

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*
Crantz) DE DIFERENTES VARIEDADES DE INTERESSE PARA AS REGIÕES
NORTE E NOROESTE FLUMINENSES

SIMONE VILELA TALMA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2012

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*
Crantz) DE DIFERENTES VARIEDADES DE INTERESSE PARA AS REGIÕES
NORTE E NOROESTE FLUMINENSES

SIMONE VILELA TALMA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^a. Selma Bergara Almeida

Coorientadora: Prof^a. Karla Silva Ferreira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 02/2012

Talma, Simone Vilela

Avaliação da qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Gratz) de diferentes variedades de interesse para as regiões Norte e Noroeste Fluminenses / Simone Vilela Talma. – 2012.

90 f. : il.

Orientador: Selma Bergara Almeida

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 77 – 83.

1. *Manihot esculenta* 2. Aceitabilidade 3. Tempo de cozimento 4. Medidas instrumentais 5. Época de colheita I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 641.4

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE DIFERENTES VARIEDADES DE INTERESSE PARA AS REGIÕES NORTE E NOROESTE FLUMINENSES

SIMONE VILELA TALMA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em: 14 de fevereiro de 2012.

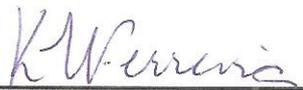
Comissão Avaliadora:



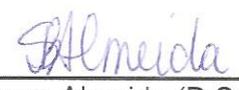
Profª Moníca Ribeiro Pirozi (Ph.D. Grain Science and Industry) – UFV



Prof. Silvío de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Profª Karla Silva Ferreira (D.Sc., Ciência e Tecnologia de Alimentos) – UENF
Coorientadora



Profª. Selma Bergara Almeida (D.Sc., Tecnologia em Alimentos) – UENF
Orientadora

Dedico a todos que acreditaram no meu potencial, em especial aos meus pais,
Vera e Celso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por todas as bênçãos concedidas, por dar-me força e paciência para continuar a caminhada. Sem Ele nada teria sentido;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela oportunidade de realização do curso de Mestrado;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

À professora Selma Bergara Almeida pela orientação, paciência, confiança, amizade, e por todos os ensinamentos repassados a mim;

À professora coorientadora, Karla Ferreira por todo suporte prestado durante a realização deste trabalho, como também pela oportunidade e por acreditar em mim;

Aos integrantes da banca examinadora, Prof^a Dr^a. Monica, Prof Dr. Silvio, Prof^a Dr^a Karla pela colaboração neste trabalho e por terem aceitado participar da banca;

Aos funcionários que trabalham na ilha Barra do Pomba (Estação Experimental da UENF-RJ) em Itaocara por sempre me receberem bem e por colaborarem na colheita do aipim;

Todos que contribuíram de alguma maneira na condução deste trabalho, em especial a Prof. Henrique, Prof. Silvio, Rozana, Prof^a Nilda Villanueva,

Derliane e Regina que sempre estiveram dispostos a me ajudar, o meu muito obrigado!

A todos os degustadores de mandioca (aipim) que participaram deste trabalho, sem vocês esta pesquisa não teria ido adiante;

Ao meu companheiro e amigo João por me apoiar e incentivar em muitas as etapas da minha vida desde a graduação, além do amor, carinho, cumplicidade e respeito. Você é um grande exemplo e muito especial pra mim;

Às técnicas Valdinéia e Ana Lúcia pela colaboração, amizade e carinho;

Aos secretários Paulo e Patrícia pela colaboração;

À técnica Sílvia, por toda atenção, pelos seus ensinamentos, incentivo, amizade, oportunidade e pelos conselhos;

Às novas amigadas conquistadas: Lorena, Isabela, Shaline, Ronald, Clara, Erika, Raphael, Suelen, Thays, Neila, Jorge, Andréia, Sylvania, Larissa, Rodrigo, Priscila, Wanessa, Manoela, Soraia, Patrícia, Lilian, Leandro, Cássio, Validoro, Tarcisio, Renê, Silvia, Leonardo, Eugênia, Weverton, Ismael, Daniel, Gean, Marlon, Thiago, Raquel, Arthur, Janeo, Andreza, Mirian, Juliana, Carlos, Sr. Valdir, Carolina, Diana, Elisabeth, Prof^a Daniela, Prof^a Meire, Prof^a Nádia, Prof. Éder, Prof. Victor pela boa convivência e amizade;

Às “meninas” que me receberam em Campos, Jéssica, Renata, em especial, Priscila e Natalia, pela amizade, carinho, cumplicidade e por dividirem seus “mundos” comigo;

Às amigadas conquistadas no período de graduação Diana, Nisael, Geraldo, Francemir, Jeferson, Nayara Cantarino, Nayara Fagundes, Fernanda Firmino, Fernanda Maia, Aline, Marcela, Miguel, Weliton, Carolina, Daniela, Regiane, Alan, Guilherme, Jhonatan, Rosélio, Joaquim, Cleiton, Prof. Maurilio, Prof^a Eliane e prof^a Aurélia, Prof. Roselir, Prof^a Vanessa, Prof. Mauricio, Prof. José Manoel, Prof^a Milene e Prof^a Fabiana pelo carinho, icentivo e boas lembranças. Vocês estão além de “Fotos e recordações”;

Aos meus amigos mineiros em especial a Natalia, Jaqueline, Juliana, Amanda, Leila, Lilian, Rosaine, Luciano, Tábata e Graça Cavalier pelo apoio, incentivo, compreensão, por manter esse laço de amizade, como também por se manter presentes mesmo estando longe e por me receberem sempre de forma carinhosa;

Aos meus pais Celso e Vera pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e formação do meu caráter, pela compreensão dos momentos ausentes, por todo incentivo, apoio, exemplo, confiança e acima de tudo por acreditarem em mim. Não existem palavras para descrever o quanto amo vocês e o quanto sou grata por tudo que fizeram e fazem por mim;

Aos meus irmãos Rafael e Guilherme e a minha avó Elza pelo imenso amor, companherismo, ajuda e incentivo. Amo vocês!

A todos os meus familiares, pelo carinho, apoio, incentivo e momentos de alegria e descontração;

A operadora “Tim” por facilitar a minha comunicação com as pessoas, ao Totoin e aos caminhoneiros da “Pif-Paf” pelas caronas;

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
APÊNDICES.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABASTRAT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. MANDIOCA.....	3
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DA PLANTA.....	3
2.1.2. PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA RAIZ..	4
2.1.3. ÉPOCA DE COLHEITA.....	6
2.1.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	9
2.2. CARACTERÍSTICAS DE MANDIOCA DE MESA.....	13
2.2.1. TEOR DE ÁCIDO CIANÍDRICO (HCN).....	14
2.2.2. TEMPO DE COZIMENTO E QUALIDADE DA MASSA COZIDA.....	15
2.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	16
2.4. MEDIDAS INSTRUMENTAIS DE TEXTURA E COR.....	18
3. TRABALHOS.....	22
3.1. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE VARIEDADES DE RAÍZES DE MANDIOCA PARA CONSUMO DE MESA.....	22
RESUMO.....	22

ABSTRACT.....	23
3.1.1. INTRODUÇÃO.....	25
3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1.2.1. Determinação do Tempo de Cozimento.....	29
3.1.2.2. Avaliação da Cor e Textura Instrumentais.....	29
3.1.2.3. Avaliação da Aceitação Sensorial.....	30
3.1.2.4. Análises Estatísticas.....	30
3.1.2.5. Critérios de Seleção das Variedades.....	31
3.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.1.4. CONCLUSÕES.....	42
3.1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
3.2. AVALIAÇÃO DE RAÍZES DE MANDIOCA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA.....	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46
3.2.1. INTRODUÇÃO.....	47
3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.2.2.1. Estimativa da Produtividade e Avaliação Pós-colheita.....	50
3.2.2.2. Avaliação de Densidade.....	51
3.2.2.3. Determinação do Tempo de Cozimento.....	51
3.2.2.4. Determinação da Absorção de Água.....	52
3.2.2.5. Avaliação Química.....	52
3.2.2.5.1. Umidade.....	52
3.2.2.5.2. Teores de Sódio e Potássio.....	52
3.2.2.5.3. Amido.....	53
3.2.2.5.4. Amilose.....	54
3.2.2.5.5. Amilopectina.....	54
3.2.2.5.6. Pectina.....	54
3.2.2.6. Aceitação Sensorial.....	55
3.2.2.7. Análises Estatísticas.....	56
3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
3.2.4. CONCLUSÕES.....	70

3.2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	75
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
APÊNDICE 1: CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL DO EXPERIMENTO 1.	84
APÊNDICE 2: AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MANDIOCA (AIPIM).....	85
APÊNDICE 3: TERMO DE CONSENTIMENTO – ANÁLISE SENSORIAL DE MANDIOCA.....	88
APÊNDICE 4: DELINEAMENTO EM BLOCOS INCOMPLETOS PARA APRESENTAÇÃO DE AMOSTRAS.....	89
APÊNDICE 5: CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL DO EXPERIMENTO 2.	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da raiz de mandioca crua e cozida por 100 gramas de parte comestível.....	10
Tabela 2 – Composição química das raízes de mandiocas da cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita.....	11
Tabela 3 - Componentes minerais (base seca) de raízes de mandioca (<i>M. esculenta</i> Crantz).....	12
Tabela 1 - Características das variedades de mandioca estudadas.....	28
Tabela 2 - Médias de aceitação sensorial e de intenção de compra pelos consumidores (n = 96) em relação às raízes de mandioca avaliadas.....	32
Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre medidas sensoriais e instrumentais e respectivos níveis de significância ($p < 0,05$).....	34
Tabela 4 - Tempo de cozimento e resistência ao corte das raízes de mandioca.....	35
Tabela 5 - Parâmetros <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> de Hunter das raízes de mandioca avaliadas – casca e polpas cruas e cozidas.....	39
Tabela 1 – Médias de aceitação das raízes de mandioca avaliadas.....	58
Tabela 2 – Média de produtividade total e de raízes comerciais (t/ha) e proporções de raízes comerciais (%) das variedades de mandioca avaliadas nas diferentes épocas de colheita.....	60
Tabela 3 – Dificuldade de se retirar a entrecasca das raízes de mandioca avaliadas e rendimento após o descascamento.....	62
Tabela 4 – Média de densidade, tempo de cozimento, absorção de água e	

teor de umidade das raízes de mandioca avaliadas.....	65
Tabela 5 – Teores de amido, amilose, amilopectina e pectina das raízes de mandioca avaliadas em base seca.....	66
Tabela 6 – Teores de sódio e potássio das raízes de mandioca avaliadas em base seca.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dezesesseis raízes de mandioca estudadas.....	27
Figura 2 – Representação gráfica da análise fatorial e de agrupamentos das medidas sensoriais, instrumentais de cor e textura e tempo de cozimento das variedades de raízes de mandioca avaliadas (1 – Aipim Pretinho; 2 - Vermelho Alagoano; 3 – Pesagro; 4 - Cacau Violeira; 5 - IAC 12; 6 - Amarelo Barcelos; 7 – Zumbi; 8 - Viçosa Martinha; 9 - BR Gema de Ovo; 10 - IAC 15; 11 - BR Eucalipto; 12 - IAC Caapora; 13 - BR Rosinha; 14 - Fécula Branca; 15 - IAC Espeto; 16 - IAC 13).....	41

APÊNDICES

APÊNDICE 1: CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL DO EXPERIMENTO 1.	84
APÊNDICE 2: AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MANDIOCA (AIPIM).....	85
APÊNDICE 3: TERMO DE CONSENTIMENTO – ANÁLISE SENSORIAL DE MANDIOCA.....	88
APÊNDICE 4: DELINEAMENTO EM BLOCOS INCOMPLETOS PARA APRESENTAÇÃO DE AMOSTRAS.....	89
APÊNDICE 5: CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL DO EXPERIMENTO 2	90

RESUMO

TALMA, Simone Vilela; M.Sc. Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2012. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE DIFERENTES VARIEDADES DE INTERESSE PARA AS REGIÕES NORTE E NOROESTE FLUMINENSES. Orientadora: Prof^a: Dr^a Selma Bergara Almeida.

As raízes de mandioca são as mais importantes fontes de carboidratos dentre os produtos agrícolas. Entretanto, pouco se conhece sobre a opinião dos consumidores de mandioca de mesa e suas características de cor e textura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação sensorial de raízes de diferentes variedades de mandioca cultivadas na região noroeste fluminense, em épocas de colheita distintas e conhecer outros aspectos das variedades, tais como: adaptação das plantas à região, características pós-colheita e qualidades física e química das raízes. Em um primeiro experimento, 16 variedades de raízes de mandioca (Aipim Pretinho, Vermelho Alagoano, Cacau Violeira, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, BR Rosinha, Fécula Branca, IAC Caapora, IAC Espeto, Pesagro, IAC 13, BR Eucalipto e BR Gema de Ovo e IAC 15) foram colhidas ao 11º mês de cultivo. Avaliação da aceitação sensorial das raízes cozidas e da aparência das raízes inteiras foi realizada utilizando escala hedônica

híbrida de 10 cm e delineamento em blocos incompletos balanceados, bem como a intenção de compra das polpas cozidas por escala estruturada. Tempo de cozimento, textura e cor instrumentais foram determinados. ANOVA, Tukey, análises de correlação de Pearson, fatorial e de agrupamento foram realizadas ($p < 0,05$). Destas variedades, seis foram selecionadas para avaliação em diferentes épocas de colheita em um segundo experimento, com foco em avaliações sensoriais com consumidores: aceitação sensorial do sabor, textura e impressão global das raízes cozidas, bem como aceitação da aparência das raízes inteiras. Adicionalmente avaliou-se a adaptação das plantas à região noroeste fluminense, aspectos de pós-colheita das raízes, bem como determinações da densidade, umidade, absorção de água, tempo de cozimento, teores de amido, amilose, amilopectina, pectina, sódio e potássio. ANOVA, Tukey e correlação de Pearson foram realizadas ($p < 0,05$). As variedades Vermelho Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha e BR Rosinha, apresentaram boa aceitação entre os consumidores, bem como características pós-colheita e tempo de cozimento adequados, mostrando bom potencial para consumo de mesa em todas as épocas de colheita. Contudo, com exceção da BR Rosinha, estas variedades obtiveram baixas produtividades. As características físicas e químicas afetaram apenas as variedades Gema de Ovo e Fécula Branca, que resultaram em desempenhos inferiores ao das outras variedades nas avaliações hedônicas, embora a BR Gema de Ovo tenha obtido alta produtividade.

Palavras-chave: cor, textura, aceitabilidade, tempo de cozimento.

ABSTRACT

TALMA, Simone Vilela; M.Sc. Vegetal Production. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2012. EVALUATION OF CASSAVA ROOTS (*Manihot esculenta Crantz*) FROM DIFFERENT VARIETIES OF INTEREST IN THE NORTH AND THE NORTHWEST PART OF RIO DE JANEIRO STATE. Adviser: Prof. Selma Bergara Almeida.

Among agricultural products, cassava roots are one of the most important sources of carbohydrates. However, little is known about cassava roots consumers' opinions and its color and texture characteristics. The objective of this study was to evaluate the sensory acceptance of different cassava varieties grown in the northwest of Rio de Janeiro State, Brazil, in different harvest times, and to know other aspects of the varieties, such as: adaptation of the plants to the region, post-harvest characteristics as well as physical and chemical quality of the roots. In the first experiment, 16 varieties of cassava (Aipim Pretinho, Vermelho Alagoano, Cacau Violeta, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, BR Rosinha, Fécula Branca, IAC Caapora, IAC Espeto, Pesagro, IAC 13, BR Eucalipto, BR Gema de Ovo and IAC 15) were harvested at the eleventh month of culture. Evaluation of the sensory acceptability of cooked roots and of the appearance of

the whole roots was made using hybrid hedonic scale of 10 cm and balanced incomplete block design. There was also evaluation of the purchase intent of the cooked pulps using structured scale. Cooking time, instrumental texture and color were determined. ANOVA, Tukey test, Pearson correlation analysis and factor and cluster analysis were performed ($p < 0.05$). From these studied varieties, six were selected for evaluation in different harvesting times in a second experiment, focusing on consumer sensory evaluations: sensory acceptability of flavor, texture and overall impression of cooked roots, as well as acceptance of the appearance of the whole roots. Additionally, we evaluated the adaptation of the plants to the northwest region of the State, post-harvest aspects of the roots as well as bulk density, moisture, water absorption, cooking time, starch, amylose, amylopectin, pectin, sodium and potassium content. ANOVA, Tukey test and Pearson correlation were performed ($p < 0.05$). Varieties Vermelho Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha and BR Rosinha showed good acceptance by consumers, as well as suitable post-harvest characteristics and proper cooking time, showing good potential for direct consumption at all harvest times. However, with the exception of BR Rosinha, these varieties had low productivity. The physical and chemical characteristics affect only varieties BR Gema de Ovo and Fécula Branca, resulting in inferior performance to other varieties in hedonic evaluations, although the BR Gema de Ovo has reached a high productivity.

Keywords: color, texture, acceptability, cooking time.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é o terceiro produto agrícola que, proporcionalmente, gera o maior número de empregos e ocupa mão de obra pouco qualificada no Brasil, perdendo em postos de trabalho apenas para as culturas de café e milho. Em 2010, apresentava uma produção anual em torno de 24,3 milhões de toneladas.

A mandioca é cultivada em todos os municípios da região Norte Fluminense, constituindo assim, uma das principais culturas econômicas da região. Além disso, a cultura da mandioca está presente nas diversas regiões do mundo, por apresentar tolerância às condições adversas de clima e solo, além de suas raízes serem uma das mais importantes fontes de carboidratos e de subsistência para as populações mais carentes. No entanto, possui níveis variados de glicosídeos cianogênicos, que determinam sua classificação, pela taxonomia popular, em mandiocas bravas ou amargas e mansas ou doces.

As mandiocas bravas possuem gosto amargo, alto teor de glicosídeos cianogênicos (superior a 100 mg de equivalente HCN/kg de polpa fresca de raiz) e são consumidas após serem processadas em outros produtos. As mansas ou doces são isentas de gosto amargo, contêm baixo teor de glicosídeos cianogênicos, são consumidas principalmente por meio de preparados domésticos simples, e são também denominadas mandiocas de mesa.

Dentre os fatores de interesse de qualidade culinária de raízes de mandioca de mesa, destaca-se o tempo de cozimento que, quanto menor, melhor a qualidade da massa gerada. Assim, tornou-se usual a utilização desta característica quando se busca avaliar a qualidade de uma amostra. As variáveis mais importantes relacionadas ao cozimento são: a textura, a plasticidade e a

pegajosidade da massa, pois interferem diretamente na maioria das receitas culinárias preparadas com mandioca. No entanto, é importante lembrar que existe uma variação natural no tempo de cozimento de uma mesma raiz e também entre as raízes de uma mesma planta, as quais podem ser atribuídas à sua composição, e às características da própria espécie, como também ao período de colheita.

A investigação da relação das formas de processamento com a impressão que elas causam ao consumidor é feita por meio da análise sensorial de alimentos. A análise sensorial é uma ciência que faz uso dos sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para provocar, medir, quantificar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos. As medidas destas reações produzidas pelas pessoas ao ingerirem alimentos são realizadas mediante a aplicação de testes sensoriais apropriados a cada situação. Dentre estes, aqueles que envolvem consumidores como julgadores, os quais são denominados testes afetivos, são aqueles por meio dos quais se obtém a aceitação ou a preferência do(s) produto(s) pelos consumidores.

Propriedades dos alimentos que podem ser extremamente importantes aos consumidores são a cor e a textura, não como um indicativo da segurança do produto, mas de sua qualidade. Existem metodologias sensoriais que foram desenvolvidas para avaliação de cor e textura. No entanto, métodos instrumentais também constituem uma alternativa para a avaliação da textura dos alimentos, sendo normalmente utilizados para produzir medidas que, por serem correlacionadas com as medidas sensoriais de textura, visam substituir as avaliações com painéis sensoriais, por questões de custo ou eficiência.

Pelo exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação sensorial de raízes de diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas na região noroeste fluminense, em épocas de colheita distintas e conhecer outros aspectos das variedades, tais como: adaptação das plantas à região, parâmetros pós-colheita e qualidade física e química das raízes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MANDIOCA

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DA PLANTA

A mandioca pertence à classe das Dicotiledôneas (Magnoliopsida), subclasse Archichlamydaea, ordem Euphorbiales, família Euphorbiaceae, tribo Manihoteae e seu gênero é o *Manihot* (Fukuda e Guevara, 1998). A espécie é perene e heliófila, portanto necessita de muita luz. Um arbusto da planta pode atingir de dois a três metros de altura, crescendo principalmente por meio de suas raízes absorventes e tuberosas (Folegatti e Matsuura, 2011; Partelli *et al.*, 2010; Iita, 1992).

No Brasil, a mandioca possui variadas denominações, usadas em diferentes regiões, tais como *aipi*, *aipim*, *castelinha*, *macaxeira*, *mandioca-doce*, *mandioca-mansa*, *maniva*, *maniveira*, *pão de pobre* (Aurélio, 2012).

De origem das áreas tropicais da América do Sul, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada dentro de seu gênero que, por sua alta heterozigosidade decorrente dos cruzamentos naturais intraespecíficos, resultou em grande número de variedades com diferentes características morfológicas, conferindo-lhe maior adaptação a variadas condições de clima e de solo, bem como resistência e tolerância a pragas e doenças (Lorenzi, 2003). Assim, essa planta é capaz de tolerar solos inférteis e estresses hídricos, produzindo rendimentos satisfatórios, mesmo em condições de solo de baixa fertilidade (Iita,

1992; Mattos *et al.*, 1979). Em condições favoráveis, pode apresentar alta produtividade, que chega a ser cerca de 40 toneladas de matéria fresca por hectare (Folegatti e Matsuura, 2011).

A raiz adventícia dessa planta apresenta o padrão anatômico normal de desenvolvimento até o início do processo de tuberização, estabelecendo-se uma diferenciação maior das células parenquimáticas do xilema para o acúmulo de grãos de amido (Moraes-Dallaqua e Coral, 2002). Desta forma, as raízes de mandioca são fonte de carboidratos, sendo a base da alimentação de 500 milhões de pessoas no mundo (Folegatti e Matsuura, 2011).

Partelli *et al.* (2010) afirmam que as diferenças entre variedades abrangem características externas da planta (largura e desenho da folha, cor do pecíolo, brotação, cor e vigor da rama, emissão ou não de flores e frutos, divisão dos galhos e altura da parte aérea da planta), a composição química das raízes, que interfere na sua toxicidade e nos teores de amido, proteínas, minerais e fibras, ou características agrônômicas como a suscetibilidade ou tolerância ao ataque de pragas e doenças e oscilações do potencial produtivo.

