	37,75 aC	51,21 abAB	31,18 bcdd	52,00 aA	32,29 aCD	45,42 bcB	32,44 abCD	46,96 abcAB	30,70 bcdB	45,21 abcdA	30,80 bcdB	50,43 abcA	31,11 aB	50,33 abcA	29,63 bB	49,76 abA	31,02 bcDC	40,48 cdB	35,10 abBC	48,82 abcdA	32,29 aC	49,46 abcA	33,71 aBC	52,57 aA	35,03 abc	45,01 bcDB	34,34 abcC	43,95 deB	32,50 aC	51,92 aA	32,66 abc	45,60 bcB	34,64 abcCD	39,06 dBC	33,32 bcCD	47,43 abcdeA	32,43 aD	48,38 abcA	35,13 abCD	41,35 cB	34,40 abcB	44,90 cdA	31,21 bcDB	45,33 bcdeA	27,75 aC	46,73 abcA	30,65 abBC	49,40 abA
	BRS 399																																																																																							
SAM	30,55 bC	44,12 abcAB	31,33 bcC	43,86 abAB	31,24 bC	47,47 abcdA	34,22 aC	41,14 cB	32,60 abC	45,35 abcA	33,81 bcC	40,80 bAB	35,41 abBC	43,28 cdA	29,98 abC	41,04 cA	38,38 abc	43,90 abcAB	33,10 bcC	40,76 bAB	34,19 abC	44,87 bcdeA	34,16 aC	44,95 bcA	35,28 abc	46,98 aAB	43,22 ab	48,79 aA	34,12 abC	51,67 aA	34,82 aC	47,93 abAB	32,75 abc	39,91 cB	30,15 cC	44,79 abB	33,41 bC	42,46 dB	28,02 bC	51,79 aA	33,82 abB	47,75 aA	34,35 bcB	45,99 abA	31,94 bB	48,57 abcA	32,44 abB	43,13 bcA	37,46 ab	46,04 abA	36,09 bB	46,25 abA	36,83 abB	50,21 abA	33,53 abB	45,78 bcA	34,65 abc	44,64 abcB	35,28 bcC	47,04 aAB	33,25 bC	51,44 aA	33,05 abc	47,10 abAB	35,28 abCD	40,65 bcBC	33,21 bcD	45,74 abAB	33,10 bD	50,21 abA	32,79 abD	48,95 abA	33,70 abE	42,70 abcBC	33,35 bcE	47,57 aAB	39,62 acD	49,26 abA	35,23 aDE	48,82 abA	34,38 abc	40,95 bcB	31,89 bcC	49,16 aA	30,98 bC	47,81 abcdA	34,64 aC	45,80 bcAB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. SAM: Sem Agente de Massa. As análises foram realizadas em 24, 48, 72 e 96 horas em concentrações de 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4%; 4,5% e 5% (obs: dados conforme coletados).

Conclusões

Em raízes de mandioca de mesa, que não apresentam textura adequada após o cozimento, o bicarbonato de sódio como agente de massa, adicionado diretamente na água de fervura ou sob imersão das raízes de mandioca mantidas em diferentes concentrações do aditivo e tempo de imersão, resulta em textura adequada após o cozimento das raízes.

Em raízes de mandioca de mesa mantidas sob imersão, a textura esperada no cozimento das amostras ocorre a partir de 24 horas na concentração de 1,5% de bicarbonato de sódio. O produto mantido sob imersão em solução com agente de massa apresenta melhor resultado quanto à textura, à cor, ao aroma e ao sabor, quando comparado ao produto com adição de bicarbonato de sódio diretamente na água de fervura para o cozimento.

De maneira geral, as amostras com a textura esperada no cozimento apresentam cor agradável, no entanto, todas apresentam sensação sensorial alterada com sabor e aroma significativamente indesejável de bicarbonato de sódio.

Desse modo, o produto, nas concentrações e no tempos de imersão utilizados, não é recomendado como alternativa na melhoria da textura no cozimento de raízes de mandioca de mesa, cozidas em panelas abertas, com pressão normal e tempo de fervura até 30 minutos.

Agradecimentos

À Embrapa, à Fundação Banco do Brasil e ao CNPq pelo apoio e financiamento do projeto de pesquisa.

Referências

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

BOHN, T.; WALCZYK, T. Determination of chlorophyll in plant samples by liquid chromatography using zinc-phthalocyanine as an internal standard. **Journal of Chromatography A**, v. 1024, p. 123-128, 2004.

BUTARELO, S. S.; BELEIA, A.; FONSECA, I. C. B.; ITO, K. C. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 311-315, 2004.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.

COSTA, M. G. S. **Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração**. 71 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

FIALHO, J. F.; SOUSA, D. M. G.; VIEIRA, E. A. Manejo do solo no cultivo de mandioca. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. (ed.). **Mandioca no Cerrado**: orientações técnicas. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. p. 39-60.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. Manejo e tratos culturais da mandioca. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. (ed.). **Mandioca no Cerrado**: orientações técnicas. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. p. 61-88.

HENRIQUE, C. M.; PRATI, P.; SARMENTO, S. B. S. Alterações fisiológicas em raízes de mandioca minimamente processadas. In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2.; CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE FRUTOS TROPICAIS, 1.; 2010, Aracaju. **Avanços em tecnologia de alimentos**: anais. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2010. 1 CD-ROM.

HUNTERLAB. **Insight on color**: CIE L* a* b* color scale. Reston, 2008.

PEREIRA, L. T. P.; BELÉIA, A. del P. Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-63, 2004.

ROSA, J. S. **Utilização de análises físico-químicas, técnicas cromatográficas e de espectrometria de massas na caracterização do perfil químico de grãos de café (Cofea arabica L) submetidos a gradiente torra**. 2016. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**. Universidade Federal de Campina Grande. INPI 0004051-2. Versão 7.7 Beta (pt), Campina Grande. Disponível em: <http://www.assistat.com>. Acesso: 3 fev. 2018.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; JULIO, L.; CARVALHO, L. J. C. B.; DALLA CORTE, J. L.; RINALDI, M. M.; OLIVEIRA, C. M.; FERNANDES, F. D.; ANJOS, J. R. N. Sweet cassava cultivars with yellow or cream root pulp developed by participatory breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, p. 450-454, 2018.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 016906