

Épocas de colheita e práticas de manejo influenciam nas características de qualidade de raízes de mandioca cozida?

RESUMO

A mandioca é amplamente cultivada em todo mundo, porém há escassez de informações que relacionam práticas de manejo durante o cultivo com a qualidade culinária das raízes. Sendo assim, o objetivo foi avaliar se há influência do manejo e da época de colheita nos parâmetros de qualidade de raízes de mandioca cozida. O experimento foi conduzido na região central do Rio Grande do Sul, Brasil, com a variedade vassourinha, e as práticas de manejo empregadas foram correspondentes aos níveis tecnológicos baixo, médio e alto, utilizados por agricultores do sul do Brasil. As raízes foram colhidas no sexto, sétimo e oitavo mês após o plantio e avaliado a dificuldade de descascamento, o tempo de cozimento, a composição nutricional e a cor das raízes cozidas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos ($p < 0,05$), foi realizado o teste de diferença de média Scott Knott. A época de colheita e o tipo de manejo influenciam na qualidade das raízes de mandioca. Com o aumento da idade da planta as raízes vão se tornando mais rígidas, o que dificulta o descascamento. Quanto maior a absorção de água menor o tempo de cozimento. Os teores de umidade, amido e proteína sofreram influência da época de plantio e dos níveis tecnológicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Manihot esculenta* Crantz. Descascamento. Cocção. Absorção de água.

Bruna Lago Tagliapietra

bruna_tagliapietra@hotmail.com

orcid.org/0000-0003-3041-4768

Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Alencar Junior Zanon

alencarzanon@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-7194-9833

Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Maximiliano Segundo Jimenez Escalona

mescalona75@gmail.com

orcid.org/0000-0002-2516-4330

Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Nereu Augusto Streck

nstreck2@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-2495-0823

Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

neilarichardsprof@gmail.com

orcid.org/0000-0001-6610-5567

Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

Estima-se que durante as próximas décadas, a população mundial passará dos atuais 7,7 bilhões, para 9,7 bilhões de habitantes até 2050, aumentando a demanda por alimentos (ONU, 2019). Neste cenário, aumentará a importância da produção de alimentos que compõem a base alimentar da população, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), considerada uma das principais fontes energéticas de grande parte da população mundial (DUQUE e SETTER, 2019), e eleita pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura o alimento do século XXI, através do projeto “Save and Grow: Cassava” (FAO, 2013).

A maior parte da produção mundial de mandioca se concentra em países em desenvolvimento, como a África. Nesses locais a mandioca é considerada um alimento “todo suficiente”, porque as pessoas obtêm “pão” das raízes e “carne” das folhas (UFUAN ACHIDI et al., 2005), sendo as raízes uma importante fonte de carboidratos e as folhas ricas em proteínas, vitaminas e minerais (LATIF e MÜLLER, 2015). Nas raízes cozidas são encontrados em média 68,87% de umidade, 30,1% de carboidratos (sendo 25,5% amido), 1,6% de fibra alimentar, 0,6% de proteína e 0,3% de lipídeos. Além disso, minerais como cálcio (19mg/100g), magnésio (27mg/100g), fósforo (22mg/100g) e vitamina C (11,1mg/g) (UNICAMP, 2011).

A principal forma de consumo das raízes de mandioca na alimentação humana é como farinha, fécula ou cozida. Para o consumo das raízes cozidas são selecionados cultivares de mesa (ou doce), caracterizados por conter baixos teores de ácido cianídrico (menos de 50 mg/kg de polpa de raízes frescas) e sabor agradável (MEZETTE et al., 2009). As cultivares de mesa são selecionadas pelos produtores com base na demanda do consumidor em relação à qualidade das raízes (PADONOU et al., 2005), que envolve fatores variados e complexos, por se constituírem de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais (PEDRI et al., 2018). Essas características apresentam variações entre raízes de uma mesma planta, e, conforme o tipo de solo, a cultivar e a idade da planta (BORGES et al., 2002).