2.1.2. PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA RAIZ

Conforme dados da FAO (2008), o Brasil ocupa a terceira posição na produção mundial de mandioca, produzindo cerca de 25,9 milhões de toneladas/ano, perdendo somente para a Nigéria (44,9 milhões de toneladas/ano) e Tailândia (27,7 milhões toneladas/ano). A mandioca é cultivada em todas as regiões do Brasil, contribuindo o Estado do Rio de Janeiro com aproximadamente 128 mil toneladas/ano (IBGE, 2009).

Em 2007, o consumo *per capita* mundial da mandioca foi de 16,5 Kg/habitante/ano, sendo que o Brasil apresentou alto consumo (46,4 Kg/habitante/ano) (FAO, 2011). Além disso, sabe-se que o setor mandioqueiro nacional apresenta uma receita bruta em torno de 2,5 bilhões de dólares, gerando em todo o processo produtivo mais de um milhão de empregos (Lorenzi, 2003).

De acordo com a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (2000), a mandioca era o terceiro produto agrícola que, proporcionalmente, gerava o maior número de empregos e ocupava mão de obra pouco qualificada no Brasil, perdendo em postos de trabalho apenas para as culturas de café e milho. Esta

característica fazia e ainda faz desta cultura uma alternativa potencial para fixação do homem no campo e para o desenvolvimento de projetos alavancados pela agricultura familiar.

O destino comercial da raiz de mandioca depende de sua classificação em: mandioca brava ou amarga e mandioca mansa ou doce. Esta classificação é baseada no teor de glicosídeos cianogênicos das raízes.

As mandiocas bravas são consumidas após serem processadas em outros produtos, sendo destinadas principalmente à indústria de farinha. As mandiocas mansas são consumidas principalmente por meio de preparados domésticos simples, sendo comercializadas principalmente nas formas: inteira com casca; descascada e lavada; congelada; cozida ou pré-cozida (Cereda e Vilpoux, 2003).

Segundo Cereda e Vilpoux (2003), a mandioca descascada tem boa aceitação no mercado e é comercializada em feiras livres, supermercados e outros estabelecimentos comerciais, por um preço de 25 a 50% superior ao da mandioca com casca. Porém, não pode ser confundida com produto minimamente processado, apesar de que este processo também surge como alternativa de agregação de valor à matéria-prima e para aumentar a renda do produtor rural (Bezerra *et al.*, 2002).

Penteado e Almeida (1988) relataram que a versatilidade do uso e das aplicações da mandioca, seus produtos e subprodutos propiciam um amplo espectro mercadológico mundial para o consumo humano, de forma inovadora, tais como: *bints* pré-cozidos desidratados supergelados; farofas temperadas ao gosto regional; farinhas especiais enriquecidas com vitaminas naturais e/ou proteinadas; farinhas doces matinais; alimentos energéticos para atletas; polvilhos para pães e biscoitos; amidos para produtos lácteos, cárneos, sorvetes, sopas instantâneas, temperos, condimentos, *baby-foods*, xarope de glucose e maltose, além de serem utilizadas na fabricação de álcool, acetona e álcool butílico.

A produção das raízes de mandioca destinada à indústria de transformação é utilizada na elaboração de diversos produtos como farinha de mesa comum, farinha d'água, farinha seca, goma de tapioca, beijus, polvilho doce e azedo, mandioca congelada, minimamente processada, *chips*, sendo seu consumo bastante generalizado em todo o mundo (Cardoso *et al.*, 2001; Oliveira *et al.*, 2005).

Aguiar *et al.* (2005) observaram que 26,4% da produção de mandioca de

mesa no Distrito Federal (DF) se destinava, principalmente às feiras livres do DF; 23,1% às agroindústrias familiares, onde eram minimamente processadas - descascadas, pré-cozidas, congeladas entre outras; 11,5% à comercialização para outras cidades próximas; cerca de 6,7% ficavam retidas na propriedade para o consumo familiar, alimentação animal, bem como para fabricação artesanal de farinha, que contribuía para a sustentabilidade das propriedades; 10,4% à venda a comerciantes; sendo o restante vendido em comércio de hortifrutigranjeiros, supermercados, casas de farinha entre outros.

2.1.3. ÉPOCA DE COLHEITA

Embora não apresente época de colheita definida, os próprios agricultores definem os períodos mais apropriados para efetuarem a colheita da planta, naturalmente indicados pelas oscilações dos teores de umidade, de amido e de fibra da raiz (Conceição, 1981). De acordo com Cock *et al.* (1977), a produtividade de produção de raízes de mandioca pode variar com a época de colheita. De fato, há vários estudos que comprovam a influência da época de colheita da planta sobre a produtividade, assim como sobre a qualidade das raízes, dentre outros fatores (Oliveira e Moraes, 2009; Ponte, 2008; Oliveira, 2007; Feniman, 2004; Aguiar, 2003; Sagrilo *et al.*; 2002 citado por Andrade, 2010; Fukuda e Borges, 1990).

Excetuando as regiões onde ocorrem precipitações pluviométricas durante todo o ano, a melhor época de colheita, considerando o estágio fisiológico, encontra-se no período em que as plantas apresentam-se total ou parcialmente desfolhadas, antes que se iniciem as novas brotações. Nestes períodos, em consequência do maior acúmulo de fotoassimilados decorrente do encerramento do ciclo vegetativo, as raízes encontram-se com maior teor de matéria seca e amido, propiciando maiores produtividades (Aguiar, 2003). Desta forma, conforme a região, uma mesma variedade pode ter épocas de colheita ótimas distintas.

Vale ressaltar que a planta da mandioca apresenta cinco fases fisiológicas principais no seu primeiro ciclo vegetativo, sendo as quatro primeiras delas, de intensa atividade metabólica enquanto que a fase final, de baixa atividade, é denominada fase de repouso. Estas fases são a brotação das manivas, a formação do sistema radicular, o desenvolvimento das hastes e das folhas, o

engrossamento das raízes de reserva ou tuberização e a fase de repouso (Conceição, 1981).

Segundo a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP (CEAGESP, 2011), normalmente, a sazonalidade da mandioca comercializada no Estado é caracterizada: entre os meses de janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro como fraca; entre março, abril e setembro como média; e forte, entre maio, junho, julho e agosto.

Entretanto, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, as colheitas são realizadas durante o ano todo, para atender ao consumo e à comercialização nas feiras livres (Mattos, 2002).

Outro fator que determina a época de colheita adequada é a precocidade da cultivar utilizada, que pode ser traduzida como a capacidade de permitir colheitas precoces com bons rendimentos quando comparados a outras cultivares que só permitem colheitas econômicas mais tardiamente (Lorenzi, 2003).

A qualidade das raízes pode ser influenciada alterando o teor de amido e o tempo de cozimento das raízes, além do teor de matéria seca das raízes, a produção da parte aérea, produtividade de raízes tuberosas, dentre outras características agrônômicas (Benesi *et al.*, 2008).

Barros (2004) comenta que, embora a colheita da mandioca para uso industrial possa ser feita a partir do oitavo mês após o plantio da planta, as produções mais econômicas têm sido aquelas provenientes de culturas com dois ciclos vegetativos, isto é, com 16 a 20 meses, enquanto Silva (1970) recomendava que a mandioca para fim industrial devesse ser colhida com idade entre 18 e 24 meses, para melhor produtividade das raízes.

Entretanto, em cultivos de mandioca de mesa, as colheitas são realizadas mais cedo, com um ciclo vegetativo, 6 a 14 meses após o plantio (Lorenzi e Dias, 1993; Dias e Martinez, 1986; Pereira *et al.*, 1985). A colheita de mandioca de mesa é realizada precocemente, por apresentar suas raízes menos fibrosas e com melhores qualidades culinárias e sensoriais quando comparadas a colheitas realizadas com dois ciclos (Pereira *et al.*, 1985).

Assim, o conhecimento do período mais favorável para a colheita das raízes de mandioca é muito importante, pois quando são colhidas muito cedo, ocorre a redução na sua produtividade, acarretando perdas devido à variedade não ter atingido o seu nível máximo de acúmulo de matéria seca em raízes

(caráter relacionado com o teor de amido). Por outro lado, se colhidas tardiamente, há perda na sua qualidade, com desenvolvimento de raízes fibrosas e redução do teor de amido, além de se manter a área ocupada por tempo superior ao necessário (Benesi *et al.*, 2008). Consequentemente, a definição da melhor época de colheita é importante para o produtor, por possibilitar melhor uso da área agrícola e obtenção de produtos de maior qualidade (Ponte, 2008).

A introdução de variedades de raízes de mandioca em determinada região, seja para uso agroindustrial ou para consumo como mandiocas de mesa, deve ser precedida do conhecimento do seu comportamento diante das condições locais, sobretudo em função da época de colheita, visto que o desconhecimento deste comportamento pode levar o produtor a colher a planta em períodos desfavoráveis (Sagrilo *et al.*, 2002 citado por Andrade, 2010).

Aguiar (2003) estudou a produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa da cultivar IAC 576-70, em sete densidades populacionais e colhidas nos períodos de seis, oito, dez, doze, quatorze e dezesseis meses após o plantio no Estado de São Paulo. Verificou que os teores de cianoglicosídeos variaram em função do tempo de colheita, observando-se reduções lineares entre as colheitas realizadas.

Dias *et al.* (2003) observaram que o tempo de cocção da variedade 'Aipim Manteiga' variou de 16 a 26 minutos, quando colhida aos 6 e 10 meses após o plantio, respectivamente. Esta mesma variedade apresentou tempo de cozimento de 16 e 40 minutos, aos 6 e 8 meses após o plantio, respectivamente, quando cultivada em Iranduba - AM.

Feniman (2004), com o objetivo de caracterizar a cultivar IAC 576-70 quanto ao tempo de cocção das raízes e a qualidade das mesmas quando cozidas em diferentes épocas de colheita, constatou variabilidade no tempo de cocção em função do tempo de vida da planta: as raízes de plantas com 12 meses apresentaram menor tempo de cocção do que aquelas colhidas aos 15 meses. Quanto à composição química, as raízes das plantas, aos 12 meses, apresentaram menores teores de amido e de fibras e maiores teores de carboidratos redutores, de pectina total, de proteínas e de lipídeos na massa seca que das plantas, aos 15 meses.

Ponte (2008) pesquisou as características agrônômicas e aspectos de qualidade das raízes de cinco variedades de mandioca ('Sergipe', 'Branca de

Santa Catarina', 'Caitite', 'Cacau Amarela' e 'Variedade 81'), em diferentes épocas de colheita (do 7º mês ao 13º mês após o plantio) no município de Vitória da Conquista (BA). Verificou que a produção da parte aérea e a altura das plantas aumentaram com a permanência das plantas no campo. Além disso, o pesquisador observou tendência decrescente de porcentagem de matéria seca das raízes, assim como de teor de amido e rendimento de farinha. O maior teor de amido foi obtido no 9º mês após plantio. Em complementação, foi observado uma diminuição e posterior aumento durante a época de colheita sobre o teor de cianeto das raízes e que o tempo de cozimento da variedade 'Cacau Amarela' aumentou de 12 minutos, ao 7º mês após o plantio, para 31 minutos, ao 13º mês. Finalmente, o autor verificou também que a massa cozida das raízes tuberosas dessa variedade apresentou boa qualidade em todas as épocas de colheita, exceto ao 12º mês após o plantio uma vez que, essa época correspondeu ao período de chuvas, quando as plantas reiniciaram novo período de crescimento, acompanhado pelo aumento da produção de parte aérea, e decréscimo das porcentagens de matéria seca e de amido nas raízes.

Oliveira e Moraes (2009) avaliaram a interferência da precipitação pluviométrica e da época de colheita sobre a produtividade e o tempo de cozimento da cultivar IAC 576-70, desde o 6º mês até o 12º mês após o plantio. Os pesquisadores concluíram que esta cultivar de mandioca de mesa, quando plantada em julho na região de Botucatu/SP, deve ser colhida aos 9 meses após o plantio, sem prejuízo de produtividade, teor de amido e cozimento das raízes, podendo a colheita se estender até os 10 meses após o plantio. Além disso, esses autores relataram que o produtor deve acompanhar o somatório do índice pluviométrico durante os 10 dias que antecedem a colheita, não a procedendo quando esse parâmetro ultrapassar 100 mm, porque comprometeria o cozimento das raízes.

2.1.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Na Tabela 1, encontra-se a composição química média de raízes de mandioca cruas e cozidas apresentadas na tabela brasileira de composição química de alimentos (TACO, 2006). Essas informações confirmam esse alimento como fonte de carboidrato e de energia, uma vez que a ingestão de 100 g da raiz

cozida corresponde a 10% do requerimento diário de carboidrato e 6,3% de energia de um adulto considerando uma dieta de 2000 Kcal e as recomendações nutricionais para elaboração da rotulagem nutricional (Brasil, 2003).

Tabela 1 - Composição da raiz de mandioca crua e cozida por 100 gramas de parte comestível

Composição	Mandioca cozida	Mandioca crua
Umidade (%)	68,7	61,8
Energia (kcal)	125	151
Proteína (g)	0,6	1,1
Lipídios (g)	0,3	0,3
Carboidrato (g)	30,1	36,2
Fibra alimentar (g)	1,6	1,9
Cinzas (g)	0,4	0,6
Cálcio (mg)	19	15

Fonte: Taco (2006).

Vários pesquisadores têm avaliado a composição química de raízes de mandioca de diversas variedades.

Andrade Júnior (2006), ao estudar a composição química de raízes de mandioca (Iracema, IAC 184-89, Fibra, IAC 89-87, Fécula Branca, Espeto, IAC 32-88, Eucalipto, IAC 14, Olho Junto, Mico, IAC 12, IAC 144-86, IAC 169-86, IAC 5-88 e IAC 15) cultivadas em dois espaçamentos (0,60 e 0,80 m) em Álvares Machado (SP), verificou médias superiores às apresentadas na Tabela 1: 35,37% de matéria seca; 0,7% de extrato etéreo; 2,1% de cinzas; 3,2% de fibra bruta e 2,4% de proteína bruta. A diferença entre a composição química de vegetais é conhecida e influenciada por diversos fatores, por exemplo, variedade, época de colheita, condições edafoclimáticas etc. Oliveira e Moraes (2009) avaliaram a composição química de raízes de mandioca da cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita e que demonstram variações ocorridas com o aumento do tempo de colheita, principalmente o aumento dos teores de matéria seca e de amido (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição química das raízes de mandiocas da cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita

	Tempo de Colheita (meses)						
	6	7	8	9	10	11	12
Umidade (g/100 g)	73,7	75,0	66,9	64,4	62,9	61,6	62,8
Cinzas (g/100 g)	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9
Amido (g/100 g)	22,7	19,7	26,0	30,0	31,7	31,7	32,2
Fibras (g/100 g)	0,9	0,7	1,2	1,4	1,1	1,1	0,7
Proteínas (g/100 g)	0,9	0,8	0,9	1,3	1,3	1,0	1,2
Extrato etéreo (g/100 g)	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
Açúcares redutores (g/100 g)	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2
pH	6,5	6,6	6,6	6,3	6,4	6,7	6,7
Acidez (mL NaOH N/100 g)	1,65	1,80	2,03	2,70	2,20	1,55	1,70

Fonte: Oliveira e Moraes (2009).

Mezette *et al.* (2009) estudaram características agrônômicas, tecnológicas e químicas de clones-elite de mandioca de mesa. Para isso, foram avaliados 12 clones do Programa de Melhoramento Genético da Mandioca de Mesa do IAC – Instituto Agrônômico de Campinas, em comparação à variedade-testemunha IAC 576-70, quanto aos teores de carotenoides totais, β -caroteno, vitamina A, componentes minerais, dentre outros. O clone 108/00 destacou-se por apresentar teores de carotenoides totais (1108,1 $\mu\text{g}/100\text{g}$), β -caroteno (940,1 $\mu\text{g}/100$) e vitamina A (523 UI/100g) superiores aos observados para a variedade-testemunha. Além disso, dois clones destacaram-se pelos teores de zinco, superiores em 44%, e os de ferro, superiores em 53%, quando comparados à variedade IAC 576-70 cujos teores de ferro foram 19,2mg/Kg e de zinco 18,2 mg/Kg.

Ceni *et al.* (2009) investigaram a composição centesimal e teores de minerais (Tabela 3) de cinco cultivares de mandioca crua (BRS Rosada, Casca Roxa, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo e Saracura) colhidas aos 8 meses após o plantio. Os pesquisadores obtiveram diferenças significativas entre as variedades quanto à composição centesimal e aos teores dos minerais avaliados, com exceção do cobre. Logo, os autores concluíram que a composição química da mandioca é específica não somente para cada cultivar, como também depende, principalmente, de fatores genéticos associados.

Tabela 3 – Componentes minerais (base seca) de raízes de mandioca (*M. esculenta* Crantz)

Componentes	BRS Gema de Ovo	BRS Dourada	BRS Rosada	Casca Roxa	Saracura
Ca (mg/100 g)	66 ^a	36 ^c	53 ^b	52 ^b	54 ^b
Na (mg/100 g)	16 ^c	49 ^a	46 ^{ab}	46 ^{ab}	22 ^c
Mg (mg/100 g)	62 ^{bc}	45 ^d	126 ^a	126 ^a	51 ^{cd}
K (mg/100 g)	867 ^c	1318 ^a	1103 ^b	1103 ^b	808 ^c
Fe (mg/100 g)	3,1 ^{ab}	2,2 ^b	5,0 ^a	5,0 ^a	3,3 ^{ab}
Cu (mg/100 g)	0,53 ^a	0,45 ^a	0,40 ^a	0,40 ^a	0,54 ^a
Mn (mg/100 g)	1,5 ^b	2,1 ^a	1,6 ^b	1,6 ^b	1,1 ^{bc}

Fonte: Ceni *et al.* (2009)

Valduga *et al.* (2011) avaliaram os componentes minerais de cinco cultivares de mandioca (BRS Rosada, Casca Roxa, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo e Saracura), colhidas aos 8 meses após o plantio, sendo constatadas diferenças significativas para os teores de sódio, magnésio, potássio e manganês. Segundo os autores, a mandioca após cocção de 25 minutos apresentou níveis apreciáveis de potássio (471 a 704 mg/100g em base seca) e cálcio (85 a 201 mg/100g em base seca). A cultivar BRS Rosada destacou-se por apresentar elevado teor de magnésio (166mg/100g em base seca) e ferro (13mg/100g em base seca). Por outro lado, as cultivares Casca Roxa e BRS Dourada sobressaíram-se pelos teores, também em base seca, dos seguintes minerais: potássio (955 mg/100g para a Casca Roxa; 704 mg/100g para a BRS Dourada), manganês (10 mg/100g para a Casca Roxa; 6 mg/100g para a BRS Dourada), cálcio (201 mg/100g para a Casca Roxa; 93 mg/100g para a BRS Dourada) e sódio (117 mg/100g para a Casca Roxa; 76 mg/100g para a BRS Dourada).

Carvalho *et al.* (2011) avaliaram as características físico-químicas de mandioca adquiridas de produtores rurais da cidade Santa Luiza do Pará (PA), que, depois de lavadas e cortadas, foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas à temperatura de congelamento (-18°C) durante os tempos de 0, 7, 15, 30, 60, 90, 120 e 150 dias. O teor médio de umidade durante 150 dias foi de 60,65%, sendo que a variável pH das raízes de mandioca não

apresentou diferença significativa durante todo o período, embora tenha sido constatado acréscimo significativo da acidez nas raízes a partir dos 90 dias de armazenamento.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE MANDIOCA DE MESA

A literatura científica, tanto nacional como internacional, relata claramente quais são as características de uma boa variedade de mandioca de mesa, quais sejam: arquitetura favorável (elevada altura da primeira ramificação); resistência a pragas e doenças; cocção rápida (inferior a 30 minutos); elevada qualidade culinária (sabor, baixo teor de fibras, palatabilidade, entre outras); presença de pedicelo (fio fibroso) nas raízes; baixo teor de ácido cianídrico; baixa deterioração pós-colheita; raízes lisas (sem cintas); pedúnculo curto nas raízes; ramos com pequena distância entre os nós; maioria das raízes com tamanho comercial; e raízes bem distribuídas (facilidade de separação da cepa). Há controvérsias sobre a presença ou não de película externa e sobre sua cor (Fukuda *et al.*, 2006; Zinsou *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2002; Welch e Graham, 2002; Carvalho *et al.*, 1995). Algumas dessas características são determinadas durante o preparo ou consumo da raiz. No entanto, esses autores não informaram se essas características foram extraídas de estudos com consumidores.

Na prática, a mandioca de mesa é normalmente avaliada pelo conteúdo de cianeto total e pelo grau de cozimento, embora Cereda *et al.* (1990) julgassem esses critérios discutíveis.

A CEAGESP (2011) ainda não possui um padrão de classificação oficial de raízes de mandioca, a instituição normalmente classifica como mandioca de mesa de qualidade aquela que atenda aos critérios: diâmetro da raiz entre 4 e 7 cm (independente do comprimento e que tenha sido colhida no dia), seja reta, limpa e sem pontas quebradas. Em relação à aparência, a mandioca sem pele é desvalorizada. Entretanto, seria interessante confirmar, por meio de pesquisas, se essas realmente são características desejadas pelos consumidores de raízes de mandioca, considerando-se a importância da produção e consumo do vegetal no país.

2.2.1. TEOR DE ÁCIDO CIANÍDRICO (HCN)

Lorenzi (2003) relata que uma das principais características químicas em raízes de mandioca é a presença dos chamados cianoglicosídeos (compostos cianicos) e também de enzimas que degradam estes compostos e liberam ácido cianídrico (HCN), que é a substância tóxica desta planta. Os compostos cianicos e suas respectivas enzimas estão distribuídos por toda a planta e em concentrações variáveis, sendo que, para sua utilização mais segura como alimento, devem ser utilizados processos de detoxificação como simples fragmentação e secagem do material, o que provoca volatilização do ácido cianídrico.

O teor de ácido cianídrico na mandioca varia em função do genótipo (variedade), estado fisiológico da planta, condições ambientais, e métodos de cultivo. Assim, de acordo com o teor dessa substância na polpa das raízes, a mandioca é classificada de acordo com Lorenzi (2003) como:

- mansas, doces ou de mesa – menos de 100 g/Kg de HCN na polpa crua das raízes;
- intermediárias – de 100 a 200 g/Kg;
- bravas ou venenosas – mais de 200 g/Kg.

Segundo Cereda *et al.* (2003), a redução efetiva do nível de compostos cianogênicos requer duas fases consecutivas, como enfatizado por Cagnon *et al.* (2003):

- Ralação ou trituração das raízes, que permite a ruptura das células liberando a linamarase, enzima capaz de hidrolisar a linamarina em glicose e cianoidrina;
- Aquecimento da massa de raízes raladas para remover os resíduos de cianeto livre (acetonacianidrina e HCN).

De fato, Chisté *et al.* (2005), ao quantificar teor de HCN nas etapas de processamento da farinha de mandioca do grupo seca em Belém (PA), verificaram que a raiz descascada apresentou quantidade de HCN de 154 mg/Kg e que após a trituração houve aumento para 168 mg/Kg em função do aumento da atividade cianogênica na raiz descascada. Na massa prensada, verificaram que o teor de HCN foi reduzido para 66 mg/kg e que o produto farinha de mandioca obteve 5 mg/kg, apresentando uma dosagem baixa de cianeto total

pelo fato de ter sido torrada em alta temperatura, volatilizando grande parte do HCN presente na massa que havia sido prensada anteriormente.

Segundo Lorenzi (2003) processos como fermentação, prensagem e lavagem e calor (acima de 180°C) podem ser utilizados com sucesso na detoxificação da mandioca.

Por outro lado, as mandiocas mansas são consumidas com ou sem qualquer processamento industrial, principalmente por meio de preparados domésticos simples (Valle *et al.*, 2004; Lorenzi *et al.*, 1993).

Para Cereda *et al.* (2003), o uso culinário é uma acertada condição de detoxificação das raízes de mandioca. Com a remoção do córtex das raízes são removidos 81% do cianeto potencial. Dos 19% que restam no parênquima (polpa ou cilindro central), a redução mais relevante ocorre durante cozimento e fritura, que reduz em 56% o teor de cianeto potencial da polpa, ou seja, em torno de 92% do cianeto total presente na raiz crua.

Em seus estudos, Ponte (2008) observou que as variedades de mandioca apresentaram médias de HCN na polpa crua entre 70 mg/kg (Branca de Santa Catarina) a 136 mg/kg (Sergipe), com amplitude de 66 mg/kg. As variedades Caitité, Cacau Amarela e Variedade 81 apresentaram médias de 77; 76 e 106 mg/kg, respectivamente.

Silva (2009), ao caracterizar a matéria-prima para o processamento mínimo para conservação de mandioca sob diferentes atmosferas modificadas da variedade Pernambucana (colhidas na cidade de Areia - PB), verificou teores de compostos cianogênicos entre 58 e 66 mg/Kg sendo, portanto, a raiz classificada como mandioca de mesa.

2.2.2. TEMPO DE COZIMENTO E QUALIDADE DA MASSA COZIDA

A instabilidade das raízes de mandioca quanto à qualidade culinária é bem conhecida por produtores e consumidores, levando prejuízo na demanda do produto, já que tanto produtores como consumidores, dependendo da época do ano, enfrentam incerteza em relação à qualidade do produto que estão produzindo e comprando, respectivamente (Oliveira *et al.*, 2005).

A qualidade culinária das raízes de mandioca tem sido pouco estudada e as causas de sua variabilidade e instabilidade são pouco conhecidas (Wheatley,

1991; e Normanha, 1988, citados por Lorenzi, 1994). As variáveis relacionadas ao cozimento mais importantes são: a textura, a plasticidade e a pegajosidade da massa, pois interferem diretamente na maioria das receitas culinárias preparadas com mandioca (Pereira *et al.*, 1985). Entretanto, Lorenzi (1994) afirma que estas variáveis estão associadas à duração do tempo para cozimento, sendo que quanto menor o tempo de cozimento, melhores as qualidades sensoriais da massa gerada.

Outros autores, como Wheatley e Gomez (1985), citam que o tempo ótimo para cozimento das raízes de mandioca situa-se entre 15 e 25 minutos, considerando-se de baixa qualidade quando ultrapassa 30 minutos. Contudo, existe consenso entre os estudiosos que uma boa mandioca de mesa possui baixo tempo de cozimento.

Segundo Balagopolan *et al.* (1988), uma medida física pode ser obtida pela determinação do aumento do peso e volume durante o cozimento, pois as variedades que cozinham bem aumentam entre 5 a 10% de seu peso e volume durante o cozimento, enquanto as que não cozinham bem perdem em torno de 30% de seu peso e volume, pois não ocorre absorção de água durante o cozimento. Por esta razão, o processo de cozimento da mandioca foi identificado como uma expansão dos grânulos de amido por utilização da água presente na composição da raiz, quando há suprimento de calor.

O tempo de cozimento, bem como a massa cozida, apresentam variações entre raízes de uma mesma cultivar (Borges *et al.*, 1992; Fukuda e Borges, 1988). Estudos revelaram que este fator varia com o tipo de solo, variedade e idade da planta (Fukuda e Borges, 1990; Borges e Fukuda, 1989). O tempo de cozimento de raízes de boa qualidade culinária não deve ser superior a 30 minutos e a polpa cozida deve ser facilmente esmagada e desfeita, quando amassada com um garfo, formando uma pasta de textura farinácea, consistência plástica e moldável (Borges *et al.*, 1992; Wheatley, 1987).

2.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL

De acordo com a ABNT (1993), a análise sensorial é uma ciência que faz uso dos sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para provocar, medir, quantificar e interpretar as reações produzidas pelas características dos

alimentos. As medidas destas reações produzidas pelas pessoas ao ingerir alimentos são realizadas mediante a aplicação de métodos sensoriais apropriados a cada situação. Dentre estes, os que envolvem consumidores como julgadores são denominados testes afetivos, os quais se obtêm a aceitação ou a preferência do(s) produto(s) pelos consumidores (Meilgaard *et al.*, 2006).

Grande parte das pesquisas científicas associadas a raízes de mandioca cultivadas no Brasil tem se concentrado no seu uso industrial, principalmente do amido proveniente das raízes, suas porções, propriedades e aplicações. Em bem menor número são os trabalhos focados à mandioca de mesa e principalmente ao estudo de consumidores. Muitos trabalhos foram realizados com relação à composição centesimal das raízes, ao teor de ácido cianídrico, tempo de cocção e fatores fitotécnicos (Valduga *et al.*, 2011; Ceni *et al.*, 2009; Oliveira e Moraes, 2009; Andrade Júnior, 2006; Costa, 2005; Borges *et al.*, 2002); poucas pesquisas determinaram o teor de amido (Costa, 2005; Oliveira e Moraes, 2009); pelo menos uma avaliou sua deterioração fisiológica (Borges *et al.*, 2002) e outra, parâmetros para seu processamento mínimo (Oliveira *et al.*, 2003). Além disso, apenas alguns trabalhos (Valduga *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2011; Ceni *et al.*, 2009; Costa, 2005) envolveram avaliação sensorial com consumidores das raízes cozidas e armazenadas e/ou submetidas a pré-tratamentos.

Costa (2005) investigou a preferência dos consumidores, características químicas e microbiológicas de mandioca, da variedade IAC-576 proveniente de Mogi Mirim (SP), que depois de lavadas e cortadas, foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas à temperatura de $10^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Os teores de vitamina C, pH, e acidez titulável apresentaram diferenças significativas durante o tempo de armazenamento (1, 4, 6, 8, e 11 dias), enquanto os teores de amido e de sólidos solúveis permaneceram inalterados. A enzima peroxidase foi inativada pela cocção. Contudo, observou-se que o comportamento desses fatores durante a vida de prateleira resultou em diferenças significativas na preferência sensorial com relação à cor, ao sabor e à avaliação geral.

Já Carvalho *et al.* (2010), por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos, avaliaram a aceitação sensorial e, utilizando a escala estruturada de cinco pontos, a intenção de compra, para verificar o efeito de diferentes pré-tratamentos de secagem nas características físico-químicas e sensoriais de *chips* de mandioca da variedade Água Morna, colhida aos 8 meses após o plantio em

Santa Luzia do Pará (PA). Os resultados demonstraram que todos os tratamentos testados foram aceitos sensorialmente, com notas médias variando de 6,9 a 8,1, entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”, para os atributos avaliados (aparência, textura, sabor e impressão global). Adicionalmente, a análise sensorial indicou boa aceitabilidade para os *chips* de mandioca sem pré-tratamento, com índice de aceitação de 87% em relação à impressão global, com 92% dos julgadores expressando que certamente ou possivelmente comprariam esse produto, se estivesse à venda no mercado.

Valduga *et al.* (2011) estudaram a aceitação sensorial dos atributos sabor, textura e impressão geral, bem como os teores de vários minerais de cinco cultivares de mandioca colhidas em Erechim(RS), BRS Rosada, Casca Roxa, BRS Dourada, BRS Gema de Ovo e Saracura, após submetidas à cocção durante 25 minutos. Os autores concluíram que as cultivares Casca Roxa e Gema de Ovo foram adequadas para o processamento sob cocção por não diferirem estatisticamente nos atributos hedônicos sabor, textura e impressão geral, e apresentarem índice de aceitação de 80 e 75%, respectivamente.

Carvalho *et al.* (2011) avaliaram a aceitação dos consumidores e características físico-químicas de mandioca adquiridas de produtores rurais da cidade Santa Luiza do Pará (PA), que, depois de lavadas e cortadas, foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas à temperatura de congelamento (-18°C) durante os tempos de 0, 7, 15, 30, 60, 90, 120 e 150 dias. Durante todo o período de estudo, as médias de aceitação sensorial mantiveram-se praticamente inalteradas e próximas do termo “gostei muito” para todos os atributos hedônicos avaliados (cor, aroma, sabor e impressão global), mesmo com acréscimo significativo da acidez nas raízes a partir dos 90 dias de armazenamento.

2.4. MEDIDAS INSTRUMENTAIS DE TEXTURA E COR

Uma propriedade dos alimentos que pode ser extremamente importante aos consumidores é a textura, não como um indicativo da segurança do produto, mas de sua qualidade. Textura é a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e superficiais dos alimentos, detectadas pelos sentidos da visão, audição, tato e cinestésicas (Szczesniak, 2002).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABNT, 1993), a textura é definida como o conjunto das propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos.

Os métodos instrumentais de análise de textura avaliam propriedades mecânicas a partir de forças aplicadas ao alimento tais como compressão, cisalhamento, corte e tensão. Esses métodos constituem uma alternativa para a avaliação da textura dos alimentos, sendo normalmente utilizados para produzir medidas que, por serem normalmente correlacionadas com as medidas sensoriais de textura, visam substituir as avaliações com painéis sensoriais, por questões de custo ou eficiência (Lawless e Heymann, 1999).

A qualidade de um alimento é avaliada também pelo consumidor pelas suas características sensoriais, sobretudo de aparência, destacando-se a cor. A cor é resultante da percepção da luz após ter interagido com um determinado objeto podendo ser afetado por três fatores: a composição química e características físicas do objeto, a composição espectral da fonte de luz que ilumina o objeto e a sensibilidade espectral do olho do espectador (es) (Lawless e Heymann, 1999).

Conforme Sarantópoulos *et al.* (2001), o consumidor espera ver nos alimentos uma aparência natural que os torne atraentes. Assim, a cor pode ser utilizada como indicador de transformações naturais dos alimentos e pode fornecer ao consumidor a correlação visual direta entre frescor e sabor, correspondente ao erro de lógica que pode ocorrer em avaliações sensoriais (Meilgaard *et al.*, 2006).

Em complementação, as alterações de cor medidas pela colorimetria podem ser usadas para predizer mudanças químicas e de qualidade (Fennema, 1992).

Sendo assim, Costa Neto *et al.* (1997), com o auxílio da colorimetria, demonstraram que a irradiação de raios gama em doses de 8 a 10 kGy inibe o escurecimento da mandioca crua, mantendo suas características físicas e sensoriais durante nove dias de armazenamento.

Já Berbari (2001), ao estudar produtos processados, formatados e congelados da raiz de mandioca sem cobertura e cobertos com filme comestível,

empregou métodos instrumentais de textura e de cor a fim de avaliar as variações dos tratamentos das raízes de mandioca ao longo do período de armazenamento (0, 30, 60, 90 dias), e observou que a cobertura aumentou a resistência ao corte dos palitos.

Padonou *et al.* (2005) avaliaram a qualidade de 20 raízes de mandioca (TMS 94/0177, TMS 94/0461, TMS 92B/00061, TMS I 94/0270, TMS I 94/0239, TMS I 94/0237, TMS 94/0583, TMS 94/0192, TMS 91B/00455, TMS 92B/00068, BEN 86052, MCN 85043, RB 89509, TMS 93/0700, TMS 92/0057, TMS 91/02327, TMS 93/0614, TMS 91/02324, TMS 93/0560 e TMS 93/0517) que foram cultivadas, cozidas e estudadas em Niaouli (Benin) quanto à caracterização instrumental de cor e textura, bem como suas relações com propriedades físico-químicas e sensoriais. Diante dos resultados obtidos, os autores relataram que a propriedade de firmeza pode estar relacionada com propriedades funcionais do amido (como a viscosidade aparente após o cozimento), com o teor de cianeto e a quantidade de água absorvida após o cozimento das raízes. No entanto, pesquisas ainda devem ser realizadas com o intuito de esclarecer tais informações e em particular, as respectivas funções da parede celular e características do amido. Na avaliação instrumental da cor das raízes de mandioca cozida, os autores concluíram que esta pode ser utilizada como ferramenta para triagem da qualidade das cultivares.

Menoli e Beleia (2007) utilizaram a medida instrumental para verificar as modificações da textura como a compressão e o cisalhamento de raízes de mandioca da variedade Catarina Amarela, colhidas aos 8 meses após o plantio em Londrina (PR) e submetidas a tratamento de pré-cozimento (amostras de mandioca mantidas às temperaturas controladas de 55°C, 65°C e 75°C por 1 hora em banho-maria) e seguido de cozimento (água fervente a 98°C). Os autores observaram que a força de compressão da amostra sem o pré-cozimento diminuiu de 231,5N para 139,5N na amostra tratada em 65°C e para 162,7N na amostra tratada em 75°C, fato este relacionado ao ganho de peso e à hidratação do amido. E a força de cisalhamento das raízes diminuiu da amostra sem o pré-cozimento (114,0 N) quando submetidas ao tratamento a 65°C (38,9N).

Brumovsky *et al.* (2008) avaliaram o comportamento de raízes de mandioca procedentes do comércio de Misiones (Argentina) que foram submetidas a tecnologias de obstáculos (redução da atividade de água e do pH) e

armazenadas por um período de 120 dias. Por meio de teste de compressão constataram mudanças na textura das raízes indicando que estas se tornaram mais flexíveis e fracas ao longo deste período de armazenamento, sugerindo um limite de 90 dias de preservação deste produto. Na avaliação da cor, constataram que as principais variações foram apresentadas no parâmetro "L", seguido do parâmetro "b", indicando que as raízes tornaram-se menos brancas e mais amarelas.

Observa-se que os resultados obtidos nas avaliações de textura instrumentais podem ser correlacionados à percepção humana, permitindo a compreensão do significado dessas características na avaliação da qualidade sensorial do alimento. Entretanto, há que se confirmar que as avaliações instrumentais da textura de raízes de mandioca correlacionem-se bem com avaliações sensoriais de textura.

3. TRABALHOS

3.1. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE VARIEDADES DE MANDIOCA PARA CONSUMO DE MESA

EVALUATION AND SELECTION OF VARIETIES OF CASSAVA ROOTS

Simone Vilela Talma¹, Selma Bergara Almeida¹, Nilda Doris Montes Villanueva²,
Henrique Duarte Vieira¹

¹Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Avenida Alberto Lamego, 2000, CEP: 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, Telefone: (22) 2739-6725, Fax: (22) 2739-7194, Email: sbergara@uenf.br

²CENTRUM Católica – Centro de Negocios, Pontificia Universidad Católica del Perú.

RESUMO

As raízes de mandioca são as mais importantes fontes de carboidratos dentre os produtos agrícolas. Entretanto, pouco se conhece sobre a opinião dos consumidores de mandioca de mesa e as características de cor e textura desse alimento. Objetivou-se selecionar variedades de mandioca de interesse para as

regiões norte e noroeste fluminenses, por meio de avaliações sensoriais com consumidores, correlacionando-as com tempo de cozimento e medidas instrumentais (cor e textura). Dezesesseis variedades foram cultivadas no Estado do Rio de Janeiro e colhidas ao 11^o mês após plantio. Pedacos de raízes foram cozidos em água, sendo o tempo de cozimento determinado quando se observou pouca resistência à penetração do garfo. A aceitação da cor, sabor e textura da polpa cozida e da aparência da raiz inteira com casca foi avaliada por 96 consumidores pela escala hedônica híbrida de 10 cm e delineamento em blocos incompletos. Intenção de compra da polpa cozida foi avaliada utilizando escala estruturada. A cor instrumental foi avaliada na casca, na polpa crua e na polpa cozida de cada raiz de mandioca utilizando colorímetro *Hunterlab*, com resultados expressos pelo sistema L, a, b de Hunter. A resistência ao corte foi avaliada nas formas polpa crua e polpa cozida utilizando texturômetro TA-XT *Plus Texture Analyser* e *probe Blade Set HDP/BS*. ANOVA, teste de Tukey, análises de correlação de Pearson, fatorial e de agrupamentos foram realizados ($p < 0,05$). As variedades Aipim Pretinho, Aipim Vermelho Alagoano, Cacau Viroleira, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, BR Rosinha e Fécula Branca, apresentaram boa aceitação entre os consumidores em todos os atributos hedônicos avaliados, correspondendo a bons potenciais de raízes de mandioca para consumo de mesa. As variedades IAC Caapora e IAC Espeto, mais claras e amarelas, mostraram-se com baixa aceitação pelos consumidores com relação à aparência da raiz inteira com casca. Embora se tenha encontrado altas correlações entre alguns parâmetros instrumentais da mandioca entre si, estes não representam bons índices das respostas hedônicas por terem ocorrido poucas e baixas correlações significativas entre essas medidas e as respostas sensoriais. A análise fatorial segmentou as variedades em três grupos e veio complementar e facilitar a interpretação dos resultados deste experimento, principalmente por ter envolvido avaliação de grande quantidade de amostras e medidas.

Palavras-chave: cor, textura, aceitabilidade, *Manihot esculenta*.

ABSTRACT

The roots of cassava are among the most important sources of

carbohydrates from agricultural products. However, little is known about sweet cassava consumers' opinions and its characteristics of color and texture. This work is aimed to evaluate and select varieties of cassava grown in the northwest of the State of Rio de Janeiro, Brazil, based on sensory evaluations by consumers and co-relating them with the cooking time and instrumental measurements. Sixteen varieties were planted in Rio de Janeiro State and they were harvested on the eleventh month. Root pieces were cooked in water and the cooking time was determined when there was little resistance to the penetration of the fork. The acceptance of color, flavor and texture of the cooked pulp and appearance of the whole root were evaluated by 96 consumers using the hybrid hedonic scale of 10 cm and the balanced incomplete block design. Purchase intention of the cooked roots was also evaluated using structured scale. The instrumental color was evaluated on the peel, on the raw pulp and on the pulp that was cooked from each root cassava using Hunterlab colorimeter and the results expressed by the Hunter L, a, b. The shear resistance was evaluated in the raw pulp and cooked roots using texturometer TA-XT Plus Texture Analyser and Blade Set probe HDP / BS. ANOVA, Tukey test, Pearson correlation analysis, factor and cluster analysis were performed ($p < 0.05$). The varieties Aipim Pretinho, Vermelho Alagoano, Cacau Violeta, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, BR Rosinha and Fécula Branca, showed good acceptance by consumers in all hedonic attributes evaluated, representing good potential of cassava root for direct consumption. The varieties IAC Caapora and IAC Espeto, clearer and more yellow, showed low consumer acceptance in relation to the appearance of the whole root with peel. Thus, it is suggested that these roots should be sold without the peel. Although we have found high correlations between some instrumental parameters of cassava among themselves, they do not represent good indices of hedonic responses as there were few and low significant correlations observed between these measures and sensory responses. Factor analysis segmented the varieties into three groups and this action complemented and facilitated the interpretation of the results of this experiment, especially by involving evaluation of many samples and measurements.

Keywords: color, texture, acceptability, *Manihot esculenta*.

3.1.1. INTRODUÇÃO

De origem das áreas tropicais da América do Sul, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada dentro de seu gênero que, com sua alta heterozigidade decorrente dos cruzamentos naturais intraespecíficos, resultou em grande número de variedades com diferentes características morfológicas, conferindo-lhe maior adaptação a variadas condições de clima e de solo, assim como diversos graus de resistência e/ou tolerância a pragas e doenças (Lorenzi, 2003).

Grande parte das pesquisas científicas associadas a raízes de mandiocas cultivadas no Brasil e no mundo se concentra em aspectos relacionados ao seu cultivo ou ao seu uso industrial, principalmente sobre o amido proveniente das raízes, suas porções, propriedades e aplicações.

Mesmo sendo reduzido o número de trabalhos desenvolvidos com mandiocas de mesa, a literatura, tanto nacional como internacional, preconiza claramente quais são as características de uma boa variedade de mandioca para esse destino, quais sejam: arquitetura favorável (elevada altura da primeira ramificação); resistência a pragas e doenças; cocção rápida (inferior a 30 minutos); elevada qualidade culinária (sabor, baixo teor de fibras, palatabilidade, entre outras); presença de pedicelo (fio fibroso) nas raízes; baixo teor de ácido cianídrico; baixa deterioração pós-colheita; raízes lisas (sem cintas); pedúnculo curto nas raízes; ramos com pequena distância entre os nós; raízes com tamanho comercial; e raízes com facilidade de separação da cepa; havendo controvérsias sobre presença ou não de película externa e sobre sua cor (Fukuda *et al.*, 2006; Zinsou *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2002; Welch e Graham, 2002; Carvalho *et al.*, 1995). Algumas dessas características são determinadas durante o consumo da raiz. No entanto, há poucos relatos científicos que confirmem que esses atributos coincidam com a opinião dos próprios consumidores, principalmente dos brasileiros.

De fato, no Brasil, apenas alguns trabalhos (Valduga *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2010; Costa, 2005) envolveram avaliação sensorial com consumidores das raízes cozidas e armazenadas e, ou submetidas a pré-tratamentos.

Brumovsky *et al.* (2008) também avaliaram a cor de raízes de mandioca

procedentes do comércio de Misiones (Argentina), não relatando, porém, a variedade estudada. Os autores constataram que, ao longo do período de estudo (120 dias), as principais variações foram apresentadas no parâmetro "L" (luminosidade), seguido do parâmetro "b"(amarelo), indicando que as raízes tornaram-se menos brancas e mais amarelas.

Nas regiões norte e noroeste fluminense a mandioca é uma cultura de subsistência facilmente encontrada e cultivada, principalmente por pequenos produtores. Desta forma, observa-se uma demanda na indicação de variedades que melhor se adaptam nestas regiões, como também que apresente boa produtividade no campo e qualidade sensorial pelos consumidores.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi selecionar variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de interesse para as regiões norte e noroeste fluminense, por meio de avaliações sensoriais com consumidores, correlacionando-as com tempo de cozimento e medidas instrumentais (cor e textura).