Um dos principais atributos de qualidade das raízes de mandioca cozida exigidos pelos consumidores é a textura final, a qual está associada com o tempo

curto de cozimento, que é um fator que interfere na maioria dos produtos preparados a partir das raízes de mandioca (KOUADIO et al., 2011; PEDRI et al., 2018), sendo a absorção de água durante o cozimento o principal indicador de qualidade das cultivares consumidas como mandioca de mesa (KOUADIO et al., 2011).

Alguns estudos têm mostrado diferenças consideráveis existentes entre cultivares, relacionadas ao sabor e à textura das raízes de mandioca cozidas (CHAROENKUL et al., 2006; PADONOU et al., 2005). Diversos autores constataram variações do tempo de cozimento em função da época de colheita, da região de plantio e do genótipo (PEDRI et al., 2018; TALMA et al., 2013; LORENZI, 1994).

Apesar da mandioca ter origem no Brasil e ser amplamente utilizada, há poucas informações sobre as características físico-químicas das raízes em relação as condições de cultivo e as práticas de manejo empregadas pelos produtores. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar se há influência do manejo e da época de colheita nos parâmetros de qualidade de raízes de mandioca cozida.

MATERIAL E MÉTODOS

EXPERIMENTOS DE CAMPO

Os experimentos de campo foram desenvolvidos durante o ano agrícola 2017/2018, nos municípios de Santa Maria, Júlio de Castilhos e Dilermando de Aguiar, pertencentes a região central do Rio Grande do Sul, uma das principais regiões produtoras de mandioca no estado. A variedade Vassourinha foi utilizada pois representa praticamente a totalidade das áreas destinadas a produção de mandioca de mesa na região sul do Brasil, devido sua produtividade e a qualidade culinária e sensorial de suas raízes (TIRONI et al., 2019).

Os tratamentos foram definidos conforme os métodos empregados na condução das lavouras de mandioca no Sul do Brasil, sendo três níveis tecnológicos, classificados em Alto (NTA), Médio (NTM) e Baixo (NTB) (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de acordo com as práticas de manejo empregadas em três municípios localizados no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Níveis tecnológicos	Controle de plantas daninhas		Adubação*
	Pré-emergência	Pós-emergência	
Alto	Aplicação de s-melachlor na dose 1440 g i.a. ha ⁻¹	Controle mecânico por capina para manter a cultura sem competição	3,75 kg ha ⁻¹ de N, 15 kg ha ⁻¹ de K ₂ O, 15 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , fornecidos por 75 kg ha ⁻¹ de adubo**, 10 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , e 147,22 kg ha ⁻¹ de ureia.
Médio	Sem aplicação de herbicida	Controle mecânico por três capinas durante o ciclo	50% do adubo utilizado no NTA
Baixo	Sem aplicação de herbicida	Controle mecânico por duas capinas	Não recebeu adubação

*Adubação realizada conforme o Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2006). **Formulação 05-20-20.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Os experimentos foram conduzidos em três parcelões de 23,2m de comprimento e 12,0m de largura (cada parcelão era um nível tecnológico). O parcelão era composto por 12 linhas com 29 manivas. O espaçamento foi de 0,8 m entre plantas e 1,0 m entre linhas, totalizando 348 manivas, com 5 a 7 gemas, em uma área total de 278,4 m² no parcelão, conforme metodologia descrita por Gabriel et al. (2014). Para cada nível tecnológico foram colhidas 10 plantas das linhas centrais (2 plantas por linha) deixando uma linha de bordadura para cada lado, em três épocas de colheita: seis, sete e oito meses após o plantio. Após as colheitas, as raízes foram transportadas em caixas plásticas até o laboratório, onde no mesmo dia foram lavadas, descascadas, higienizadas com água corrente, cortadas em toletes (5 a 8 cm), embaladas a vácuo e congeladas a -18 °C, até a realização das análises.

CARACTERÍSTICAS CULINÁRIAS

O descascamento das raízes foi avaliado quanto à capacidade da entrecasca (córtex) se destacar da polpa. Foi utilizado uma escala proposta por Pedri et al. (2018) contendo as categorias definidas conforme a seguinte descrição: fácil (quando a película e córtex destacam-se de modo fácil e uniforme, quando puxada com a mão, sendo retiradas inteiras), mediano (quando a casca se solta com alguma dificuldade, quando puxada com a mão, ocorrendo maior presença de fragmentos que permanecem aderidos à polpa do que na classe anterior) e difícil

(quando a casca está bastante aderida à polpa, quando puxada com a mão, quebra-se em pequenos pedaços que se destacam, permanecendo grande parte destes aderida à polpa).