3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

Raízes de duas a três plantas de mandioca das dezesseis variedades estudadas (Figura 1) foram colhidas aleatoriamente (APÊNDICE 1) e avaliadas no décimo primeiro mês após o plantio (nov/2010). As raízes foram provenientes de cultivo na Estação Experimental da UENF-RJ, na ilha Barra do Pomba, no município de Itaocara, Rio de Janeiro, localizado na região noroeste fluminense, a 21°39'12" de latitude sul, 42°04'36" de longitude oeste e a 60 m de altitude (Fontes, 2002).

Todas as variedades de mandioca estudadas neste trabalho (Figura 1) já foram identificadas, algumas das quais foram lançadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro). Entretanto, as informações sobre as variedades, nem sempre são de fácil acesso. A Tabela 1 resume as características de algumas das variedades estudadas.

As raízes foram avaliadas com relação ao tempo de cozimento, textura e cor com três repetições. As raízes também foram avaliadas em relação à

aceitação sensorial pelos consumidores.

Os experimentos foram conduzidos nos Setores de Análise Sensorial e de Nutrição e Análise de Alimentos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) e no Laboratório de Engenharia Agrícola, ambos do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

Por envolver experimentação com seres humanos (avaliação da aceitação sensorial), esta pesquisa foi avaliada e aprovada por Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Campos por meio do parecer nº 340/2004 (Registro nº461667).



Figura 1 – Dezesesseis raízes de mandioca estudadas

Tabela 1 – Características das variedades de mandioca estudadas

Variedade	Características
Aipim Pretinho	-
Vermelho Alagoano	-
Pesagro	-
Cacau Violeta	-
IAC 12	Resistente à bacteriose. Indicada para a produção de fécula pelo alto teor de matéria seca (35-40%). Recomendada para colheita com dois ciclos. Cor da película da raiz marrom, porém, não aderente. Polpa branca. Teor de ácido cianídrico entre 100 e 150 ppm na polpa crua das raízes. Facilidade regular de colheita.
Amarelo Barcelos	-
Zumbi	-
Viçosa Martinha	-
BR Gema de Ovo	Apresenta ótimo padrão culinário, bom cozimento e padrão de massa cozida. Susceptível à bacteriose. Película de cor marrom. Polpa creme quando crua e amarela quando cozida.
IAC 15	Resistente à bacteriose e ao superalongamento, muito produtivo. Apresenta médio a baixo teor de matéria seca. Arquitetura intermediária, favorável ao cultivo e realização de tratos culturais. Película clara. Polpa branca. Fácil colheita.
BR Eucalipto	-
IAC Caapora	Alta resistência à bacteriose.
BR Rosinha	-
Fécula Branca	Película da raiz clara. Hábito de crescimento ereto, favorável aos tratos culturais. Altamente produtiva. Exigente em fertilidade. Medianamente resistente à bacteriose e ao superalongamento. Polpa branca. Alto teor de matéria seca. Fácil colheita.
IAC Espeto	Porte ereto, com pouca ramificação, o que facilita os tratos culturais. Em contrapartida não protege bem o solo contra erosão e ervas daninhas. Película da raiz clara. Polpa branca. Médio teor de matéria seca. Fácil colheita.
IAC 13	Apresenta grande adaptabilidade para produção de raízes em solos pobres. Rica em amido. Pele clara. Medianamente resistente à bacteriose e altamente susceptível ao superalongamento. Polpa branca. Alto teor de matéria seca. Fácil colheita.

3.1.2.1. Determinação do tempo de cozimento

As raízes foram lavadas em água corrente, cortadas em pedaços de 3 cm de comprimento longitudinal e o tempo de cozimento foi determinado após o início da fervura da água, utilizada na proporção de 1:10 (mandioca:água). Periodicamente, eram espetadas com um garfo para verificar o grau de cozimento das mandiocas, sendo consideradas cozidas quando ofereceram pouca resistência visual à penetração pelo garfo, verificadas sempre pelo mesmo pesquisador (adaptado de Borges *et al.*, 2002).

3.1.2.2. Avaliação da cor e textura instrumentais

A determinação da cor instrumental foi realizada na casca, na polpa crua e na polpa cozida de cada raiz de mandioca. Utilizou-se colorímetro da marca *Hunterlab Miniscan Spectrophotometer Plus*, iluminante D65, ângulo de observação de 10°, sendo os resultados expressos pelo sistema *L, a, b* de Hunter. O preparo das amostras de polpa crua consistiu no corte da raiz em pedaços de 3 cm de comprimento longitudinal e em seguida ao meio.

Para determinação da cor da polpa cozida, a amostra foi preparada conforme descrição no item 3.1.2.1. Para a avaliação da cor da casca, a película externa (casca) foi retirada cuidadosamente durante o descasque manual das raízes e secas à temperatura ambiente. E, finalmente, o preparo das amostras de polpa crua consistiu na retirada do córtex (entrecasca) das raízes, seguida por sua lavagem, corte da raiz no sentido transversal, na região em que o diâmetro do cilindro tivesse no mínimo 3 cm. A medida da cor foi realizada colocando-se o cilindro da raiz no sentido longitudinal.

A avaliação da textura instrumental foi realizada, em triplicata, utilizando-se texturômetro *TA-XT Plus Texture Analyser*, operando-o com medida de força em compressão e *probe Blade Set HDP/BS*, velocidades de pré-teste e pós-teste de 2 mm/s, de teste de 5 mm/s e deformação de 50%.

3.1.2.3. Avaliação da aceitação sensorial

O teste de aceitação das raízes das dezesseis variedades de mandioca foi realizado com 96 consumidores com relação à aparência da raiz inteira com casca, cor da polpa cozida, ao sabor e textura. Em complementação, foi avaliada a intenção de compra das raízes cozidas. Para as avaliações da aceitação foi utilizada a escala hedônica híbrida de 10 cm (Villanueva e Silva, 2009; Villanueva *et al.*, 2005) e, para as avaliações de intenção de compra, escala estruturada de 5 pontos (Meilgaard *et al.*, 2006) - APÊNDICE 2.

Os consumidores foram alunos, funcionários e professores da UENF que responderam à divulgação realizada na Universidade e ao questionário de recrutamento (APÊNDICE 3), que continha o objetivo e condições de realização da pesquisa. Participaram desta, aqueles indivíduos que atendiam aos seguintes critérios: idade entre 18 e 50 anos, gostavam de raiz de mandioca cozida em grau igual ou superior a moderadamente e apresentavam interesse em participar no teste. Assim, o participante assinou o documento expressando sua concordância em participar voluntariamente da pesquisa, atendendo às exigências da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 1996).

As amostras da polpa cozida foram preparadas conforme descrição apresentada no item 3.1.2.1. As avaliações foram realizadas em cabines individuais, usando luz incandescente branca, sendo as amostras apresentadas em pratos descartáveis brancos codificados com números aleatórios de três dígitos, servidas à temperatura ambiente (25°C) e seguindo delineamento em blocos incompletos balanceados, delineado especificamente para este experimento (APÊNDICE 4). Água à temperatura ambiente foi fornecida aos consumidores, sendo também seguidas as recomendações gerais para testes sensoriais descritas por Meilgaard *et al.* (2006).

3.1.2.4. Análises estatísticas

Os dados hedônicos e de intenção de compra foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) e ao teste HSD de Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre as médias das diferentes variedades obtidas em um mesmo período de avaliação.

Análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$) e análise fatorial e de agrupamentos foi realizada entre as medidas sensoriais, instrumentais e tempo de cozimento.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS – Statistical Analysis System (2003), versão 9.3.

3.1.2.5. Critérios de Seleção das Variedades

Os seguintes critérios foram utilizados na seleção das seis variedades:

- ✓ Aquelas que apresentassem maior aceitação em relação ao sabor, à textura, intenção de compra e aparência;
- ✓ Tempo de cozimento inferior a 30 minutos;
- ✓ Maior produtividade estimada no campo em experimento preliminar;
- ✓ Características de cor (três brancas e três amarelas);
- ✓ De acordo com a literatura pesquisada, aquelas que não tivessem sido estudadas com relação aos parâmetros abordados neste experimento.

3.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas entre as médias de aceitação das 16 variedades de mandioca em relação aos parâmetros sabor, à textura, intenção de compra das raízes cozidas e aparência das raízes inteiras com casca (Tabela 2). Há que se ressaltar que o atributo hedônico textura foi aquele que mais segmentou as variedades, enquanto a aceitação da cor foi similar para todas as raízes avaliadas ($p > 0,05$), com médias localizadas na região de aceitação da escala hedônica híbrida.

A variedade BR Rosinha destacou-se apresentando maiores médias de aceitação para os parâmetros sabor e textura, todas na região de aceitação, e de intenção de compra, entre possivelmente e certamente compraria. Entretanto, as variedades Aipim Pretinho, Aipim Vermelho Alagoano, Cacau Violeta, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, IAC Caapora, Fécula Branca e IAC Espeto não diferiram da BR Rosinha nesses parâmetros, exceto a variedade Cacau Violeta, na intenção de compra. Desta forma, as raízes de todas essas variedades são adequadas para consumo como mandiocas de mesa segundo a

opinião dos consumidores, quando colhidas aos onze meses de cultivo na região noroeste fluminense (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias de aceitação sensorial e de intenção de compra pelos consumidores (n = 96) em relação às raízes de mandioca avaliadas

Variedade	Médias de aceitação ^{1,4}				Intenção de compra ^{1,2,5}
	Cor ²	Sabor ²	Textura ²	Aparência ³	
Aipim Pretinho	7,2 ^a	7,4 ^{ab}	8,1 ^a	6,4 ^{abc}	3,8 ^{abc}
Vermelho	6,4 ^a	7,1 ^{abc}	6,7 ^{abcde}	6,7 ^{ab}	3,6 ^{abcde}
Alagoano	6,4 ^a	4,5 ^d	5,1 ^{def}	7,5 ^{ab}	2,6 ^{efg}
Pesagro	6,9 ^a	6,3 ^{abcd}	6,9 ^{abcd}	8,1 ^a	3,3 ^{bcdefg}
Cacau Violeta	7,2 ^a	7,5 ^{ab}	8,4 ^a	7,4 ^{ab}	4,1 ^{ab}
IAC 12	6,3 ^a	6,8 ^{abc}	7,2 ^{abc}	6,2 ^{bc}	3,7 ^{abcd}
Amarelo Barcelos	6,9 ^a	7,5 ^{ab}	7,9 ^{ab}	7,1 ^{ab}	4,3 ^{ab}
Zumbi	6,9 ^a	7,1 ^{abc}	8,0 ^{ab}	5,9 ^{bc}	4,0 ^{abc}
Viçosa Martinha	5,9 ^a	4,8 ^d	4,4 ^f	6,2 ^{bc}	2,3 ^g
BR Gema de Ovo	6,5 ^a	5,6 ^{bcd}	6,0 ^{bcdef}	7,2 ^{ab}	2,8 ^{defg}
IAC 15	6,2 ^a	5,5 ^{cd}	5,9 ^{cdef}	7,3 ^{ab}	2,9 ^{cdefg}
BR Eucalipto	6,9 ^a	6,3 ^{abcd}	6,7 ^{abcde}	3,5 ^d	3,5 ^{abcdef}
IAC Caapora	7,5 ^a	8,0 ^a	8,6 ^a	7,6 ^{ab}	4,5 ^a
BR Rosinha	6,3 ^a	6,3 ^{abcd}	7,4 ^{abc}	7,0 ^{ab}	3,5 ^{abcdef}
Fécula Branca	7,0 ^a	7,1 ^{abc}	7,4 ^{abc}	4,8 ^{cd}	3,6 ^{abcde}
IAC Espeto	6,8 ^a	4,8 ^d	4,9 ^{ef}	3,9 ^d	2,4 ^{fg}

¹Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p < 0,05$, segundo o teste de Tukey; ²Da polpa da raiz cozida; ³Da raiz inteira com casca; ⁴0 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei, nem desgostei; 10 = gostei extremamente; ⁵1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria.

Em contrapartida, as variedades Pesagro, BR Gema de Ovo e IAC 13 apresentaram as menores médias de aceitação para o parâmetro sabor, localizadas na região de rejeição da escala hedônica híbrida. Resultados semelhantes foram observados para a variedade BR Gema de Ovo com relação à aceitação da textura e à intenção de compra (Tabela 2). Além disso,

as médias de aceitação da textura para as variedades Pesagro e IAC 13 não diferiram dessa variedade, localizando-se próximas a “nem gostei, nem desgostei”.

As médias de aceitação do sabor dessas variedades foram similares àquelas observadas por Carvalho et al. (2011) para mandiocas adquiridas de produtores rurais da cidade de Santa Luiza do Pará (PA), após armazenamento à temperatura de congelamento (-18°C) por 150 dias.

Por meio da análise de correlação de Pearson, observaram-se correlações positivas ($p > 0,05$) entre avaliações sensoriais da polpa cozida, dentre moderadas e altas (0,68 a 0,97), sugerindo que a aceitação do sabor e da textura exerce maior influência sobre a intenção de compra (ambas iguais a 0,97). Esses resultados confirmam a importância ressaltada por Lorenzi (2003) na qualidade da mandioca de mesa (Tabela 3).

Lorenzi (2003) também afirma que o sabor das raízes de mandioca está associado à presença ou não de gosto amargo, relacionado ao conteúdo de cianoglicosídeos da raiz. Por este ponto de vista, a aceitação dessas raízes é um indício de que as variedades mencionadas acima sejam realmente consideradas mansas, embora a quantificação de ácido cianídrico seja um método mais seguro para esse diagnóstico. Além disso, outros componentes da mandioca podem estar contribuindo para essa ótima aceitação de seu sabor. Assim, é interessante que estudos da composição química das raízes sejam realizados, aliados a técnicas sensoriais descritivas, para elucidar o que direciona a aceitação do consumidor de mandioca com relação a esse atributo.

Todas as variedades cujas raízes obtiveram melhores médias de aceitação com relação à textura apresentaram médias de tempo de cozimento inferiores a 30 minutos, com exceção das variedades IAC Caapora e IAC Espeto (Tabela 4). Dentre as características de uma boa variedade de mandioca de mesa considera-se ter tempo de cozimento inferior a 30 minutos (Lorenzi, 2003; Borges et al., 2002; Wheatley e Gomez, 1985).

Tabela 3 – Coeficientes de correlação de Pearson entre medidas sensoriais e instrumentais e respectivos níveis de significância ($p < 0,05$)

Positivas	r ($p \leq 0.05$)	Negativas	r ($p \leq 0.05$)
Aceitação da Cor x Aceitação do Sabor	0.69	Aceitação da Cor x <i>a</i> da Polpa Crua	-0.54
Aceitação da Cor x Aceitação da Textura	0.72	Aceitação da Cor x <i>b</i> da Polpa Crua	-0.57
Aceitação da Cor x Intenção de Compra	0.68	Aceitação da Textura x Tempo de Cozimento	-0.52
Aceitação da Cor x <i>L</i> da Polpa Crua	0.54	Aceitação da Aparência x <i>L</i> da casca	-0.75
Resistência ao Corte da Polpa Cozida x Tempo de Cozimento	0.60	Aceitação da Aparência x <i>b</i> da Casca	-0.83
<i>a</i> da Polpa Cozida x <i>b</i> da Polpa Cozida	0.97	Intenção de Compra x Tempo de Cozimento	-0.52
<i>a</i> da Polpa Cozida x <i>b</i> da Polpa Crua	0.89	<i>L</i> da Polpa Crua x <i>a</i> da Polpa Cozida	-0.87
<i>a</i> da Polpa Crua x <i>b</i> da Polpa Cozida	0.81	<i>L</i> da Polpa Crua x <i>a</i> da Polpa Crua	-0.85
<i>a</i> da Polpa Crua x <i>b</i> da Polpa Crua	0.94	<i>L</i> da Polpa Crua x <i>b</i> da Polpa Cozida	-0.78
<i>b</i> da Polpa Cozida x <i>b</i> da Polpa Crua	0.94	<i>L</i> da Polpa Crua x <i>b</i> da Polpa Crua	-0.83

Dentre as variedades estudadas, a Viçosa Martinha destacou-se por apresentar o menor tempo de cozimento (10 min), a menor resistência ao corte, tanto da polpa crua (7,79 Kgf) quanto cozida (0,22 Kgf) (Tabela 4). Entretanto, outras variedades que apresentaram boa aceitação com relação à textura, tanto como a Viçosa Martinha, não diferiram ($p > 0,05$) desta variedade quanto às médias de tempo de cozimento e de resistência ao corte das raízes cruas e cozidas (Tabela 4). Assim, quando colhidas aos onze meses após o plantio, as

raízes das variedades Viçosa Martinha, Cacau Violeta, Amarelo Barcelos, Zumbi, IAC Caapora e Fécula Branca podem ser utilizadas em pratos culinários que requeiram a formação de massa homogênea após cozimento, tais como escondidinho, purê, sopa, bolinho, dentre outros.

Por outro lado, a BR Rosinha, mais aceita, apresentou tempo de cozimento próximo a 30 minutos e médias de resistência ao corte intermediárias, tanto da polpa crua como da cozida (Tabela 4). A textura mais firme dessa raiz, bem como a do Aipim Pretinho, IAC 12 e Vermelho Alagoano, pode permitir seu consumo após cozimento sem sua desintegração, como na forma de mandioca frita, cozida com sal ou com açúcar, com manteiga, dentre outras formas.

Tabela 4 - Tempo de cozimento e resistência ao corte das raízes de mandioca

Variedade	Tempo de		Resistência ao corte (Kgf ¹)			
	Cozimento (min) ¹	CV (%)	Mandioca Crua	CV (%)	Mandioca Cozida	CV (%)
Aipim Pretinho	20 ^{cde}	28,3	8,92 ^{bc}	15,9	0,25 ^{ef}	48,2
Vermelho Alagoano	16 ^{cde}	12,9	10,18 ^{bc}	43,4	0,38 ^{def}	40,9
Pesagro	32 ^a	10,9	12,95 ^{abc}	19,4	1,17 ^b	19,8
Cacau Violeta	26 ^{abc}	5,4	7,88 ^c	13,6	0,22 ^f	26,9
IAC 12	15 ^{de}	9,4	7,59 ^c	18,7	0,30 ^{def}	27,5
Amarelo Barcelos	21 ^{bcd}	6,7	10,72 ^{abc}	9,1	0,16 ^f	27,5
Zumbi	19 ^{cde}	3,6	17,02 ^a	12,0	0,21 ^f	3,7
Viçosa Martinha	10 ^e	0,0	7,79 ^c	20,4	0,22 ^f	46,3
BR Gema de Ovo	33 ^a	6,3	9,41 ^{bc}	24,2	0,45 ^{def}	39,2
IAC 15	36 ^a	5,8	13,70 ^{abc}	14,6	0,32 ^{def}	26,2
BR Eucalipto	11 ^{de}	12,9	12,86 ^{abc}	17,2	0,08 ^f	26,1
IAC Caapora	31 ^{ab}	9,1	12,68 ^{abc}	26,7	0,69 ^{cd}	15,4
BR Rosinha	27 ^{abc}	5,2	14,58 ^{ab}	8,5	0,63 ^{de}	26,2
Fécula Branca	18 ^{cde}	31,4	10,91 ^{abc}	26,7	0,15 ^f	34,1
IAC Espeto	31 ^{ab}	4,6	12,79 ^{abc}	12,5	1,03 ^{bc}	24,9
IAC 13	31 ^{ab}	6,7	13,79 ^{abc}	2,4	1,74 ^a	6,7

¹Médias de três mensurações; Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p < 0,05$, segundo o teste de Tukey; CV: Coeficiente de variação.

Analisando conjuntamente os resultados mostrados nas Tabelas 2 e 4, observa-se a tendência de os consumidores gostarem mais de raízes cozidas em tempo igual ou inferior a 30 minutos, com valores de resistência ao corte entre 0,15 a 1,03 Kgf. As variedades BR Gema de Ovo e IAC 15 foram exceções, uma vez que apresentaram resistência ao corte nessa faixa de valores, porém, tempo de cozimento superior a 31 minutos, somando-se aos resultados observados para as variedades Pesagro e IAC 13 e confirmando que esta característica seja realmente importante para a qualidade de mandiocas de mesa. No caso da BR Gema de Ovo o elevado tempo de cozimento aqui observado possivelmente tenha ocorrido em função da época de colheita, uma vez que, em testes preliminares a este experimento, essa variedade foi cozida suficientemente em 13 minutos quando colhida ao oitavo mês após o plantio, e em 16 minutos ao nono mês. Além disso, as raízes dessa variedade, após cozimento por 25 minutos obtiveram média de aceitação sensorial da textura próxima a “gostei ligeiramente”, em estudo conduzido por Valduga *et al.* (2011).

Em comparação com outros trabalhos que avaliaram raízes de variedades distintas às estudadas neste experimento, os tempos de cozimento aqui verificados foram inferiores ao máximo obtido por Mezette *et al.* (2009), 52 minutos, e similares às médias observadas por Borges *et al.* (2002), Lorenzi (1994) e Rimoldi *et al.* (2006), entre 25 e 29 minutos. Lorenzi (1994) complementou que o tempo de cozimento pode ser prolongado devido ao tipo de solo, de modo que solos menos férteis produzem raízes com cozimento mais prolongado ou simplesmente não cozinham.

No que diz respeito à análise de correlação de Pearson, observou-se correlação positiva significativa ($p < 0,05$) entre resistência ao corte da polpa cozida e tempo de cozimento (Tabela 3). Porém, essa correlação foi moderada, possivelmente em razão dos altos valores de coeficiente de variação calculados para ambas as medidas, especialmente para a resistência ao corte, evidenciando, assim, que as raízes são heterogêneas, conforme comentado por Lorenzi (1994).

Porém, Karam *et al.* (2001), ao estudarem a textura instrumental de “snacks”, observaram que o coeficiente de variação (CV) apresentou-se relativamente elevado (40%). Entretanto, os autores ressaltaram que este valor foi aceitável para esta resposta, atribuindo-se boa parte dessa variação às características heterogêneas de textura dos produtos e à alta sensibilidade do

equipamento. Alves e Grossmann (2002) também observaram elevado coeficiente de variação para esse mesmo tipo de produto (17%) e concluíram de forma semelhante a Karam *et al.* (2001).

Para o tempo de cozimento, Mezette *et al.* (2009) observaram tempo de 18 min² para raízes de mesmo clone e de mesma parcela.

As variedades com menores valores de resistência ao corte da polpa cozida ($p < 0,05$; Tabela 4), Fécula Branca, Cacau Violeira, Viçosa Martinha e BR Gema de Ovo, apresentavam coloração amarelada, constatada visual e instrumentalmente. Ou seja, observaram-se valores da variável b positivos e maiores para essas raízes do que para as demais variedades (Tabela 5). Essa coloração é um indício da presença de carotenoides nessas raízes, merecendo melhor investigação. O inverso também ocorreu: raízes com maiores valores de resistência ao corte obtiveram menores médias de b positivo, portanto, menos amarelas e visualmente brancas.