A cocção das raízes foi avaliada aos seis, sete e oito meses após o plantio. O tempo de cozimento foi determinado, em duplicata, em cinco pedaços de raízes (250 g), de 5 a 8 cm de comprimento longitudinal e 4 cm de diâmetro, tendo sido colocada a proporção em massa de 1:10 (mandioca:água) (TALMA et al., 2013). Após o início de fervura da água (98 °C) as raízes foram dispostas em panela de inox e periodicamente espetadas com um garfo para verificar o grau de cozimento e determinar o tempo de cocção. As raízes foram consideradas cozidas quando ofereceram pouca resistência à penetração pelo garfo perpendicularmente em relação ao comprimento, sendo verificadas sempre pelo mesmo avaliador (BORGES et al., 2002; TALMA et al., 2013).

As raízes de mandioca foram pesadas antes e após o cozimento a temperatura ambiente (25 °C), e a determinação da absorção de água absorvida calculada conforme a equação (1) (TALMA et al., 2013).

$$\% \text{ de água absorvida} = \frac{(\text{Massa raiz cozida} - \text{Massa raiz crua}) \times 100}{\text{Massa raiz crua}} \quad (1)$$

As raízes cozidas foram escorridas, cortadas em fatias finas (0,5 cm), secas em estufa de circulação de ar a 55 °C por 48 horas e moídas em moinho de facas tipo *Willie*, ficando com granulometria de 600 µm. Posteriormente, as amostras foram submetidas às análises físico-químicas para determinação dos teores de massa seca, proteína, cinzas, gordura e amido total.

A massa seca foi determinada através da secagem em estufa a 105 °C até massa constante (AOAC, 2011). O teor de proteína foi calculado a partir da determinação de nitrogênio total pelo procedimento de micro-*Kjedahl*, usando o fator de conversão 6,25 (AOAC, 2011). O método empregado para a determinação do teor de cinzas foi incineração em mufla a 550 °C até total queima da matéria orgânica (AOAC, 2011). O teor de lipídios foi determinado pelo método de Bligh-Dyer (1959) e o amido total pelo kit de ensaio para determinação de amido (K-

RSTAR) (Megazyme International Ireland Limited, Wicklow, Irlanda). Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas.

A cor das raízes foi avaliada na polpa da mandioca cozida por meio do colorímetro Minolta® (modelo CM-700d, Konica Minolta, Osaca, Japão) operando com iluminante D 65 e ângulo de observação de 10°. O Sistema International Lab (L^* , a^* e b^*) foi usado. A variável L^* indica luminosidade, diferindo cores claras de escuras (onde: 0 – preto e 100 – branco), as cromaticidade a^* e b^* comportam as informações de cor (onde: - a^* representa direção ao verde e + a^* direção ao vermelho, e - b^* representa direção ao azul e + b^* direção ao amarelo). Os parâmetros Chroma (C^*), que indica a intensidade da cor e o valor do ângulo Hue (h^*) foram calculados segundo as equações (2) e (3), respectivamente, conforme González-Martínez et al. (2002).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})/2 \quad (2)$$

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (3)$$

Foram analisados seis pedaços de cada tratamento, sendo efetuada uma leitura por pedaço (HOUNHOUIGAN et al., 1993).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$), com o uso do software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aumento da idade da planta o descascamento das raízes se torna mais difícil (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2009), ao avaliarem vinte e seis cultivares de mandioca, onde encontraram dificuldade crescente de retirada da entrecasca quanto mais avançado o desenvolvimento da planta na colheita. A dificuldade de retirada da entrecasca é um fator importante para o consumidor, que tem interesse em um produto que solte a casca com mais facilidade, resultando em maior eficiência no manuseio e no preparo culinário (PEDRI et al., 2018).