Padonou *et al.* (2005), ao avaliarem a qualidade de 20 raízes de mandioca quanto à caracterização instrumental de cor e textura, bem como suas relações com propriedades físico-químicas e sensoriais, relataram que a textura pode estar diretamente relacionada com propriedades funcionais do amido (tais como viscosidade aparente após o cozimento), teor de cianeto e quantidade de água absorvida após o cozimento das raízes. No entanto, pesquisas ainda devem ser realizadas com o intuito de esclarecer tais informações e em particular, as respectivas funções da parede celular e características do amido. Com base nas suposições de Padonou e seus colaboradores, o amido pode ser o responsável pela maior resistência ao corte de algumas variedades neste experimento.

Embora as medidas instrumentais de cor da polpa cozida tenham revelado certa variabilidade (Tabela 5), este parâmetro não afetou a aceitação das raízes nessa condição (Tabela 2), conforme já mencionado anteriormente.

As variedades diferiram com relação à aceitação da aparência da raiz inteira com casca, sendo que as variedades IAC 13 e IAC Caapora, seguida da IAC Espeto, sobressaíram-se com as menores médias (Tabela 2). As medidas instrumentais da cor destas variedades resultaram em maiores valores dos parâmetros L e b , indicando que eram as mais claras e mais amarelas dentre as raízes avaliadas (Tabela 5), como pode ser visualizado na Figura 1. As demais variedades foram similares ($p > 0,05$) entre si nesta variável.

De forma geral, a Tabela 5 revela a alta luminosidade (valor de L) das polpas cruas das raízes - com valores entre 87 e 91 -, luminosidades intermediárias da polpa cozida (de 61 a 72) e inferiores a estas na casca das raízes. É evidente também a predominância da cor amarela (valores positivos de b), variando em intensidade, tanto na coloração da casca como das polpas crua e cozida das raízes estudadas. Enquanto a variável a das cascas das raízes manteve-se em valores positivos e similares entre si ($p > 0,05$), os quais são correspondentes à cor vermelha. Nas polpas cruas e cozidas esse parâmetro variou entre negativos e positivos, ou seja, entre verde e vermelho, mesmo que em baixas intensidades.

Depois de descascadas, cinco variedades apresentaram polpa crua significativamente ($p \leq 0,05$) mais claras, as quais foram: Aipim Pretinho, Pesagro, IAC 12, Zumbi e BR Rosinha (Tabela 5). Por outro lado, a variedade Gema de Ovo apresentou-se mais escura, mais amarela e mais vermelha.

É interessante observar na Tabela 5 que apenas cinco variedades de raízes de mandioca apresentaram polpa crua com valores positivos de a , correspondentes ao vermelho, que foram: Cacau Violeira, Viçosa Martinha, BR Gema de Ovo, Fécula Branca e BR Eucalipto. Apenas a polpa desta última variedade passou a apresentar coloração verde depois de cozida. As demais raízes mantiveram a mesma coloração quando cozidas, geralmente, aumentando a intensidade.

Embora se tenha encontrado altas correlações entre alguns dados instrumentais da mandioca entre si, poucos se correlacionam com as medidas sensoriais, não representando, assim, bons índices das respostas hedônicas (Tabela 3). Podem-se destacar as correlações entre os parâmetros L da casca e aceitação da aparência (-0,75), b da casca e aceitação da aparência (-0,83) e intenção de compra x tempo de cozimento (-0,52). Esta conclusão é contrária à de Padonou et al. (2005), de que a avaliação instrumental da cor das raízes de mandioca cozida possa ser utilizada como ferramenta para triagem da qualidade das cultivares. Esses pesquisadores avaliaram a qualidade de 20 raízes de mandioca quanto à caracterização instrumental de cor e textura, bem como suas relações com propriedades físico-químicas e sensoriais.

Tabela 5 – Parâmetros *L*, *a*, *b* de Hunter das raízes de mandioca avaliadas – casca e polpas cruas e cozidas

Variedade	Sistema <i>L</i> , <i>a</i> e <i>b</i> de Hunter ¹								
	<i>L</i> _{cas}	<i>L</i> _{cru}	<i>L</i> _{coz}	<i>a</i> _{cas}	<i>a</i> _{cru}	<i>a</i> _{coz}	<i>b</i> _{cas}	<i>b</i> _{cru}	<i>b</i> _{coz}
Aipim Pretinho	36,32 ^{cd}	90,33 ^a	62,86 ^{ab}	6,92 ^a	-0,71 ^{cde}	-1,71 ^d	10,13 ^c	12,53 ^{cd}	14,53 ^c
Vermelho Alagoano	38,76 ^{cd}	90,00 ^{ab}	63,39 ^{ab}	7,44 ^a	-0,75 ^{cde}	-1,83 ^d	11,14 ^c	12,63 ^{cd}	11,41 ^{cd}
Pesagro	39,25 ^{cd}	90,38 ^a	63,14 ^{ab}	8,01 ^a	-0,37 ^{cd}	-1,63 ^{cd}	11,12 ^c	12,32 ^{cd}	13,81 ^{cd}
Cacau Violeta	36,47 ^{cd}	87,93 ^{ef}	63,43 ^{ab}	6,49 ^a	1,79 ^b	2,42 ^{ab}	9,68 ^c	17,23 ^b	23,39 ^a
IAC 12	34,05 ^{cd}	90,60 ^a	68,85 ^{ab}	6,19 ^a	-1,16 ^{cde}	-2,20 ^d	9,61 ^c	10,72 ^{ef}	11,71 ^{cd}
Amarelo Barcelos	32,28 ^d	90,09 ^{ab}	64,14 ^{ab}	8,13 ^a	-1,42 ^{de}	-2,25 ^d	10,36 ^c	11,90 ^d	10,88 ^d
Zumbi	39,04 ^{cd}	90,24 ^a	62,22 ^b	6,67 ^a	-0,52 ^{cde}	-1,29 ^{cd}	10,73 ^c	11,87 ^{de}	14,87 ^{bc}
Viçosa Martinha	35,66 ^{cd}	88,77 ^{de}	63,12 ^{ab}	8,18 ^a	1,09 ^c	1,28 ^b	11,34 ^c	17,56 ^b	21,84 ^a
BR Gema de Ovo	36,89 ^{cd}	87,17 ^f	61,63 ^b	6,60 ^a	2,99 ^a	2,84 ^a	10,12 ^c	20,42 ^a	25,31 ^a
IAC 15	37,85 ^{cd}	89,21 ^{bcd}	63,06 ^{ab}	6,58 ^a	-0,65 ^{cde}	-1,31 ^{cd}	10,17 ^c	11,78 ^{de}	12,13 ^{cd}
Br Eucalipto	40,80 ^c	89,03 ^{cd}	64,25 ^{ab}	7,37 ^a	1,50 ^b	-1,16 ^{cd}	11,92 ^{bc}	17,92 ^b	12,30 ^{cd}
IAC Caapora	49,76 ^b	89,80 ^{abc}	61,81 ^b	6,56 ^a	-0,78 ^{cde}	-0,54 ^c	14,58 ^{ab}	13,40 ^c	18,22 ^b
BR Rosinha	36,32 ^{cd}	90,66 ^a	65,93 ^{ab}	8,15 ^a	-1,47 ^e	-1,73 ^d	11,13 ^c	10,44 ^f	12,35 ^{cd}
Fécula Branca	39,25 ^{cd}	87,98 ^{ef}	62,99 ^{ab}	6,20 ^a	1,52 ^b	2,37 ^{ab}	10,30 ^c	21,19 ^a	24,83 ^a
IAC Espeto	57,64 ^a	89,88 ^{abc}	71,69 ^a	5,79 ^a	-0,49 ^{cd}	-1,83 ^d	15,72 ^a	12,12 ^d	13,64 ^{cd}
IAC 13	55,40 ^{ab}	88,46 ^{de}	62,52 ^{ab}	6,50 ^a	-0,94 ^{cde}	-1,29 ^{cd}	15,38 ^a	11,64 ^{de}	13,54 ^{cd}

¹ Médias de três mensurações; Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p < 0,05$, segundo o teste HSD de Tukey; cas: casca da raiz de mandioca; cru: polpa da raiz crua; coz: polpa da raiz cozida. *L*: luminosidade, $L = 0$, preto; $L = 100$, branco; $a > 0$, vermelho; $a < 0$, verde; $b > 0$, amarelo; $b < 0$, azul.

Quando a análise fatorial e de agrupamentos foi realizada, observou-se a formação de três grupos distintos das variedades de raízes de mandioca (Figura 2), considerando como variáveis resposta os três primeiros fatores que somavam 88% da variância explicada. Uma vez que o fator 1 representou as características de cor (*aco*, *bco*, *acru*, *bcru*, *Lcru*) das mandiocas cruas e cozidas, e o fator 3 representou as características de cor da casca e textura das mandiocas cozidas (*Lcas*, *bcas*, *texcoz*, *tcoz*), observou-se diferença significativa desses dois fatores na análise fatorial ($p < 0,05$). Entretanto, o fator 2, que correspondeu às características sensoriais de sabor, cor, textura e intenção de compra, não apresentou diferença significativa na análise fatorial ($p < 0,05$), ou seja, não discriminou as variedades analisadas.

Conforme ilustrado na Figura 2, o primeiro grupo ficou composto pelas variedades Cacau Violeta, Viçosa Martinha, BR Gema de Ovo e Fécula Branca. Este grupo se caracterizou por apresentar valores altos de amarelo, valores positivos de vermelho, tanto quando estas variedades se encontravam cruas ou cozidas. Essas variedades apresentaram também valores mais baixos de *L* quando as raízes se encontravam cruas. Assim, essas variedades, quando cruas, eram mais escuras que as demais variedades.

O segundo grupo, formado pelas variedades IAC Caçapora, IAC Espeto e IAC 13, caracterizou-se por apresentar altos valores de *L* e *b* da casca, do tempo de cozimento e de valores de resistência ao corte das raízes cozidas. Ou seja, neste grupo ficaram as mandiocas mais firmes, mais amarelas e mais claras.

Finalmente, o terceiro grupo, formado pelas demais variedades (Aipim Pretinho, Vermelho Alagoano, Pesagro, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, IAC 15, BR Eucalipto e BR Rosinha), que obtiveram maiores médias de aceitação do sabor, da textura, da aparência e de intenção de compra. Essas variedades também apresentaram as menores médias dos parâmetros *L*, *a* e *b* das polpas cruas e *b* das polpas cozidas. Além disso, cabe observar que neste grupo, encontra-se a variedade BR Rosinha que apresentou a maior média de aceitação de sabor, textura, cor e intenção de compra, maior média de *L* e menores valores de *a* e *b* da polpa crua.

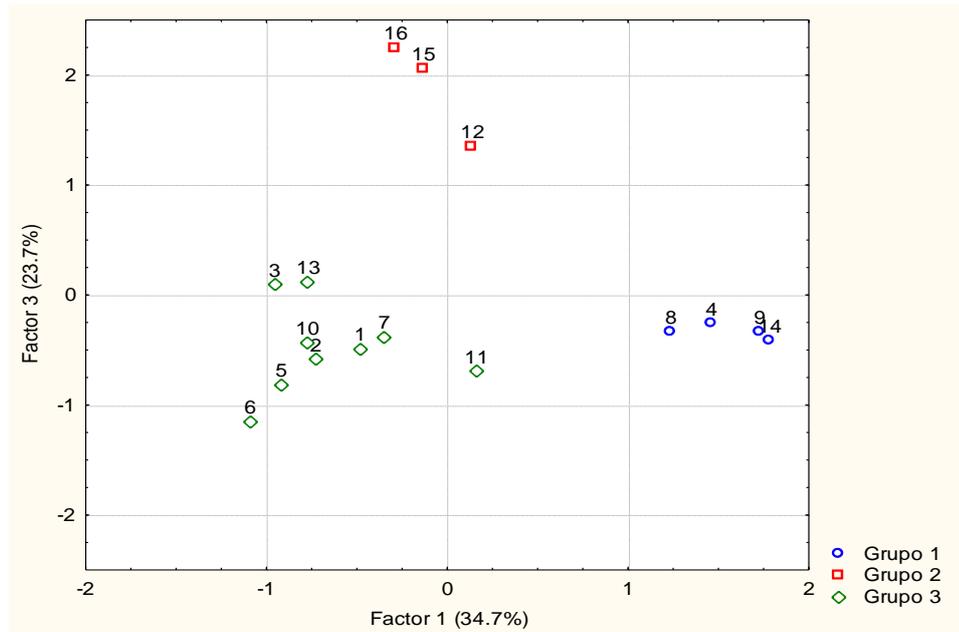


Figura 2 – Representação gráfica da análise fatorial e de agrupamentos das medidas sensoriais, instrumentais de cor e textura e tempo de cozimento das variedades de raízes de mandioca avaliadas (1 – Aipim Pretinho; 2 - Vermelho Alagoano; 3 – Pesagro; 4 - Cacau Violeta; 5 - IAC 12; 6 - Amarelo Barcelos; 7 – Zumbi; 8 - Viçosa Martinha; 9 - BR Gema de Ovo; 10 - IAC 15; 11 - BR Eucalipto; 12 - IAC Caapora; 13 - BR Rosinha; 14 - Fécula Branca; 15 - IAC Espeto; 16 - IAC 13).

Considerando os critérios de seleção (item 3.1.2.5) e os resultados obtidos, as variedades selecionadas para avaliação em um segundo experimento foram: **BR Rosinha, Vermelho Alagoano, Fécula Branca, IAC 12, Viçosa Martinha e BR Gema de Ovo**. Apenas esta última não resultou em bom desempenho nas avaliações hedônicas, bem como obteve tempo de cozimento superior a 30 minutos. No entanto, esta variedade foi selecionada por apresentar-se resistente à bacteriose e com baixo tempo de cozimento das raízes em colheitas precoces, realizadas em testes preliminares na região noroeste fluminense.

Em complementação, com relação à variedade Vermelho Alagoano, não se tinha informações a respeito da sua produtividade por ser de cultivo regional. Por outro lado, de acordo com a literatura ou por meio de testes preliminares, se obteve conhecimento de que nas outras cinco variedades a produtividade situava-se entre 24,3 t/ha e 58,3/ha, acima da média nacional, que é igual a 13,8 t/ha segundo o IBGE (2009).

3.1.4. CONCLUSÕES

Conclui-se que, quando colhidas aos onze meses após cultivo na região noroeste fluminense, as variedades Aipim Pretinho, Vermelho Alagoano, Cacau Violeta, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, BR Rosinha e Fécula Branca, apresentaram boa aceitação entre os consumidores em todos os atributos hedônicos avaliados, correspondendo a bons potenciais de raízes de mandioca para consumo de mesa. As variedades IAC Caapora e IAC Espeto, as mais claras e amarelas, mostraram-se com baixa aceitação pelos consumidores com relação à aparência da raiz inteira com casca. Assim, sugere-se que essas raízes sejam comercializadas sem a casca.

Embora se tenha encontrado altas correlações entre alguns dados instrumentais da mandioca, estes não representam bons índices das respostas hedônicas por terem ocorrido poucas e baixas correlações significativas entre essas medidas e as respostas sensoriais.

Adicionalmente, a análise de agrupamentos permitiu a segmentação de três grupos de raízes de mandioca de características distintas, a saber: o primeiro agrupou as variedades de polpa com coloração amarela, o segundo, aquelas de coloração da casca mais clara e de menor aceitação da aparência; e o terceiro, as raízes que se destacaram na avaliação da aceitação sensorial. A análise estatística multivariada veio a complementar e facilitar a interpretação dos resultados deste experimento, principalmente por ter envolvido avaliação de grande quantidade de amostras e medidas.

Estudos complementares devem ser realizados a fim de investigar se os resultados encontrados nesta pesquisa se mantêm para outros períodos de colheita. Assim, as variedades Aipim Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha, BR Rosinha, BR Gema de Ovo e Fécula Branca foram selecionadas para uma próxima etapa de pesquisa.

3.1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R.M.L., Grossmann, M.V.E. (2002) Parâmetros de estrusão para produção de "snacks" de farinha de cará (*Dioscorea alata*). *Ciênc. Technol. Aliment*, v.22, n.1, p. 32-38.

- Brasil, Ministério da Saúde (1996) Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS Sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo seres humanos. *Diário Oficial da União*, 10 de outubro.
- Borges, M.F., Fukuda, W.M.G., Rossetti, A.G. (2002) Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 37, n.11, p. 1559-1565.
- Brumovsky, L.A., Hartwig, V.G., Horianski, M. (2008) Evaluación instrumental de propiedades sensoriales en raíces de mandioca preservadas por tecnología de obstáculos. *Revista de Ciencia e Tecnología*, nº 10.
- Carvalho, A.V., Seccadio, L.L., Ferreira, T.F. (2010) Obtenção e avaliação físico-química e sensorial de "chips" de mandioca submetidos a pré-tratamentos *Rev. Ciências Agrárias*, v.53, n.2, p.182-187.
- Carvalho, A.V., Seccadio, L.L., Souza, T.C.L., Ferreira, T.F., Abreu, L.F. (2011) Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 29, n. 2.
- Carvalho, P.C.L. de, Fukuda, W.M.G., Cruz, P.J. Costa, J.A. (1995) Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo "in natura". *Revista Brasileira de Mandioca*, v.14, p.7-16.
- Costa, M.G.S. (2005) *Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração*. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-colheita) – Campinas – SP, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 58p.
- Fontes, P.S.F. (2002) *Adubação nitrogenada e avaliação de cultivares de banana (Musa spp.) no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 64p.
- Fukuda, W.M.G., Borges, M. de F. (2006) Variedades. In: SOUSA. L.S.; FARIAS. A.R.N.; MATTOS. P.L.P. FUKUDA. W.M.G. *Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2006. cap. 15. p.433-454.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. (2009). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em 16 de janeiro de 2012.
- Karam, L.B., Grossmann, M.V.E., Silva, R.S. S. F. (2001) Misturas de farinha de aveia e amido de milho com alto teor de amilopectina para produção de "snacks". *Ciênc. Tecnol. Aliment*, v.21, n.2, p. 158-163.
- Lorenzi, J.O. (2003) *Mandioca*. 1ª ed. Campinas. CATI, (Boletim Técnico, n.245), 116p.
- Lorenzi, J.O. (1994) Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia*. Campinas. v.53, n.2, p.237-245.

- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. (2006) *Sensory Evaluation Techniques*. 4^a ed. CRC Press. Boca Raton. 448 p.
- Mezette, T.F., Carvalho, C.R.L., Morgano, M.A., Silva, M.G., Parra, E.S.B., Galera, J.M.S.V., Valle, T.L. (2009) Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia*. Campinas, v.68, n.3, p.601-609.
- Padonou, W., Mestres, C., Nago, M.C. (2005) The quality of boiled cassava roots: instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. *Food Chemistry*, n.89, p.261–270.
- Rimoldi, F., Vidigal Filho, P.S., Vidigal, M.C.G., Clemente, E., Pequeno, M.G., Miranda, L., KVITSCHAL, M.V. (2006) Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de mandioca de mesa coletadas no Estado do Paraná. *Acta Scientia Agraria*, v.28, n.1, p.63-69.
- SAS® Statistical Analysis System. (2003) SAS Institute Inc.. SAS User's Guide. Cary. USA: SAS Inst.
- Valduga, E., Tomicki, L., Witschinski, F., Colet, R., Peruzzolo, M., Ceni, G.C. (2011) Avaliação da aceitabilidade e dos componentes minerais de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) após a cocção. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 205-210.
- Villanueva, N.D.M., Petenate, A.J., Silva, M.A.A.P. (2005) Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference*.v.16, p.691–703.
- Villanueva, N.D.M., Silva, M.A.A.P. (2009) Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Quality and Preference*. v.20, p.1–12.
- Welch, R.M., Graham, R.D. (2002) Breeding crops for enhanced micronutrient content. *Plant and Soil*, v. 245, n.1, p. 205-214.
- Wheatley, C., Gomez, G. (1985) Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*. The Hage. v.35, n.2, p. 121-129.
- Zinsou, V., Wydra, K., Ahohuendo, B., Hau, B. (2005) Genotype x environment interactions in symptom development and yield of cassava genotypes with artificial and natural cassava bacterial blight infections. *European Journal of Plant Pathology*, v.111, n.3, p. 217-233.

3.2. AVALIAÇÃO DE RAÍZES DE MANDIOCA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA

EVALUATION OF CASSAVA ROOTS ON DIFFERENT HARVEST TIME

Simone Vilela Talma¹, Selma Bergara Almeida¹, Karla Ferreira Silva¹, Henrique Duarte Vieira¹

¹Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Avenida Alberto Lamego, 2000, CEP: 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, Telefone: (22) 2739-6725, Fax: (22) 2739-7194, E-mail: sbergara@uenf.br.

RESUMO

A colheita de mandioca de mesa é realizada precocemente, com um ciclo vegetativo (com 6 a 14 meses de cultivo), quando a planta apresenta raízes menos fibrosas e com melhores qualidades culinárias e sensoriais quando comparadas a colheitas realizadas com dois ciclos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação sensorial de raízes de seis variedades de mandioca consideradas mansas, em diferentes épocas de colheita, verificando a adaptação das plantas à região noroeste fluminense, bem como conhecer aspectos físicos, da composição química e de pós-colheita das raízes. Do sétimo ao décimo mês

após o plantio, raízes de mandioca foram colhidas mensalmente e avaliadas quanto a produtividade bruta e de raízes comerciais, a dificuldade de se retirar o córtex, tempo de cozimento, proporção de água absorvida, densidade, umidade, teores de amido, amilose, amilopectina, pectina, sódio e potássio. Avaliações da aceitação sensorial do sabor, textura e impressão global das raízes cozidas, bem como da aparência das raízes inteiras com casca, foram realizadas por 54 consumidores de mandioca por meio de escala hedônica híbrida de 10 cm. ANOVA, teste de Tukey e análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$) foram realizados. As variedades Vermelho Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha e BR Rosinha, apresentaram boa aceitação entre os consumidores, bem como características pós-colheita e tempo de cozimento adequados, mostrando bom potencial para consumo de mesa. Contudo, com exceção da BR Rosinha, estas variedades obtiveram baixas produtividades. As demais variedades, apesar da alta produtividade, não foram tão bem aceitas pelos consumidores, como por exemplo, a BR Gema de Ovo, com maior produtividade.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, medidas físicas, análises químicas, tempo de cozimento, aceitação sensorial.

ABSTRACT

The harvest of cassava roots for direct consumption is performed early, with one growth cycle (6 to 14 months of culture), when the plant has less fibrous roots, better cooking time and sensory qualities when compared to roots taken in two cycles. The objective of this study was to evaluate the sensory acceptability of six varieties of cassava roots, which are considered for direct consumption, in different harvesting times, verifying the adaptation of the plants to the northwest part of Rio de Janeiro state, as well as to know the physical, chemical composition and post-harvesting aspects of the roots. From the seventh to the tenth month after the plantation, cassava roots were harvested monthly and were evaluated for gross productivity and commercial roots and also regarding to the difficulty in removing the cortex, cooking time, water absorption proportion, bulk density, moisture, starch level, amylose, amylopectin, pectin, sodium and potassium content. Evaluation of sensory acceptability of flavor, texture and overall impression of cooked roots, as well as of the

appearance of the whole roots with peels which was conducted by 54 consumers of cassava using a hybrid hedonic scale of 10 cm. GLM, LSMEANS and PDIFF were carried out for hedonic responses, and ANOVA, Tukey test and Pearson correlation analysis ($p < 0.05$) were performed. The varieties Vermelho Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha and BR Rosinha showed good acceptance by consumers, as well as suitable post-harvest and cooking time characteristics, showing good potential for direct consumption. However, with the exception of BR Rosinha, these varieties had low productivity levels. In spite of the high productivity rates, the other varieties, such as the BR Gema de Ovo, with the highest productivity level, were not well accepted by the consumers.

Keywords: *Manihot esculenta*, harvest time, cooking time.

3.2.1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição na produção mundial de mandioca, produzindo cerca de 25,9 milhões de toneladas/ano, perdendo somente para a Nigéria (44,9 milhões de toneladas/ano) e Tailândia (27,7 milhões toneladas/ano) (FAO, 2008). Além disso, no ano de 2007, o país destacou-se pelo alto consumo *per capita* (46,4 Kg/habitante/ano) desse alimento, enquanto o consumo *per capita* mundial foi de apenas 16,5 Kg/habitante/ano (FAO, 2011).

A literatura científica, tanto nacional como internacional, preconiza claramente quais são as características de uma boa variedade de mandioca de mesa: arquitetura favorável (elevada altura da primeira ramificação); resistência a pragas e doenças; cocção inferior a 30 minutos; elevada qualidade culinária (sabor, baixo teor de fibras, palatabilidade, entre outras características); presença de pedicelo (fio fibroso) nas raízes; baixo teor de ácido cianídrico; baixa deterioração pós-colheita; raízes lisas (sem cintas); pedúnculo curto nas raízes; ramos com pequena distância entre os nós; maioria das raízes com tamanho comercial; e raízes bem distribuídas (facilidade de separação da cepa). Há controvérsias sobre a presença ou não de película externa e sobre sua cor (Fukuda *et al.*, 2006; Zinsou *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2002; Welch e Graham, 2002; Carvalho *et al.*, 1995). Algumas dessas características são determinadas durante o preparo ou consumo da raiz.

Na prática, a mandioca de mesa é normalmente avaliada pelo conteúdo de cianeto total e pelo grau de cozimento, embora Cereda *et al.* (1990) julguem esses critérios discutíveis.

Mesmo a mandioca não apresentando época de colheita bem definida, os próprios agricultores estabelecem os períodos mais apropriados para efetuarem a colheita da planta. Esses períodos são naturalmente indicados pelas oscilações de várias características relativas à produtividade da planta e à qualidade das raízes durante os meses de cultivo (Benesi *et al.*, 2008; Conceição, 1981). De fato, há vários estudos que comprovam a influência da idade da planta durante a colheita sobre a produtividade de raízes tuberosas, a produção da parte aérea, dentre outras características agrônômicas. Da mesma forma, pesquisas revelam o efeito desse fator sobre a qualidade das raízes, como os teores de amido e de matéria seca das raízes, além do tempo de cozimento. (Oliveira e Moraes, 2009; Benesi *et al.*, 2008; Ponte, 2008; Oliveira, 2007; Feniman, 2004; Aguiar, 2003; Sagrilo *et al.*; 2002 citado por Andrade, 2010; Fukuda e Borges, 1990).

Excetuando as regiões onde ocorrem precipitações pluviométricas durante todo o ano, a melhor época de colheita, considerando o estágio fisiológico, encontra-se no período em que as plantas apresentam-se total ou parcialmente desfolhadas, antes que se iniciem as novas brotações. Nestes períodos, em consequência do maior acúmulo de fotoassimilados decorrente do encerramento do ciclo vegetativo, as raízes encontram-se com maior teor de matéria seca e amido, propiciando maiores produtividades (Aguiar, 2003). Desta forma, conforme a região, uma mesma variedade pode ter épocas de colheita ótimas distintas.

Segundo a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP (CEAGESP, 2011), normalmente, a sazonalidade da mandioca comercializada no Estado é caracterizada da seguinte forma: entre os meses de janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro como fraco; entre março, abril e setembro como médio; e forte entre maio, junho, julho e agosto.

Entretanto, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, as colheitas são realizadas durante o ano todo para atender ao consumo e à comercialização nas feiras livres (Mattos, 2002).

Adicionalmente, outro fator que determina a época de colheita adequada é a precocidade da cultivar utilizada, que pode ser traduzida como a capacidade de permitir colheitas precoces com bons rendimentos quando comparados a outras

cultivares que só permitem colheitas econômicas mais tardiamente (Lorenzi, 2003).

A colheita de mandioca de mesa é realizada precocemente, com um ciclo vegetativo, ou seja, com 6 a 14 meses de cultivo, quando a planta apresenta raízes menos fibrosas e com melhores qualidades culinárias e sensoriais quando comparadas a colheitas realizadas com dois ciclos (Lorenzi e Dias, 1993; Dias e Martinez, 1986; Pereira *et al.*, 1985).

O conhecimento do período mais favorável para a colheita das raízes de mandioca é importante para o produtor, por possibilitar melhor uso da área agrícola e obtenção de produtos de maior qualidade (Ponte, 2008). Pois, quando são colhidas muito cedo, ocorre a redução na produtividade, acarretando perda uma vez que a variedade não atingiu seu nível máximo de acúmulo de matéria seca em raízes (caráter relacionado com o teor de amido). Por outro lado, se colhidas tardiamente, há perda na qualidade, com desenvolvimento de raízes fibrosas e redução do teor de amido, além de se manter a área ocupada por um tempo superior ao necessário (Benesi *et al.*, 2008).

Nesse sentido, verifica-se que a introdução de variedades de raízes de mandioca em determinada região, seja para uso agroindustrial ou para consumo direto pelo consumidor, deve ser precedida do conhecimento do seu comportamento diante das condições locais, sobretudo em função da época de colheita, visto que o desconhecimento deste comportamento pode, muitas vezes, levar o produtor a colher a planta em períodos desfavoráveis (Sagrilo *et al.*, 2002 citado por Andrade, 2010).

A mandioca é cultivada em todos os municípios da região Norte Fluminense, expandindo-se à região noroeste. Nestas regiões, caracteriza-se como uma cultura de subsistência, praticada principalmente por pequenos produtores. Assim, observa-se uma demanda na indicação de variedades que melhor se adaptam nestas regiões, como também que se conheça o(s) melhor(es) período(s) de colheita em que apresentem boa produtividade e qualidade sensorial segundo a opinião dos consumidores.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação sensorial de raízes de seis variedades de mandioca consideradas mansas, em diferentes épocas de colheita, verificando-se a adaptação das plantas à região noroeste fluminense, bem como seus aspectos físicos, sua composição química e

características pós-colheita destas raízes.

3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos Setores de Análise Sensorial e de Nutrição e Análise de Alimentos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

Seis variedades de mandioca - Fécula Branca, IAC 12, BR Rosinha, Vermelho Alagoano e Viçosa Martinha, BR Gema de Ovo -, selecionadas em experimento prévio, foram provenientes de cultivo na Estação Experimental da UENF-RJ, na ilha Barra do Pomba, no município de Itaocara, Rio de Janeiro, localizada na região noroeste fluminense, situada a 21°39'12" de latitude sul e 42°04'36" longitude oeste e a 60 m de altitude (Fontes, 2002).

As variedades foram colhidas uma vez por mês no sétimo, oitavo, nono e décimo mês após o plantio (junho a setembro/2011). A cada período de estudo, foram colhidas aleatoriamente duas a três plantas de mandioca (APÊNDICE 5). Desta forma, mensalmente, as seguintes variáveis foram avaliadas nas raízes de mandioca: produtividade das raízes no campo, características pós-colheita; densidade das raízes; tempo de cozimento; absorção de água durante cozimento; características químicas e aceitação sensorial das raízes cozidas. As metodologias utilizadas estão descritas nos itens que se seguem.

Por envolver experimentação com seres humanos (avaliação sensorial), esta pesquisa foi avaliada e aprovada por Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Campos por meio do parecer nº 340/2004 (Registro nº461667).

3.2.2.1. Estimativa da Produtividade e Avaliação Pós-colheita

A cada período de colheita, as raízes foram pesadas para obtenção da produtividade de raízes brutas (t/ha). Foi então realizada a classificação das raízes, segundo critério praticado pela Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2011), ou seja, tamanho entre 4 a 7cm de

diâmetro da raiz, independente do comprimento, visando o cálculo da produtividade de raízes comerciais, em t/ha, e respectiva proporção. Em seguida, foram higienizadas em solução aquosa de hipoclorito a 1mL/L, descascadas e as seguintes variáveis foram avaliadas: dificuldade de se retirar a entrecasca, rendimento das raízes após descascamento (kg raiz descascada/kg raiz *in natura*).

Para se avaliar a dificuldade de se retirar a entrecasca (córtex) foi desenvolvida uma escala contendo as categorias definidas conforme a seguinte descrição:

- ✓ Pouca (dificuldade): fácil desprendimento do córtex da raiz por meio de apenas um corte com a faca;
- ✓ Média (dificuldade): desprendimento do córtex da raiz com moderada dificuldade, sendo necessário proceder a mais de um corte com a faca para retirá-lo;
- ✓ Muita (dificuldade): difícil desprendimento do córtex da raiz, sendo necessário o uso constante da faca até o término do descascamento.

3.2.2.2. Avaliação de densidade

A densidade foi determinada imergindo-se a raiz de mandioca crua descascada em um líquido inerte de densidade conhecida (água). O volume da massa conhecida da amostra foi determinado a partir do volume do fluido deslocado pela amostra submersa (Cecchi, 2003).

3.2.2.3. Determinação do tempo de cozimento

Após serem lavadas as raízes foram cortadas em pedaços de 3 cm de comprimento longitudinal e o tempo de cozimento foi determinado após o início da fervura da água, utilizada na proporção de 1:10 (mandioca:água). As mandiocas foram consideradas cozidas quando ofereceram pouca resistência à penetração pelo garfo, verificadas sempre pelo mesmo pesquisador (adaptado de Borges *et al.*, 2002).

3.2.2.4. Determinação da absorção de água

As raízes de mandioca foram pesadas antes e após o cozimento à temperatura ambiente e a determinação da absorção de água foi realizada conforme a fórmula descrita abaixo:

$$\% \text{ de Água absorvida} = \frac{(\text{Massa raiz cozida} - \text{Massa raiz descascada crua})}{\text{Massa raiz descascada crua}} \times 100$$

3.2.2.5. Avaliação química

Por meio de análises químicas, quantificou os seguintes componentes nas raízes cozidas: umidade, teores de sódio, potássio, amido, amilose, amilopectina e pectina.

As análises foram efetuadas em amostras compostas de cada variedade, analisando-se duas amostras compostas de cada vez. Assim, para cada variedade, uma amostra composta era constituída por três raízes coletadas aleatoriamente e que eram provenientes de duas a três plantas de mandioca. As raízes foram cozidas conforme descrição apresentada no item 3.2.2.3., homogeneizadas e alíquotas separadas para cada análise.

3.2.2.5.1. Umidade

A determinação da umidade foi realizada em triplicata, pesando 5g das raízes cozidas. Utilizou-se o método de secagem em estufa a 105°C até se obter peso constante de acordo com o Método 925.23 da AOAC (1995).

3.2.2.5.2. Teores de Sódio e Potássio

As amostras foram preparadas por meio de oxidação da matéria orgânica por via úmida. Cinco gramas de raiz de mandioca cozida foram pesados e transferidos para erlenmeyer de 125 mL. Em seguida, foram adicionados 15 mL de ácido nítrico (HNO₃) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₄). Os erlenmeyers foram levados a chapas de aquecimento, observando-se inicialmente eliminação de fumaça marrom em função da degradação da matéria orgânica. Na fase final

do aquecimento, foi adicionado H₂O₂ em substituição ao ácido perclórico. Observou-se eliminação de fumaça branca por evaporação do ácido utilizado, confirmando, assim, a eliminação da matéria orgânica. As amostras foram diluídas para 50 mL com água deionizada (Ferreira *et al.*, 2004).

Os teores de sódio e potássio foram determinados por fotometria por emissão de chama (Ferreira *et al.*, 2004).

3.2.2.5.3. Amido

A determinação de amido foi realizada por meio de hidrólise ácida (IAL, 2008). Pesou-se 5 g de amostra e com o auxílio de 200 mL de água, transferiu-se a amostra para um Erlenmeyer de 500 mL. Adicionou-se 1 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 10% e colocou em autoclave a 121°C por 1 hora. Após esfriar, adicionou-se 10 mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado e aqueceu-se novamente em autoclave (1atm) por 30 minutos. Depois do esfriamento, neutralizou-se a solução com NaOH 40%, filtrando-a em papel de filtro seco e transferindo o filtrado a solução para balão volumétrico de 500 mL, completando o volume com água destilada. Em seguida, a solução filtrada foi transferida para uma bureta de 25 mL.

Em paralelo, transferiu-se para um balão de titulação de Fehling de 250 mL com auxílio de pipetas, 10 mL de cada uma das soluções de Fehling (A e B) preparadas um dia antes da realização das análises. Adicionou-se 40 mL de água destilada, aquecendo a solução até a ebulição. Adicionou-se, gota a gota, a solução da bureta até que ficasse levemente azulada. Mantendo a ebulição, adicionou duas gotas da solução de azul de metileno a 1% e continuou a titulação até a descoloração do indicador de forma que no fundo do frasco ficasse um resíduo vermelho. Vale ressaltar que a titulação ocorreu no menor tempo possível após a adição do azul de metileno.

A quantificação do amido foi realizada de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{Cálculo} = \frac{100 \times A \times a \times 0,9}{P \times V}$$

Sendo: A = nº de mL da solução de P g da amostra; P = nº de g da amostra; V = nº de mL da solução gasto na titulação; a = nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling.

3.2.2.5.4. Amilose

A amilose foi determinada por método colorimétrico, conforme descrito por Martinez e Cuevas (1989), com adaptações. Uma amostra de 100 mg foi transferida para balão volumétrico de 100 mL, sendo acrescida de 1 mL de álcool etílico 96% GL e 9 mL de solução de NaOH 1 g/L e colocada em banho-maria a 100°C por 10 minutos, sendo resfriada durante 30 minutos e o volume completado com água destilada. De cada amostra, foi retirada uma alíquota de 5 mL e transferida para balão volumétrico de 100 mL, ao qual foi adicionado 1 mL de ácido acético 1 g/L e 2 mL de solução de iodo 2% (g/100mL) preparada três horas antes da análise, sendo, então, completado o volume de cada balão volumétrico com água destilada.

Para a construção da curva padrão foram utilizados 40 mg de amilose pura de batata (*Sigma*) submetidos ao mesmo procedimento das amostras de mandioca cozida. Do balão, alíquotas de 1, 2, 3, 4, e 5 mL foram retiradas e acrescidas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 mL de ácido acético e de 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2 mL de iodo, respectivamente, completando o volume de cada balão com água destilada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro Shimadzu modelo UVmini - 1240 a 610 nm.

3.2.2.5.5. Amilopectina

O teor de amilopectina foi determinado subtraindo o teor de amilose de 100%, conforme a fórmula: % amilopectina = 100 - % amilose.

3.2.2.5.6. Pectina

O teor de pectina foi determinado em 0,2 g de amostra seca (após determinação de umidade, seguida por trituração e passada por tamis de 30 mesh), com base no teor de ácido galacturônico, após hidrólise enzimática, de acordo com os procedimentos de McCready e McComb (1952) e Bitter e Muir (1962).

Os procedimentos foram realizados conforme descritos abaixo:

Marcha de extração: Pesou-se 0,2 g de amostra seca em tubo para centrífuga,

adicionando-se 5 ml de álcool etílico 95%. A mistura foi centrifugada a 4500 rpm por 30 minutos. Descartou-se o sobrenadante, transferindo o precipitado em erlenmeyer de 250 ml com auxílio de 40 ml da solução versene. Em seguida, o pH foi ajustado para 11,5 com NaOH 1N e o material foi mantido em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente. O pH foi reduzido para 5,5 com ácido acético. Adicionou-se solução de pectinase, agitando por 1 hora em rotação de 120 rpm. Efetuou-se a filtração em papel de filtro comum e completou-se o volume para 50 mL com H₂O destilada. Pegou-se alíquota de 2 mL, completando o volume para 25 mL com H₂O destilada. Alíquota de 1 mL foi adicionada na solução de H₂SO₄ que estava no gelo.

Marcha da determinação: Colocou-se 5 mL de solução de H₂SO₄ em tubo de ensaio de 25 mL no gelo. Adicionou-se cuidadosamente 1 mL de amostra da solução de 25 mL (anterior), deixando reagir por 15 minutos. O branco foi preparado utilizando 1mL de H₂O destilada mais 5 mL de H₂SO₄ e 0,2 mL de carbazol. Os tubos foram aquecidos em banho à temperatura de 90° C por 10 minutos e, em seguida, resfriados à temperatura ambiente. Adicionou-se 0,2 mL de solução de carbazol, agitaram-se os tubos, aqueceu-se novamente por 15 minutos em banho a 90° C, resfriando novamente à temperatura ambiente. Efetuou-se a leitura em espectrofotômetro a 530 nm.

Curva padrão: pesou-se 250 mg de ácido galacturônico, que foram dissolvidos em 250 mL de H₂O destilada (solução 1000 ppm). Da solução anterior, preparou-se soluções de 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 100 ppm e submeteram aos procedimentos da marcha de determinação.

3.2.2.6. Aceitação sensorial

A aceitação das seis raízes de mandioca foi avaliada por 54 consumidores com relação a impressão global, sabor, textura das polpas cozidas e aparência da raiz inteira com casca. Para as avaliações da aceitação foi utilizada a escala hedônica híbrida de 10 cm (Villanueva e Silva, 2009; Villanueva *et al.*, 2005).

Os consumidores do teste sensorial foram alunos, funcionários e professores da UENF que responderam à divulgação realizada na Universidade e ao questionário de recrutamento (APÊNDICE 2), que continha o objetivo e condições de realização da pesquisa. Participaram da pesquisa aqueles

indivíduos que atenderam aos seguintes critérios: possuía idade entre 18 e 50 anos, gostava de raiz de mandioca cozida em grau igual ou superior a moderadamente e apresentava interesse em participar no teste. Assim, o participante assinou o documento expressando sua concordância em participar voluntariamente da pesquisa, atendendo às exigências da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 1996).

As amostras da polpa cozida foram preparadas conforme descrição apresentada no item 3.2.2.3. As avaliações da polpa cozida foram realizadas em cabines individuais, usando luz incandescente vermelha, sendo as amostras apresentadas em pratos descartáveis brancos codificados com números aleatórios de três dígitos, servidas à temperatura ambiente (25°C) e seguindo delineamento de apresentação de amostras balanceado para minimização do efeito “*first-order carry-over*”, descrito por Macfie *et al.* (1989). Este efeito é aquele que a avaliação de uma amostra exerce sobre a avaliação da amostra subsequente. As avaliações da aceitação da aparência da raiz inteira com casca foram realizadas sob luz fluorescente branca. Água à temperatura ambiente foi fornecida aos consumidores, sendo também seguidas as recomendações gerais para testes sensoriais descritas por Meilgaard *et al.* (2006).

3.2.2.7. Análises estatísticas

Os dados hedônicos foram submetidos aos procedimentos *General Linear Models* (GLM, $p < 0,05$), *least squares mean* (LSMEANS) e a opção PDIFF do SAS ($p < 0,05$), para comparação entre as médias das diferentes variedades obtidas em um mesmo período de avaliação, como entre as médias de uma mesma variedade entre as épocas de colheita distintas.

Análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$) foi realizada entre as medidas sensoriais, químicas e físicas.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS – Statistical Analysis System (2003), versão 9.3.

3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as médias de aceitação sensorial obtidas para as raízes de mandioca foram superiores a “nem gostei, nem desgostei” (5,0), ou seja, nenhuma variedade foi rejeitada pelos consumidores como mandioca de mesa. Há que se ressaltar que a maioria dos valores observados foi igual ou superior a 6,8, que pode ser considerada boa aceitação (Tabela 1).

A maior variabilidade ($p < 0,05$) entre as raízes de mandioca foi observada para a aceitação da aparência: todas as variedades apresentaram diferenças significativas entre si neste atributo, em todas as épocas de colheita; e as médias de todas as variedades variaram significativamente entre as épocas de colheita, com exceção da Viçosa Martinha, sugerindo sua maior viabilidade comercial, inclusive com casca (Tabela 1).

As médias de aceitação das variedades foram similares ($p > 0,05$) entre si com relação à impressão global, quando colhidas entre o 7º mês e o 9º mês de plantio e dos atributos hedônicos sabor e textura, ao 7º mês (Tabela 1).

Nas demais avaliações hedônicas, as variedades Fécula Branca e BR Gema de Ovo foram aquelas que apresentaram o pior desempenho dentre as variedades pesquisadas, mesmo obtendo médias na região de aceitação da escala hedônica híbrida (Tabela 1).

Altas correlações de Pearson positivas (0,79 a 0,88; $p < 0,05$) foram observadas entre todos os atributos hedônicos avaliados para a polpa cozida, sugerindo que a avaliação da aceitação do sabor e da textura tem **a** influência sobre a aceitação da impressão global, bem como a aceitação do sabor sobre a textura.

As plantas das seis variedades apresentaram-se resistentes contra pragas e doenças durante os dez meses de cultivo. Entretanto, houve decréscimos acentuados das produtividades das variedades Fécula Branca, BR Rosinha, Viçosa Martinha e BR Gema de Ovo, entre o nono e o décimo mês de cultivo, os quais podem ter sido devido a fortes chuvas decorrentes no período de cultivo. Sendo assim, não foi possível garantir que essa redução da produtividade tenha sido peculiar da variedade ou em função dessa ocorrência.