Tabela 2 - Análise de descascamento das raízes em três épocas de colheita nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Época de colheita	Nível tecnológico	Localização dos experimentos		
		Santa Maria	Dilermando de Aguiar	Júlio de Castilhos
6 meses	Baixo	M	F	¹
	Médio	F	F	¹
	Alto	F	F	¹
7 meses	Baixo	M	M	M
	Médio	F	F	M
	Alto	F	F	M
8 meses	Baixo	M	D	M
	Médio	M	D	M
	Alto	M	D	M

F = Fácil; M = Mediano; D = Difícil. ¹Tratamento perdido.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Além do consumidor, quando se analisa a cadeia como um todo, mesmo que este produto seja processado em uma indústria, este parâmetro torna-se um problema, pois para esta etapa do processo, praticamente não existe maquinário adequado e na grande maioria das vezes o mesmo é realizado manualmente (TALMA et al., 2013). Além disso, a facilidade de descascamento promove menos perdas quando esse processo ocorre mecanicamente. Ressalta-se que a eficiência do processo de descascamento está relacionada ao tamanho, a forma, ao grau de maturação, à quantidade de danos mecânicos causados pelo manejo durante o cultivo, colheita e armazenamento das raízes (AGUIRRE, 2001).

Tabela 3 – Características de cozimento e absorção de água das raízes de mandioca em função os níveis tecnológicos alto, médio e baixo de acordo com as práticas de manejo empregadas e das épocas de colheita nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Época de colheita	Nível Tecnológico	% Absorção de água	Tempo de cozimento (minutos) ^{ns}
6 meses	Baixo	30,56 ^a	36,00
	Médio	30,61 ^a	36,75
	Alto	30,38 ^a	39,00
7 meses	Baixo	26,70 ^b	41,83
	Médio	27,76 ^b	43,67
	Alto	31,61 ^a	36,33
8 meses	Baixo	27,01 ^b	37,83
	Médio	25,09 ^b	40,67
	Alto	24,70 ^b	42,00
CV (%)		16,37	16,80

Resultados expressos pelos valores médios das três localidades avaliadas. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Quanto maior a absorção de água maior a gelatinização e inchamento dos grânulos de amido das células, como consequência as raízes apresentam uma textura mais macia e homogênea (OLIVEIRA et al., 2005). As raízes colhidas seis meses após o plantio apresentaram diferença das colhidas no sétimo e no oitavo mês, e não apresentaram diferença entre os níveis tecnológicos (Tabela 3). Isso pode ser explicado pela fisiologia da planta, quanto mais jovem a planta, menores são os teores de massa seca e maior conteúdo de água na sua constituição (TAIZ e ZIEGLER, 2013). Diversos autores afirmam que a água absorvida é o principal parâmetro para determinar a qualidade do cozimento de cultivares de mandioca (OLIVEIRA et al., 2005; KOUADIO et al., 2011; TALMA et al., 2013).

Em relação ao tempo de cozimento, verificou-se que não houve diferença entre as épocas de colheita e os níveis tecnológicos. Comparando com outros estudos que avaliaram raízes de variedades diferentes às estudadas neste experimento, os tempos de cozimento aqui verificados foram semelhantes aos obtidos por Mezette et al. (2009), 52 minutos, e superiores aos observados por Borges et al. (2002), Oliveira et al. (2005) e Rimoldi et al. (2006), entre 25 e 29 minutos. Porém, os fatores responsáveis pelas características de cozimento de raízes de mandioca ainda não são totalmente conhecidos, com alguns estudos constando que a variação do tempo de cozimento depende da época de colheita, da região de cultivo e da cultivar (OLIVEIRA et al., 2009; TALMA et al., 2013).

Os valores de luminosidade (L^*), e das coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , traduzem de forma objetiva o aspecto visual das raízes de mandioca após a cocção (Tabela 4).

Nesse estudo foi encontrado diferença nas épocas de colheita e nos níveis tecnológicos em relação as práticas de manejo aplicadas nos parâmetros de cor analisados. Os valores de L^* se localizaram na região central do eixo, mostrando tendência a uma coloração branca brilhante. As variações da cromaticidade a^* e b^* , tiveram comportamento semelhante ao L^* , os valores de a^* situaram-se próximo ao eixo central, onde as cores verde e vermelho se misturam, mostrando tendência a uma coloração levemente marrom. A coordenada de cromaticidade b^* , mostrou que todos os tratamentos ficaram próximos ao amarelo. A intensidade de cor (C^*) e o ângulo de cor (h^*) também apresentaram diferenças significativas.

Esses resultados demonstram que a época de colheita e as práticas de manejo são preponderantes para alteração da cor das raízes cozidas de mandioca, embora visualmente não seja possível perceber essas diferenças.

Tabela 4 – Cor da polpa das raízes de mandioca cozida em função dos níveis tecnológicos alto, médio e baixo de acordo com as práticas de manejo empregadas e das épocas de colheita nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Época de colheita	Níveis Tecnológicos			CV(%)
	Baixo	Médio	Alto	
<i>L*</i>				
6	56,84 ^{Aa}	57,05 ^{Aa}	53,27 ^{Aa}	12,01
7	51,26 ^{Aa}	52,92 ^{Ba}	53,43 ^{Aa}	10,97
8	56,89 ^{Aa}	53,70 ^{Ba}	48,10 ^{Bb}	13,18
CV(%)	8,4	9,72	7,08	
<i>a*</i>				
6	1,02 ^{Aa}	0,91 ^{Aa}	0,93 ^{Aa}	9,69
7	1,04 ^{Aa}	0,80 ^{Aa}	0,99 ^{Aa}	12,69
8	0,77 ^{Aa}	0,56 ^{Aa}	0,51 ^{Aa}	11,02
CV(%)	10,29	11,88	10,08	
<i>b*</i>				
6	9,65 ^{Aa}	9,46 ^{Aa}	9,52 ^{Aa}	12,35
7	9,01 ^{Ba}	9,53 ^{Aa}	8,79 ^{Ba}	8,36
8	9,09 ^{Aa}	9,40 ^{Aa}	7,07 ^{Bb}	10,01
CV(%)	12,17	14,38	15,09	
<i>C*</i>				
6	46,69 ^{Aa}	45,55 ^{Aa}	47,90 ^{Aa}	14,50
7	39,44 ^{Ba}	45,95 ^{Aa}	41,97 ^{Ba}	13,30
8	26,35 ^{Ba}	46,34 ^{Aa}	43,19 ^{Aa}	10,07
CV(%)	10,64	12,76	13,61	
<i>h*</i>				
6	84,44 ^{Ab}	84,54 ^{Ab}	83,87 ^{Aa}	2,56
7	83,50 ^{Ab}	85,21 ^{Ab}	83,65 ^{Aa}	4,01
8	85,78 ^{Aa}	86,75 ^{Aa}	85,43 ^{Aa}	6,99
CV(%)	4,21	2,34	2,05	

Resultados expressos pelos valores médios das três localidades avaliadas. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

A umidade das raízes de mandioca após o cozimento apresentou diferença entre as épocas de colheita, variando de 69,48% a 74,46%, sendo que o maior teor foi nos seis meses (Tabela 5), resultados semelhantes aos encontrados na literatura, como o estudos de Ceni et al. (2009) que avaliaram a composição centesimal de cinco variedades de mandioca e encontraram umidade de 64,0% a 70,0%, e o de Reis et al. (2021) que a umidade variou de 57,63 quando colhidas no 15º mês e 73,32% no 12º mês após o plantio. A umidade das raízes pode estar relacionada com o teor de amido das raízes e com o tempo de cozimento (KOUADIO et al., 2011)

As raízes cozidas apresentaram baixos teores de proteína, variando de 0,88% a 1,32%, o que era esperado, devido às raízes serem a parte da planta com função de armazenar carboidratos na forma de amido (DIAS e LEONEL, 2006; TAGLIAPIETRA et al., 2019). Não foi encontrado diferença no teor de proteína entre as épocas de colheita. No que se refere aos níveis tecnológicos, no sexto e no sétimo mês não houve diferença, porém, quando colhidas no oitavo mês o NTA apresentou maior teor de proteína, provavelmente devido a maior disponibilidade de nitrogênio no solo, resultante da adubação realizada neste tratamento. O teor de proteína pode aumentar com o acréscimo da adubação, a incorporação de nitrogênio ao solo apresenta relação direta com os teores de proteínas e aminoácidos que se acumulam no conteúdo celular das plantas (NUNES et al., 2016).