Tabela 1 – Médias de aceitação sensorial das raízes de mandioca avaliadas

Variedade	Épocas de Colheita (Meses após o plantio)			
	7	8	9	10
	Impressão Global ^{1,2}			
Fécula Branca	6,5 ^{aAB}	6,7 ^{aAB}	7,3 ^{aA}	6,2 ^{Cb}
IAC 12	7,2 ^{aA}	6,9 ^{aA}	7,3 ^{aA}	7,5 ^{abA}
BR Rosinha	7,2 ^{aA}	6,9 ^{aA}	7,3 ^{aA}	7,4 ^{abA}
Vermelho Alagoano	6,6 ^{aA}	7,1 ^{aA}	7,2 ^{aA}	7,2 ^{bA}
Viçosa Martinha	7,1 ^{aB}	7,5 ^{aAB}	7,2 ^{aB}	8,0 ^{aA}
BR Gema de Ovo	6,7 ^{aA}	6,9 ^{aA}	6,9 ^{aA}	7,4 ^{abA}
	Sabor ^{1,2}			
Fécula Branca	6,3 ^{aA}	6,5 ^{bA}	6,6 ^{bcA}	5,7 ^{dA}
IAC 12	7,3 ^{aA}	7,1 ^{abA}	7,6 ^{aA}	7,5 ^{abcA}
BR Rosinha	6,8 ^{aAB}	6,6 ^{bB}	7,4 ^{aAB}	7,6 ^{abA}
Vermelho Alagoano	6,5 ^{aB}	7,1 ^{abAB}	7,5 ^{aA}	7,0 ^{bcAB}
Viçosa Martinha	7,2 ^{aAB}	7,7 ^{aA}	7,0 ^{abB}	8,0 ^{aA}
BR Gema de Ovo	6,4 ^{aAB}	6,6 ^{bAB}	6,2 ^{cB}	6,9 ^{cA}
	Textura ^{1,2}			
Fécula Branca	6,0 ^{aA}	6,0 ^{bA}	6,2 ^{cA}	5,5 ^{cA}
IAC 12	7,3 ^{aA}	7,0 ^{aA}	7,7 ^{aA}	7,3 ^{abA}
BR Rosinha	7,3 ^{aA}	7,0 ^{aA}	7,4 ^{aA}	7,6 ^{aA}
Vermelho Alagoano	6,1 ^{aB}	7,4 ^{aA}	7,2 ^{abA}	7,4 ^{abA}
Viçosa Martinha	7,2 ^{abc}	7,3 ^{aAB}	6,5 ^{bcC}	8,0 ^{aA}
BR Gema de Ovo	6,2 ^{abc}	7,0 ^{aA}	5,9 ^{cC}	6,8 ^{bAB}
	Aparência ^{1,2}			
Fécula Branca	5,5 ^{cB}	5,2 ^{dB}	6,5 ^{cA}	6,8 ^{bA}
IAC 12	6,2 ^{bcB}	7,7 ^{aA}	6,7 ^{cB}	7,8 ^{aA}
BR Rosinha	7,2 ^{abB}	7,9 ^{aA}	7,5 ^{bAB}	7,4 ^{abAB}
Vermelho Alagoano	7,4 ^{aB}	8,0 ^{aAB}	8,2 ^{aA}	7,3 ^{abB}
Viçosa Martinha	7,3 ^{abA}	7,1 ^{bA}	7,4 ^{bA}	7,0 ^{bA}
BR Gema de Ovo	5,5 ^{cB}	6,1 ^{cB}	6,7 ^{cA}	7,3 ^{abA}

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem significativamente a $p \leq 0,05$, segundo o procedimento LSMEANS/PDIFF; Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p \leq 0,05$, segundo o procedimento LSMEANS/PDIFF; ²0= desgostei extremamente; 5= nem gostei, nem desgostei; 10= gostei extremamente.

A variedade BR Gema de Ovo destacou-se por apresentar a maior produtividade (de 27,7 a 38,5 t/ha) em todos os períodos de colheita (Tabela 2). De acordo com dados do IBGE (2009), a produtividade de raízes de mandioca no Brasil é baixa, alcançando média de 13,8 t/ha. Sendo assim, pode-se considerar que a variedade BR Gema de Ovo atingiu alta produtividade, entre o sétimo e o nono mês, e média produtividade, ao décimo mês após o plantio. Todavia, esta variedade apresentou as menores médias de aceitação em todos os atributos hedônicos avaliados neste experimento, em todas as épocas de colheita.

Assim, a variedade que merece destaque é a BR Rosinha, que apresentou boa produtividade e constante, em torno de 20 t/ha (Tabela 2), nas colheitas entre o sétimo e o nono mês após o plantio, com médias de aceitação superiores a 6,5 (Tabela 1).

Por outro lado, as variedades IAC 12, Fécula Branca, Vermelho Alagoano e Viçosa Martinha apresentaram baixa produtividade (Tabela 2) entre o sétimo e o nono mês após o plantio. Destas, apenas a Fécula Branca apresentou baixo desempenho nas avaliações hedônicas (Tabela 1).

Já na colheita ao décimo mês, constatou-se queda na produtividade das variedades, com exceção da IAC 12 e Vermelho Alagoano. Vale ressaltar que as variedades IAC 12 e Vermelho Alagoano obtiveram médias de produtividade praticamente constantes em todos os meses (Tabela 2), bem como médias de aceitação superiores a 6,0 (Tabela 1).

Os resultados observados neste experimento para a variedade Fécula Branca e IAC 12 foram inferiores aos encontrados por Vidigal Filho *et al.* (2000), 17,4 a 21,3 t/ha para a variedade Fécula Branca, e 28,1 a 30,2 t/ha para a variedade IAC 12, bem como aos encontrados por Otsubo *et al.*, (2009), 47,4 t/ha (Fécula Branca) e 54,5 t/ha (IAC 12).

Borges *et al.* (2002), ao avaliar 26 variedades de mandioca para consumo humano aos 8, 10 e 12 meses após o plantio, constataram que a produtividade das raízes variou entre as variedades e entre as épocas de colheita de forma significativa, sendo que onze variedades destacaram-se por apresentar as maiores produtividades (18,7 a 25,3 t/ha) e a variedade Matrincha destacou-se por apresentar a menor produtividade, apenas 8,0 t/ha.

Tabela 2 – Média da produtividade total e de raízes comerciais (t/ha) e proporções de raízes comerciais (%) das variedades de mandioca avaliadas nas diferentes épocas de colheita

Variedade	Épocas de Colheita (meses após o plantio)											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
	Produtividade (t/ha)	Produtividade (t/ha)	Produtividade (t/ha)	Produtividade (t/ha)	Raízes comerciais (%)	Raízes comerciais (%)	Raízes comerciais (%)	Raízes comerciais (%)				
Fécula Branca	10,0	15,4	16,6	6,2	3,0	9,8	10,4	4,3	30	63	63	68
IAC 12	9,8	9,9	10,0	10,7	3,2	3,3	4,2	8,3	33	33	42	78
BR Rosinha	20,5	20,8	20,8	12,1	10,1	10,4	17,3	10,2	49	50	83	84
Vermelho Alagoano	14,8	15,4	15,5	15,6	10,7	11,1	11,2	9,5	72	72	72	61
Viçosa Martinha	11,6	12,6	14,5	10,4	6,5	7,9	13,6	7,4	56	63	93	71
BR Gema de Ovo	32,7	35,0	38,5	27,7	14,4	27,7	23,6	21,1	44	79	61	76

De maneira geral, a proporção de raízes comerciais aumentou em função do período de colheita, variando de 30% a 93% (Tabela 2). Esta proporção máxima foi observada por Mezzete *et al.* (2009) para a variedade IAC 576-70, utilizada como variedade-testemunha em experimento que avaliou 12 clones do Programa de Melhoramento Genético da Mandioca de Mesa do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. Entretanto, os pesquisadores consideraram esse valor baixo. Os clones avaliados pelos autores apresentaram proporções de raízes comerciais entre 66,3 e 83,5%. Assim, neste estudo foram verificados valores inferiores para este dado. Lorenzi (2003) relatou que a utilização da variedade IAC 576-70 diminuiu em 10% os descartes na colheita de mandioca.

Em estudos realizados por Aguiar *et al.* (2011) sobre densidade populacional para a produção precoce de raízes comerciais de mandioca de mesa, os resultados demonstraram a possibilidade de obtenção de maiores produções de raízes comerciais com o uso de baixas densidades de plantio, mesmo em colheitas precoces (6, 8 e 10 meses após o plantio), havendo aumento de 40% para 66%, e aos 16 meses de 60% para 89% de raízes comerciais, para as densidades de 20.000 e 5.000 plantas/ha, respectivamente.

De acordo com Barreto e Resende (2010), a produção de raízes comerciais é positivamente correlacionada com o comprimento e diâmetro de raízes e com o número de raízes por plantas. Por outro lado, é negativamente correlacionada com a quantidade de raízes podres, as quais indicam que esses caracteres são importantes critérios de seleção de variedades e que foram utilizados na classificação das raízes deste experimento.

Embora existam muitos trabalhos que estudem a produtividade de mandioca, poucos são aqueles que relatam a produtividade de raízes comerciais de mandiocas de mesa e sua respectiva proporção. Por considerar os descartes de raízes inadequados à comercialização para consumo de mandioca de mesa, a produtividade de raízes comerciais é uma estimativa da produção líquida e que pode auxiliar o produtor na escolha da variedade, dentre outras ações durante o cultivo.

Na Tabela 2, pode-se observar que a variedade BR Gema de Ovo destacou-se com maiores produtividades de raízes comerciais em todas as épocas de colheita. Contudo, suas médias de aceitação variaram entre 5,5 e 7,4 na escala hedônica híbrida, valores inferiores aos observados para as variedades

IAC 12, Vermelho Alagoano, Viçosa Martinha e BR Rosinha. Em contraste, esta última variedade apresentou produtividade de raízes comerciais bem menores aos constatados para a BR Gema de Ovo, porém ligeiramente superiores aos calculados para aquelas que obtiveram também bom desempenho nas avaliações hedônicas.

Os resultados mostrados na Tabela 3 revelam que as variedades de mandioca avaliadas apresentaram grau de dificuldade de se retirar a entrecasca das raízes de pouco a médio, com variação no decorrer das épocas de colheita apenas para a Vermelho Alagoano e a Viçosa Martinha.

Tabela 3 – Dificuldade de se retirar a entrecasca das raízes de mandioca avaliadas e rendimento após o descascamento

Variedades	Dificuldade de se retirar a entrecasca ¹			
	Épocas de Colheita (meses após o plantio)			
	7	8	9	10
Fécula Branca	Pouca	Pouca	Pouca	Pouca
IAC 12	Média	Média	Média	Média
BR Rosinha	Pouca	Pouca	Pouca	Pouca
Vermelho Alagoano	Pouca	Média	Média	Média
Viçosa Martinha	Pouca	Pouca	Pouca	Média
BR Gema de Ovo	Pouca	Pouca	Pouca	Pouca
Rendimento das raízes após descascamento (%)				
Fécula Branca	75	81	79	81
IAC 12	74	80	72	75
BR Rosinha	76	77	78	78
Vermelho Alagoano	78	82	77	80
Viçosa Martinha	81	69	76	77
BR Gema de Ovo	79	80	76	83

¹Pouca dificuldade: fácil desprendimento do córtex da raiz por meio de apenas um corte com a faca; Média dificuldade: desprendimento do córtex da raiz com moderada dificuldade, sendo necessário proceder mais de um corte com a faca para retirá-lo; Muita dificuldade: difícil desprendimento do córtex da raiz, sendo necessário o uso constante da faca até o término do descascamento.

Oliveira *et al.* (2005) expõem que a dificuldade de retirar a entrecasca e a

dificuldade de palitar as raízes de mandioca são pontos não relatados na literatura em relação ao cozimento. Todavia, quando se analisa a cadeia como um todo, verifica-se que o consumidor necessita de um produto que solte a entrecasca com facilidade. 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. Oliveira *et al.* (2011) acrescentam que a dificuldade em destacar película e córtex de raízes de mandioca interfere na qualidade final do produto da indústria, prejudicando assim, o processamento das raízes, de forma que este é um fator negativo na seleção de clones para mesa e processamento mínimo. E de acordo com Oliveira e Morais (2009), tanto a agroindústria de processamento de mandioca quanto o consumidor têm interesse em um produto que solte o córtex com facilidade, resultando em maior eficiência no processamento.

Do ponto de vista da pós-colheita, para se obter maior conservação, películas e córtex mais aderidos às raízes são preferidos por aumentar a proteção contra danos externos (Ramos, 2007). Assim, todas as variedades avaliadas possuem condições favoráveis para conservação pós-colheita e estão adequadas tanto para consumo de mesa, como para uso na agroindústria, segundo o parâmetro da dificuldade de se retirar a entrecasca (córtex).

No que diz respeito ao rendimento das raízes de mandioca após o descascamento, verificaram-se proporções entre 69% e 83% para as variedades avaliadas, nos diferentes períodos de colheita. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Oliveira *et al.* (2005) para variedades Brasil (65%) e Dendê (66%), mas similares àqueles relatados por Vitrac *et al.* (2000), 80%.

Ressalta-se que a eficiência do processo de descascamento é função da homogeneidade da matéria-prima, no que se refere ao tamanho, à forma, às manchas na casca, ao grau de maturação, à quantidade de danos mecânicos causados pelo manejo durante o cultivo, colheita e armazenamento (Aguirre, 2001).

Com relação às análises físicas e químicas (Tabelas 4 a 6), os resultados variaram entre as épocas de colheita para uma mesma variedade, como entre as variedades a cada período. A variabilidade dessas características não afetou as avaliações hedônicas das raízes, com exceção da Fécula Branca e BR Gema de

Ovo. Todavia, há que se lembrar de que estas duas variedades também não foram rejeitadas pelos consumidores, tanto quanto as outras, pois apresentaram médias de aceitação superiores a 5,0 (“nem gostei, nem desgostei”).

Analisando os resultados dessas tabelas, independentemente do teor de amido das raízes, constatou-se, com raras exceções, que a proporção de amilose reduziu e a de amilopectina aumentou do sétimo para o oitavo mês, manteve-se praticamente constante até o nono mês, reduzindo-se mais acentuadamente até o décimo mês (Tabela 5). Esta foi a única tendência observada em função da época de colheita.

Algumas observações pontuais podem ser mencionadas dos resultados dessas tabelas. Do nono ao décimo mês após o plantio, a variedade Fécula Branca apresentou aumento acentuado do tempo de cozimento, para 30 minutos, e redução brusca da absorção de água, para 8% (Tabela 4). Concomitantemente a essas variações ocorridas com a Fécula Branca, em mesmo período, seu teor de amido elevou-se, porém em menores proporções (Tabela 5).

Em concordância com esses resultados, Oliveira et al. (2005) afirmaram que quanto maior a quantidade absorvida de água, menor o tempo de cozimento, inversamente à constatação de Oliveira e Moraes (2009).

Butarelo et al. (2004) obtiveram porcentagens de absorção de água similares às observadas neste experimento, para raízes de mandioca da variedade IAPAR-19 Pioneira aos 12 e 25 meses após o plantio. Para a variedade Catarina Amarela os autores encontraram valores inferiores aos verificados para a variedade Fécula Branca, 7,6% aos 12 meses, e 4,5% aos 25 meses. Para explicar os resultados, pesquisadores lembraram que o amido é o constituinte mais abundante das raízes de mandioca e que durante o processamento hidrotérmico sofre modificações que estão relacionadas com a gelatinização e propriedades associadas, como absorção de água e aumento do volume, tendo função importante nas características finais do produto cozido. Com base nessa explicação, o amido pode ser responsável pelo comportamento verificado para a Fécula Branca, porém não isoladamente. Pois, a elevação do teor de amido foi observada para outras duas variedades, IAC 12 e Vermelho Alagoano. De qualquer forma, essas variações constatadas ao décimo mês nas raízes da Fécula Branca afetaram apenas a aceitação da impressão global (Tabela 1).

Tabela 4 – Média de densidade, tempo de cozimento, absorção de água e teor de umidade das raízes de mandioca avaliadas

Variedades	Densidade (kg/m ³)			
	Épocas de Colheita (meses após o plantio)			
	7	8	9	10
Fécula Branca	1156	1163	970	1040
IAC 12	1158	1218	1210	1114
BR Rosinha	1132	1178	1074	1203
Vermelho	1145	1179	1179	1182
Alagoano				
Viçosa Martinha	1165	1174	1105	1293
BR Gema de Ovo	1163	1196	1352	1181
Tempo de cozimento (minutos)				
Fécula Branca	10	12	18	30
IAC 12	12	23	13	14
BR Rosinha	17	28	20	19
Vermelho	16	16	18	21
Alagoano				
Viçosa Martinha	11	12	15	12
BR Gema de Ovo	10	18	13	20
Absorção de água (%)				
Fécula Branca	35	32	29	8
IAC 12	16	19	22	26
BR Rosinha	14	21	25	23
Vermelho	20	21	26	19
Alagoano				
Viçosa Martinha	33	34	34	33
BR Gema de Ovo	36	27	37	26
Teor de Umidade (%)				
Fécula Branca	74	75	77	75
IAC 12	72	69	72	71
BR Rosinha	69	71	71	73
Vermelho	74	73	76	73
Alagoano				
Viçosa Martinha	74	73	75	77
BR Gema de Ovo	75	74	78	79

Tabela 5 – Teores de amido, amilose, amilopectina e pectina das raízes de mandioca cozidas avaliadas em base seca

Variedades	Amido (%)			
	Épocas de Colheita (meses após o plantio)			
	7	8	9	10
Fécula Branca	55,0	52,8	55,7	68,4
IAC 12	61,8	40,0	54,6	70,7
BR Rosinha	47,7	51,0	57,9	61,1
Vermelho				
Alagoano	51,5	54,1	64,2	68,5
Viçosa Martinha	58,5	55,2	58,4	60,0
BR Gema de Ovo	57,6	55,0	58,6	61,0
Amilose no amido (%)				
Fécula Branca	68,5	48,4	48,7	34,4
IAC 12	63,9	45,8	46,1	28,6
BR Rosinha	47,7	43,8	40,0	40,4
Vermelho				
Alagoano	73,5	54,1	57,5	31,5
Viçosa Martinha	66,5	44,1	54,8	41,7
BR Gema de Ovo	58,4	57,3	61,4	35,2
Amilopectina no amido (%)				
Fécula Branca	31,5	51,6	51,3	65,6
IAC 12	36,1	54,2	53,9	71,4
BR Rosinha	52,3	56,2	60,0	59,6
Vermelho				
Alagoano	26,5	45,9	42,5	68,5
Viçosa Martinha	33,5	55,9	45,2	58,3
BR Gema de Ovo	41,6	42,7	38,6	64,8
Pectina (%)				
Fécula Branca	1,22	1,58	1,06	1,41
IAC 12	1,16	1,61	1,12	1,22
BR Rosinha	2,55	1,40	1,39	1,49
Vermelho				
Alagoano	1,26	1,27	1,25	1,53
Viçosa Martinha	0,78	1,16	1,19	1,62
BR Gema de Ovo	1,04	1,01	1,37	1,50

Tabela 6 – Teores de sódio e potássio das raízes de mandioca avaliadas em base seca

Variedades	Sódio (mg/100g)			
	Épocas de Colheita (meses após o plantio)			
	7	8	9	10
Fécula Branca	227	220	261	252
IAC 12	175	206	193	203
BR Rosinha	190	169	186	219
Vermelho				
Alagoano	227	219	229	237
Viçosa Martinha	246	181	236	313
BR Gema de Ovo	256	250	273	352
Potássio (mg/100g)				
Fécula Branca	604	616	761	580
IAC 12	529	594	582	531
BR Rosinha	497	510	579	604
Vermelho				
Alagoano	631	641	663	619
Viçosa Martinha	685	604	652	757
BR Gema de Ovo	696	708	745	800

Favaro (2003) afirma que os fatores responsáveis pelas características de cozimento de mandioca não estão suficientemente esclarecidos. Esse autor constatou diferença no tempo de cozimento entre variedades e entre épocas de colheita de mesma variedade, sendo mais rápido o cozimento das raízes de menor tempo de cultivo.

Em comparação com outros trabalhos que avaliaram raízes de variedades distintas às estudadas neste experimento, os tempos de cozimento aqui verificados foram inferiores ao máximo obtido por Mezette et al. (2009), 52 minutos, e similares às médias observadas por Borges et al. (2002), Lorenzi (1994) e Rimoldi et al. (2006), entre 25 e 29 minutos.

Neste experimento, notaram-se também discrepâncias nos teores de pectina nas raízes colhidas ao sétimo mês, as quais foram: valor bem maior para a BR Rosinha (2,55 mg/100 g) do que nas demais variedades; e bem menor para a Viçosa Martinha (0,78 mg/100 g). Além disso, observou-se aumento do teor dessa variável para todas as variedades, porém com algumas oscilações (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com as constatações de Butarelo et al. (2004) sobre o aumento da concentração de “compostos não amido”, dentre eles a pectina, nas raízes de mandioca durante o envelhecimento da planta.

Considerando todos os resultados das determinações físicas e químicas, baixas correlações de Pearson positivas (0,41 a 0,49; $p < 0,05$) foram constatadas entre os parâmetros umidade e absorção de água, umidade e teor de sódio, teor de amilopectina e tempo de cozimento; bem como negativas (-0,41 a -0,44; $p < 0,05$) entre os parâmetros tempo de cozimento e amilose, umidade e aceitação da textura; pectina e absorção de água; e teores de amido e potássio. Destacam-se outras duas correlações negativas observadas: alta (-0,99) entre os teores de amilose e amilopectina, que era esperado uma vez que se complementam, e intermediária (-0,67), entre tempo de cozimento e absorção de água. Assim, quanto maior o tempo de cozimento, menor a absorção de água.

Não foram encontrados na literatura dados referentes à densidade de raízes de mandioca crua para comparação com os obtidos neste trabalho.

Com relação à umidade, as raízes avaliadas apresentaram valores superiores ao registrado na Tabela Taco (2006), 68,7%.

Vidigal Filho et al. (2000) observaram no ano agrícola 1994/95 que a cultivar IAC 14 apresentou os menores valores de umidade (64%), não diferindo, entretanto, das cultivares Fécula Branca (62,8%), IAC 13 (63,4%) e IAC 12 (64,2%). Por outro lado, as cultivares Fécula Branca e IAC 13 apresentaram os menores teores no segundo experimento (62,2% e 62,4%, respectivamente), embora não diferindo significativamente de IAC 12 (62,7%), IAC 14 (63,7%) e Branca-de-Santa Catarina (63,7%). No terceiro ano agrícola, a cultivar IAC 14 superou as demais (64,6%), diferindo apenas das cultivares Branca-de-Santa Catarina (68,7%) e Verdinha (68,2%).

A Tabela Taco (2006) não fornece dados para o teor de amido em mandioca cozida. Entretanto, depara-se com teores médios de carboidratos de 30,1g/100g, valor este superior aos encontrados para o teor de amido das

amostras, demonstrando assim, que estas podem ser constituídas de outros carboidratos, tais como sacarose, maltose, glicose, frutose.