Os teores de lipídios e cinzas somaram menos de 1% da composição das raízes cozidas e não apresentaram diferença entre as épocas de colheita e o NTA (Tabela 5).

Para a fibra bruta não foi observada diferença entre as épocas de colheita e os níveis tecnológicos em relação as práticas de manejo aplicadas, com valor médio de 1,67%. Valores de fibra mais baixos, entre 0,80% e 1,02%, foram obtidos por Sanoussi et al. (2015), que avaliou variedades de mandioca. De acordo com Carvalho et al. (2017), o teor de fibra é uma característica importante do ponto de vista nutricional, mas para as raízes cozidas, os altos níveis de fibras podem diminuir a aceitação dos consumidores pois interferem na suavidade do produto.

O amido representa a maior parte dos carboidratos nas raízes de mandioca. Em relação ao amido total, não foi encontrado diferença nos teores entre os níveis tecnológicos, que variaram de 21,48% a 27,35%. Em relação a época de colheita, os maiores teores foram encontrados no sétimo e no oitavo mês após o plantio para o NTB e sétimo para o NTA. Como a primeira colheita foi realizada no sexto mês após o plantio, neste momento do ciclo de desenvolvimento as plantas de mandioca estavam gastando mais energia para o seu crescimento vegetativo em detrimento do acúmulo de amido nas raízes.

Tabela 5 – Composição físico-química das raízes de mandioca cozida em função os níveis tecnológicos alto, médio e baixo e das épocas de colheita nos experimentos conduzidos no Rio Grande do Sul, Brasil.

Época de colheita	Níveis Tecnológicos			CV (%)
	Baixo	Médio	Alto	
	Umidade (g/100g)			
6	74,46 ^{Aa}	71,74 ^{Aa}	73,94 ^{Aa}	4,49
7	69,48 ^{Ab}	70,03 ^{Aa}	70,48 ^{Ab}	4,48
8	70,21 ^{Ab}	71,74 ^{Aa}	73,06 ^{Aa}	3,98
CV (%)	4,47	5,35	2,39	
	Proteína (g/100g)			
6	1,02 ^{Aa}	0,90 ^{Aa}	0,89 ^{Aa}	12,76
7	1,09 ^{Aa}	0,89 ^{Aa}	1,16 ^{Aa}	13,21
8	0,88 ^{Ba}	1,03 ^{Ab}	1,32 ^{Aa}	13,12
CV (%)	8,06	13,5	11,37	
	Cinzas (g/100g)			
6	0,57 ^{Aa}	0,53 ^{Aa}	0,44 ^{Aa}	12,61
7	0,48 ^{Ab}	0,46 ^{Ba}	0,48 ^{Aa}	11,94
8	0,48 ^{Ab}	0,42 ^{Ba}	0,45 ^{Aa}	10,36
CV (%)	7,54	8,38	8,15	
	Lipídeos (g/100g)			
6	0,42 ^{Aa}	0,49 ^{Aa}	0,46 ^{Aa}	5,32
7	0,42 ^{Aa}	0,39 ^{Ba}	0,46 ^{Aa}	4,98
8	0,44 ^{Aa}	0,41 ^{Ba}	0,44 ^{Aa}	5,69
CV (%)	7,52	6,08	9,4	
	Fibra Bruta (g/100g)			
6	1,77 ^{Aa}	1,65 ^{Aa}	1,67 ^{Aa}	6,51
7	1,62 ^{Aa}	1,66 ^{Aa}	1,65 ^{Aa}	4,17
8	1,71 ^{Aa}	1,68 ^{Aa}	1,64 ^{Aa}	5,28
CV (%)	7,34	5,66	7,38	
	Amido Total (g/100g)			
6	21,48 ^{Ab}	22,62 ^{Aa}	22,03 ^{Ab}	8,20
7	27,35 ^{Aa}	26,03 ^{Aa}	25,28 ^{Aa}	9,08
8	25,18 ^{Aa}	24,46 ^{Aa}	22,36 ^{Ab}	10,91
CV (%)	7,73	8,75	7,54	

Resultados expressos pelos valores médios das três localidades avaliadas. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Resultados semelhantes para o teor de amido foram encontrados por outros autores como Ceni et al. (2009) que avaliaram cinco cultivares de mandioca na região do Alto Uruguai/RS e encontraram valores de amido que variaram de 24,0% a 39,0%. Oliveira et al. (2009) em estudo realizado em Botucatu/SP com a cultivar IAC 576-70 encontraram teores de 19,70% a 32,17%. Além disso, pode ser observado que quanto menor o teor de amido das raízes há favorecimento de absorção de água.

Relações entre teores de amido e absorção de água foram encontrados por Ong e Blanshard (1995) para grãos de arroz, na qual teores mais elevados de amido resultaram em grãos mais duros após a cocção. Segundo Butarello et al. (2004), durante o cozimento o amido sofre modificações relacionados à gelatinização, retenção de água e aumento do volume das células. Esses fatores influenciam diretamente as características finais das raízes cozidas, resultando em produtos com textura adequada para a aceitabilidade dos consumidores (VALDUGA et al., 2011).

Conhecer os aspectos nutricionais e tecnológicos das raízes de mandioca representa um importante avanço para a literatura e o setor produtivo, visto que esses resultados podem contribuir para a melhoria da produção de raízes destinadas ao consumo e padronização de processos industriais. Porém, mais estudos se fazem necessários para verificar se esses resultados se mantêm para outras variedades, e se essas conclusões podem ser expandidas para outras regiões do Brasil.

CONCLUSÃO

A época de colheita e o tipo de manejo influenciam na qualidade físico-química e tecnológica das raízes de mandioca. Houve aumento na dificuldade de descascamento com o atraso da época de colheita e diminuição da absorção de água. Os teores de umidade, amido e proteína sofreram influência da época de colheita e dos níveis tecnológicos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - código financeiro 001; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado (Processo 131817/2018-3) de B. L. Tagliapietra.

Do harvesting season and management practices influence the quality characteristics of baked cassava roots?

ABSTRACT

Cassava is widely cultivated worldwide, but there is a lack of technical information about its cultivation. Thus, this study aimed to assess whether there is an influence of management and harvest time on the quality parameters of cooked cassava roots. The experiment was carried out in the central region of Rio Grande do Sul, Brazil, with the variety "Vassourinha", and the management practices employed did not correspond to the low, medium, and high technological levels used by farmers in southern Brazil. The roots were harvested in the sixth, seventh and eighth months after planting, and the peeling difficulty, cooking time, nutritional composition, and color of the cooked roots were evaluated. The results were submitted to analysis of variance and, when significant ($p < 0.05$), the Scott Knott difference test was performed. The time of harvest and the type of management influence the quality of cassava roots. As the plant ages, the roots become more rigid, which makes peeling difficult. The higher the water absorption, the shorter the cooking time. The moisture, starch, and protein contents were influenced by the time of planting and technological levels.

KEYWORDS: *Manihot esculenta* Crantz. Peeling. Cooking. Water absorption.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, J. M. **Desidratação de frutas e hortaliças**. In: AGUIRRE, J. M., GASPARINO FILHO, J. **Manual técnico. Fruthotec**. Campinas: ITAL, 2001.

AOAC –ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. Gaithersburg:AOAC, 2011.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/o59-099>

BORGES, M. F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002001100006>

BUTARELO, Soraya S. et al. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Food Science and Technology**, v. 24, p. 311-315, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000300001>

CARVALHO, A. V.; CUNHA, E. F. M.; DE FARIAS NETO J. T. Caracterização físico-química de genótipos de macaxeira cultivados no estado do Pará. Belém PA: Embrapa Amazônia Oriental. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, n. 120, 2017.

CENI, Giovana Cristina et al. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2009.

CHAROENKUL, Nongnuch et al. Molecular structure of starches from cassava varieties having different cooked root textures. **Starch-Stärke**, v. 58, n. 9, p. 443-452, 2006. <https://doi.org/10.1002/star.200600515>

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUIMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000400015>

DUQUE, L. O.; SETTER, T. L. Partitioning index and non-structural carbohydrate dynamics among contrasting cassava genotypes under early terminal water stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 163, p. 24–35, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.03.023>

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Save and Grow: Cassava. A Guide to Sustainable Production Intensification**. Rome. 2013. 141p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GABRIEL, Luana Fernandes et al. Simulating cassava growth and yield under potential conditions in Southern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 106, n. 4, p. 1119-1137, 2014. <https://doi.org/10.2134/agronj2013.0187>

GONZÁLEZ-MARTINEZ, C. et al. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, n. 9-10, p. 334-340, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00160-7)

HOUIGAN, D. JOSEPH et al. Composition and microbiological and physical attributes of mawè, a fermented maize dough from Benin. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 28, n. 5, p. 513-517, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb01300.x>

KOUADIO, Olivier Kouadio et al. Water absorption as an evaluation method of cooking quality for yam (*Dioscorea alata*) and cassava (*Manihot esculenta* crantz). **Procedia Food Science**, v. 1, p. 153-159, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.024>

LATIF, S.; MÜLLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 44, p. 147-158, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.006>

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051994000200013>

MEZETTE, Thiago Fonseca et al. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, v. 68, p. 601-609, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000300006>

NUNES, Amanda Rodrigues Alves et al. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandiocinha-salsa. **Ciência Rural**, v. 46, p. 242-247, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150339>

OLIVEIRA, Marcelo Alvares de et al. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 126-133, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100016>

OLIVEIRA, M. A.; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 837-843, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300024>

ONG, M. H.; BLANSHARD, J. M. V. Texture determination in cooked, parboiled rice 1: rice starch amylose and structure of amylopectin. **Journal of Cereal Science**, v. 21, n. 3, p. 251-260, 1995. <https://doi.org/10.1006/jcrs.1995.0028>

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World population prospects. the 2019 revision of World population prospects**. Department of Economic and Social Affairs New York, 2019.

PADONOU, W.; MESTRES, C.; NAGO, M. C. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, v. 89, p. 261-270, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.033>

PEDRI, Eliane Cristina Moreno de et al. Características morfológicas e culinárias de etnovariedades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07318>

REIS, Ronielli Cardoso et al. Culinary quality and sensory profile of cassava varieties harvested at different ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 657-678, 2021. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n2p657>

RIMOLDI, Fabrício et al. Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de mandioca de mesa coletadas no Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 63-69, 2006. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v28i1.1308>

SANOUSI, Abadjayé Faouziath et al. Diversity, physicochemical and technological characterization of elite Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars of Bante, a

district of Central Benin. **The Scientific World Journal**, p. 1-8, 2015.

<https://doi.org/10.1155/2015/674201>

TAGLIAPIETRA, B. L. et al. **Mandioca para alimentação humana e animal**. 1. ed. Santa Maria: Ed. GR. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 2013.

TALMA, Simone Vilela et al. Tempo de cozimento e textura de raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 133-138, 2013.

<https://doi.org/10.1590/S1981-67232013005000016>

TIRONI, L. F. et al. **Ecofisiologia da mandioca visando altas produtividades**. 1. ed. Santa Maria: Ed. GR. 2019.

UFUAN ACHIDI, Aduni et al. The use of cassava leaves as food in Africa. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 44, n. 6, p. 423-435, 2005.

<https://doi.org/10.1080/03670240500348771>

UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

VALDUGA, Eunice et al. Avaliação da aceitabilidade e dos componentes minerais de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) após a cocção **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 22, n. 2, p. 205-210, 2011.

Recebido: 13 ago. 2020.

Aprovado: 31 mai. 2021.

Publicado: 27 dez. 2021.

DOI: 10.3895/rbta.v15n1.12995

Como citar:

TAGLIAPIETRA, B. L. et al. Época de colheita e práticas de manejo influenciam nas características de qualidade de raízes de mandioca cozida? **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 15, n. 2, p. 3591-3607, jul./dez.2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Bruna Lago Tagliapietra

Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, CEP: 97105-900

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