Butarelo et al. (2004) observaram variações no teor de amido entre 83,7 g/100g para variedade IAPAR-19 Pioneira aos 25 meses de cultivo e 92,4 g/100g, em base seca, para variedade Catarina Amarela aos 12 meses. As raízes de 25 meses apresentaram menor quantidade de amido, em média 86,1g/100g, que as raízes mais jovens, em média 92,3g/100g.

Oliveira et al. (2005), ao analisar o teor de amido, em base seca, de raízes de mandioca, obtiveram grande variação deste parâmetro entre as cultivares e observaram raízes com teores muito baixos (<10%) e cultivares com teores bastante elevados (> 30%).

No que concerne à proporção de amilose em relação ao teor de amido de mandioca pode variar entre 13,6 e 23,8% (Rickard et al., 1991), valores superiores aos obtidos neste estudo.

Quanto aos teores de sódio, observa-se que os teores encontrados foram ligeiramente superiores a 1 mg/100 g, informado pela Tabela Taco (2006). Além disso, os resultados observados para o teor de potássio também foram superiores aos encontrados na Tabela Taco (2006), 100 mg/100 g para as raízes cozidas (Tabela 6).

Fukuda e Otsubo (2003) relatam que o potássio é o nutriente extraído do solo em maior quantidade pela mandioca, sendo que a resposta da cultura à adubação potássica tem sido baixa nos primeiros cultivos, acentuando-se nos cultivos subsequentes. Os solos cultivados apresentam normalmente teores baixos deste nutriente, que vai se esgotando com cultivos sucessivos na mesma área, fato esse não evidente neste trabalho.

Mezette et al. (2009) analisaram as perdas de minerais durante o processo de cozimento de clones de mandioca de mesa e evidenciaram perdas em média geral de 15% de nutrientes durante o processo. Os minerais sódio e potássio apresentaram teores médios após cozidos de 59,4 mg/Kg e 8074,6 mg/Kg, respectivamente. Vale ressaltar que a quantificação dos minerais foi realizada em base seca das raízes obtida a partir do cozimento.

3.2.4. CONCLUSÕES

Conclui-se que as variedades Vermelho Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha e BR Rosinha cultivadas na região noroeste fluminense, apresentaram boa aceitação entre os consumidores, bem como características pós-colheita e tempo de cozimento adequados, mostrando bom potencial para consumo de mesa, entre o sétimo e o décimo mês após o plantio. Contudo, com exceção da BR Rosinha, todas as variedades obtiveram baixas produtividades.

As variações nas características físicas e químicas das raízes afetaram o desempenho das avaliações hedônicas das variedades Fécula Branca e BR Gema de Ovo. Entretanto, estas variedades não foram rejeitadas pelos consumidores, além da BR Gema de Ovo resultar em altas produtividades bruta e de raízes comerciais.

3.2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, E.B. (2003) *Produção e qualidade de mandioca de mesa (Manihot esculenta Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita*. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Campinas – SP, Instituto Agrônomo de Campinas – IAL, 93p.
- Aguiar, E.B., Valle, T.L., Lorenzi, J.O., Kanthack, R.A.D., Filho, H.M., Granja, N.P. (2011) Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. *Bragantia*, Campinas, v.70, n.3, p.561-569.
- Aguirre, J.M. (2001) Desidratação de frutas e hortaliças In: Aguirre, J.M., Gasparino Filho, J. Manual técnico. Fruthotec, Campinas - SP, p.4-1, 4-42.
- Andrade, J.S. de. (2010) *Épocas de poda em mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Vitória da Conquista – BA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 62p.
- AOAC - Association of official Analytical Chemists. (1995) Method 925.23, 945.46. *AOAC Official Methods of Analysis*. Philadelphia. Pennsylvania. USA.
- Barreto, J.F., Resende, M.D.V. (2010) Avaliação genotípica de acessos de mandioca no Amazonas e estimativas de parâmetros genéticos. *Rev. Ciências Agrárias*, v.53, n.2, p.131-136.
- Benesi, I.R.M., Labuschagne, M.T., Herselman, L., Mahungu, N.M., Saka, J.K. (2008) The effect of genotype location and season on cassava starch extraction. *Euphytica*, v.160, p.59-74.

- Bitter, T., Muir, H.M.A. (1962) A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry*, New York, v.34, n.4, p.330-334.
- Borges, M.F., Fukuda, W.M.G., Rossetti, A.G. (2002) Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.37, n.11, p. 1559-1565.
- Brasil, Ministério da Saúde (1996) Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS Sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União, 10 de outubro.
- Butarelo, S.S., Beleia, A., Fonseca, I.C.B., Ito, K.C. (2004) Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e gelatinização do amido durante a cocção. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.24, n.3, p.311-315.
- Carvalho, P.C.L. de, Fukuda, W.M.G., Cruz, P.J. Costa, J.A. (1995) Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo "in natura". *Revista Brasileira de Mandioca*, v.14, p.7-16.
- CEAGESP - *Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo* (2011) Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/produtos/epoca/produtos_epoca.pdf>. Acessado em 27 de janeiro de 2011.
- Cecchi, H.M. (2003) *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. 2ª ed. Campinas. SP: Editora Unicamp. 207p.
- Cereda, M.P., Sarmiento, S.B.S., Wosiacki, G., Abbud, N.S., Takeda, I.J.M. (1990) A mandioca (*Manihot esculenta*. C.) cultivar pioneira 3- Características culinárias. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*. Curitiba, v.33, n.3, p.511-525.
- Conceição, A.J. da. (1981) *A mandioca*. São Paulo: Nobel. 382p.
- Dias, C.A. de C., Martinez, A.A. (1986) *Mandioca: Informações importantes*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. (Instruções práticas, n.190), 20p.
- FAO. *Food and Agriculture Organization*. (2011) Base de Dados. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acessado em 25 de janeiro de 2011.
- Favaro, S. P. (2003) *Composição química e estrutura de paredes celulares de variedades de mandioca (Manihot esculenta Crantz) com tempos de cocção diferentes*. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Londrina – PR, Universidade Estadual de Londrina - UEL, 132p.
- Feniman, C.M. (2004) *Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheitas*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 99p.

- Ferreira, K.S. Gomes, J.C. Rosado, G.P. (2004) Teores de Sódio e Potássio em Alimentos Consumidos no Brasil. *Oikos Viçosa - Revista Brasileira de Economia Doméstica*. Viçosa. v. 15. n. 1. p. 88-91.
- Fontes, P.S.F. (2002) *Adubação nitrogenada e avaliação de cultivares de banana (Musa spp.) no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 64p.
- Fukuda, C., Otsubo, A.A. (2003) Embrapa Mandioca e Fruticultura: *Sistemas de Produção*. 7, versão eletrônica.
- Fukuda, W.M.G., Borges, M. de F. (1990) Influência da idade de colheita sobre a qualidade de raízes em diferentes cultivares de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas, v. 9, p.7-19.
- Fukuda, W.M.G., Borges, M. de F. (2006) Variedades. In: Sousa, L.S., Farias, A.R.N., Mattos, P.L.P. Fukuda, W.M.G. *Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 433-454.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008) *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo. 4. ed. p. 133-137.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. (2008). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em 16 de junho de 2010.
- Lorenzi, J.O., Dias, C.A.C. de. (1993) *Cultura da mandioca*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, (Boletim técnico, n.211), 41p.
- Lorenzi, J.O. (2003) *Mandioca*. 1ª ed. Campinas. CATI, (Boletim Técnico, n.245), 116p.
- Lorenzi, J.O. (1994) Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia*. Campinas. v.53, n.2, p.237-245.
- Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K., Vallis, L.V. (1989) Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J. Sensory Studies*. v.4, p.129-148.
- Martinez, C.Y., Cuevas, F. (1989) *Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz*. Guia del estudio. Cali: CIAT. 75p.
- Mattos, P.L.P. de. (2002) Práticas culturais na cultura da mandioca. In: Otsubo. A.A., Mercante. F.M., Martins. C. de S. *Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Campo Grande: UNIDERP, p. 127-146.
- McCready, R.M., McComb, E.A. (1952) *Extraction and determinatios of total pectic materials in fruits*. Analytical Chemistry, v.24, n.12, p.1586-1588.

- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. (2006) *Sensory Evaluation Techniques*. 4^a ed. CRC Press. Boca Raton. 448 p.
- Mezette, T.F., Carvalho, C.R.L., Morgano, M.A., Silva, M.G., Parra, E.S.B., Galera, J.M.S.V., Valle, T.L. (2009) Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia*. Campinas, v.68, n.3, p.601-609.
- Oliveira, M.A. de, Moraes, P.S.B. de (2009) Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.3.
- Oliveira, M.A., Leonel, M., Cabello, C., Cereda, M.P., Janes, D.A. (2005) Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.1, p.126-133.
- Oliveira, N.T., Alves, J.M.A., Uchôa, S.C.P., Rodrigues, G.S., Melville, C.C., Albuquerque, J.A.A. (2011) Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo in natura. *Revista Agro@ambiente*, v.5, n.3, p. 188-193.
- Oliveira, S.P. de (2007) *Efeito da poda e de épocas de colheita sobre as características agrônômicas da mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Vitória da Conquista – BA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 72p.
- Otsubo, A.A., Brito, O.R., Mercante, F.M., Otsubo, V.H.N., Gonçalves, M.A., Telles, T.S. (2009) Desempenho de cultivares elites de mandioca industrial em área de cerrado do Mato Grosso do Sul. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.30, p. 1155-1162.
- Pereira, A.S., Lorenzi, J.O., Valle, T.L. (1985) Avaliação do tempo para cozimento e padrão de massa cozida em mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.47, n.1, p.27-32.
- Ponte, C.M.A. (2008) *Épocas de colheita de variedades de mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Vitória da Conquista – BA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 108p.
- Ramos, P.A.S. (2007) *Caracterização Morfológica e Produtiva de nove variedades de mandioca cultivadas no Sudoeste da Bahia*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 60p.
- Rickard, J.E., Asaoha, M., Blanshard, M.V. (1991). The physio-chemical properties of cassava starch. *Tropical Science*. v.31, n.4, p.189-207.
- Rimoldi, F., Vidigal Filho, P.S., Vidigal, M.C.G., Clemente, E., Pequeno, M.G., Miranda, L., KVITSCHAL, M.V. (2006) Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de mandioca de mesa coletadas no Estado

do Paraná. *Acta Scientia Agraria*, v.28, n.1, p.63-69.

- Sagrilo, E., Vidigal-Filho, P.S., Pequeno, M.G. (2002) Épocas de colheita de parte aérea e de raízes tuberosas de mandioca. In: CEREDA M. P. (Coord.) *Agricultura: Culturas Tuberosas Amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Fundação Cargill. v.2, (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas) p.384-412.
- SAS® Statistical Analysis System. (2003) SAS Institute Inc.. SAS User's Guide. Cary. USA: SAS Inst.
- Taco. (2006) *Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA UNICAMP – 2ª ed.* Campinas. SP. 113p.
- Vidigal Filho, P.S., Pequeno, M.G., Scapim, C.A., Vidigal, M.C.G., Maia, R.R., Sagrilo, E., Simon, G.A., Lima, R.S. (2000) Avaliação de cultivares de mandioca na Região Noroeste do Paraná. *Bragantia*, v.59, n.1, pp. 69-75.
- Villanueva, N.D.M., Silva, M.A.A.P. (2009) Comparative performance of the nine-point hedonic. hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. *Food Quality and Preference*. v.20, p.1–12.
- Villanueva, N.D.M., Petenate, A.J., Silva, M.A.A.P. (2005) Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic. self-adjusting and ranking scales. *Food Quality and Preference*.v.16, p.691–703.
- Vitrac, O., Dufour, D., Trystram, G., Raoult-Wack, A.L. (2000) Deep-fat frying of cassava: influence of raw material properties on chip quality. *Journal of Science Food Agriculture*, v.81,p. 227-236.
- Welch, R.M., Graham, R.D. (2002) Breeding crops for enhanced micronutrient content. *Plant and Soil*., v. 245, n.1, p. 205-214.
- Zinsou, V., Wydra, K., Ahohuendo, B., Hau, B. (2005) Genotype x environment interactions in symptom development and yield of cassava genotypes with artificial and natural cassava bacterial blight infections. *European Journal of Plant Pathology*, v.111, n.3, p. 217-233.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Quando colhidas aos onze meses de cultivo na região noroeste fluminense, as variedades Aipim Pretinho, Aipim Vermelho Alagoano, Cacau Violeira, IAC 12, Amarelo Barcelos, Zumbi, Viçosa Martinha, BR Rosinha e Fécula Branca, apresentaram boa aceitação entre os consumidores em todos os atributos hedônicos avaliados, correspondendo a bons potenciais de raízes de mandioca para consumo de mesa.

Por outro lado, nessa época de colheita, as variedades IAC Caapora e IAC Espeto, as mais claras e amarelas, mostraram-se com baixa aceitação pelos consumidores com relação à aparência da raiz inteira com casca. Assim, sugere-se que essas raízes sejam comercializadas descascadas.

Aos onze meses de cultivo, embora se tenha encontrado altas correlações entre alguns dados instrumentais da mandioca entre si, estes não representam bons índices das respostas hedônicas por terem ocorrido poucas e baixas correlações significativas entre essas medidas e as respostas sensoriais.

Conclui-se que as variedades Vermelho Alagoano, IAC 12, Viçosa Martinha, BR Rosinha, cultivadas na região noroeste fluminense, apresentaram boa aceitação entre os consumidores, bem como características pós-colheita e tempo de cozimento adequados, mostrando bom potencial para consumo de mesa, entre o sétimo e o décimo mês após o plantio. Contudo, com exceção da BR Rosinha, todas as variedades obtiveram baixas produtividades nesses períodos.

Entre o 7º e o 10º mês de cultivo, as variações nas características físicas e químicas das raízes afetaram o desempenho das avaliações hedônicas das variedades Fécula Branca e BR Gema de Ovo. Entretanto, estas variedades não

foram rejeitadas pelos consumidores, além da BR Gema de Ovo resultar em altas produtividades bruta e de raízes comerciais.

Estas informações poderão auxiliar os envolvidos na cadeia produtiva da mandioca de mesa, inclusive pesquisadores, na tomada de decisões referentes à produção, comercialização e ao consumo desse alimento.

Estudos complementares devem ser realizados a fim de investigar se os resultados encontrados nesta pesquisa se mantêm para outros períodos de colheita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Análise sensorial dos alimentos e bebidas (1993) – Terminologia – NBR 12806. São Paulo: ABNT.
- Aguiar, E.B. (2003) *Produção e qualidade de mandioca de mesa (Manihot esculenta Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita*. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Campinas – SP, Instituto Agronômico de Campinas – IAL, 93p.
- Aguiar, J.L.P., Barreto, B., Sousa, T.C., Fialho, J.F. (2005) Cadeia produtiva da mandioca no Distrito Federal: Caracterização do consumidor final. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. XI. Campo Grande. *Resumos... Campo Grande. MS: Embrapa Agropecuária Oeste*.
- Andrade Júnior, O. (2006) *Estudo da composição tecnológica e bromatológica de mandioca (Manihot esculenta Crantz) em dois espaçamentos*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fisiologia Vegetal) - Presidente Prudente SP, Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, 22p.
- Andrade, J.S. de. (2010) *Épocas de poda em mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Vitória da Conquista – BA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 62p.
- Aurélio. (2012) Dicionário. *Verbetes mandioca*. Disponível em: <<http://wapedia.mobi/pt/Mandioca>>. Acessado em 25 de janeiro de 2012.
- Balagopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S.K., Moorthy, S.W. (1988) *Cassava Food. Food and Industry*. CRC Press. Florida. 205p.
- Barros, G.S. de C. (coord.) (2004) *Melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de mandioca no Estado de São Paulo*. São Paulo: SEBRAE, Piracicaba. SP: ESALQ: CEPEA. 347p.
- Benesi, I.R.M., Labuschagne, M.T., Herselman, L., Mahungu, N.M., Saka, J.K. (2008) The effect of genotype location and season on cassava starch extraction. *Euphytica*, v.160, p.59-74.

- Berbari, S.A.G. (2001) *Desenvolvimento de tecnologia para obtenção de produto formatado e congelado de mandioca*. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Campinas – SP, Universidade de Campinas. 123p.
- Bezerra, V.S., Pereira, R.G.F.A., Carvalho, V.D. de, Vilela, E.R. (2002) *Processamento mínimo em mandioca: alterações na qualidade e componentes nutricionais*. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 18.. 2002. Porto Alegre. RS. Anais... Porto Alegre: [s.n.].
- Borges, M. de F.; Fukuda, W.M.G. Teor de cianeto em raízes frescas e processadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. (1989) *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas, v.8, n. 2, p. 71-76.
- Borges, M. de F., Carvalho, V.D. de, Fukuda, W.M.G. (1992) Efeito de tratamento térmico na conservação pós-colheita de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas, v.11, n. 1, p. 7-18.
- Borges, M.F., Fukuda, W.M.G., Rossetti, A.G. (2002) Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, v. 37, n.11, p. 1559-1565.
- Brasil. (2003) Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre Rotulagem Nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União 2003, seção 1.
- Brumovsky, L.A., Hartwig, V.G., Horianski, M. (2008) Evaluación instrumental de propiedades sensoriales en raíces de mandioca preservadas por tecnología de obstáculos. *Revista de Ciencia e Tecnología*. nº 10.
- Cardoso, E.M.R., Müller, A.A., Santos, A.I.M., Homma, A.K.O., Alves, R.N.B. (2001) Processamento e Comercialização de produtos derivados de mandioca no nordeste paraense. *EMBRAPA Amazônia Oriental*. Documentos nº 102 – 28p. Belém-PA.
- Carvalho, A.V., Seccadio, L.L., Ferreira, T.F. (2010) Obtenção e avaliação físico-química e sensorial de "chips" de mandioca submetidos a pré-tratamentos *Rev. Ciências Agrárias*, v.53, n.2, p.182-187.
- Carvalho, A.V., Seccadio, L.L., Souza, T.C.L., Ferreira, T.F., Abreu, L.F. (2011) Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento. *B.CEPPA*, Curitiba, v. 29, n. 2.
- Carvalho, P.C.L. de, Fukuda, W.M.G., Cruz, P.J. Costa, J.A. (1995) Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo "in natura". *Revista Brasileira de Mandioca*, v.14, p.7-16.
- CEAGESP - *Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo* (2011) Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/produtos/epoca/produtos_epoca.pdf>. Acessado em 27 de janeiro de 2011.

- Ceni, G. C., Colet, R., Peruzzolo, M., Witschinski, F., Tomicki, L., Barriquello, A. L., Valduga, E. (2009) Evaluation of nutritional of components of cassava's varieties (*Manihot esculenta* Crantz). *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.20. n.1, p.107-111.
- Cereda, M.P., Sarmiento, S.B.S., Wosiacki, G., Abbud, N.S., Takeda, I.J.M. (1990) A mandioca (*Manihot esculenta*. C.) cultivar pioneira 3- Características culinárias. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*. Curitiba, v.33, n.3, p.511-525.
- Cereda, M.P., Vilpoux, O. (2003) Conservação de raízes. In: *Tecnologia. Usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas*. São Paulo. Fundação Cargill. p.13-29.
- Chisté, R.C., Cohen, K. O., Oliveira, S.S. (2005) Determinação de cianeto durante as etapas de processamento da farinha de mandioca do grupo seca. In: *III Seminário de Iniciação Científica da UFRA e IX da Embrapa Amazônia Oriental*.
- Cock, J.H., Wholey, D., Casas, O.G. de las. (1977) Effect of spacing on cassava (*Manihot esculenta*). *Experimental Agriculture*. Great Britain, v.13, p.289- 299.
- Conceição, A.J. da. (1981) *A mandioca*. São Paulo: Nobel. 382p.
- Costa, M.G.S. (2005) *Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração*. Tese (Doutorado em Tecnologia de Pós-colheita) – Campinas – SP, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 58p.
- Costa Neto, P.R., Spoto, M.H.F., Domarco, R.E. (1997) Uso da radiação gama na inibição do escurecimento de mandioca (*Manihot utilissima* Pohl) in natura, sem casca. *B.CEPPA*, Curitiba, v.15, n.1, p. 75-83.
- Dias, C.A. de C., Martinez, A.A. (1986) *Mandioca: Informações importantes*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. (Instruções práticas, n.190), 20p.
- Dias, M.C., Xavier, J.J.B.N., Barreto, J.F., Fukuda, W.M.G. (2003) *Aipim Manteiga: Cultivar de macaxeira para o Amazonas*. Manaus. AM: Embrapa Amazonia Ocidental. 4 p. (Comunicado Técnico. 17).
- FAO. *Food and Agriculture Organization*. (2011) Base de Dados. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acessado em 25 de janeiro de 2011.
- Feniman, C.M. (2004) *Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheitas*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 99p.
- Folegatti, M.I.S., Matsuura, F.C.A.U. (2011) *Mandioca e derivados*. Embrapa

Mandioca e Fruticultura. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>. > Acesso em: 21 de janeiro de 2011.

- Fukuda, W.M.G., Borges, M. de F. (1988) Avaliação qualitativa de cultivares de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas. v. 7. n. 1. p. 63-71.
- Fukuda, W.M.G., Borges, M. de F. (1990) Influência da idade de colheita sobre a qualidade de raízes em diferentes cultivares de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas, v. 9, p.7-19.
- Fukuda, W.M.G., Borges, M. de F. (2006) Variedades. In: SOUSA. L.S.; FARIAS. A.R.N.; MATTOS. P.L.P. FUKUDA. W.M.G. *Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2006. cap. 15. p.433-454.
- Fukuda, W.M.G., Guevara, C.L. (1998) *Descritores Morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Cruz das Almas BA, Embrapa, 38p.
- IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. (2009). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em 16 de janeiro de 2012.
- lita. (1992) *Tropical Root Crops*. Intec Printers Limited. Ibadan. Nigéria. p. 97-102.
- Lawless, H.T., Heymann, H. (1999) *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Series III. p.827.
- Lorenzi, J.O., Dias, C.A.C. de. (1993) *Cultura da mandioca*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, (Boletim técnico, n.211), 41p.
- Lorenzi, J.O. (2003) *Mandioca*. 1ª ed. Campinas. CATI, (Boletim Técnico, n.245), 116p.
- Lorenzi, J.O. (1994) Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia*. Campinas. v.53, n.2, p.237-245.
- Mattos, P.L.P. de, Souza, L. da S., Caldas, R.C., Porto, M.C.M. (1979) Adaptação de espaçamentos em fileiras duplas para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: *Anais d 1º Congresso Brasileiro de Mandioca*. Cruz das Almas: BA. p.19-34.
- Mattos, P.L.P. de. (2002) Práticas culturais na cultura da mandioca. In: Otsubo. A.A., Mercante. F.M., Martins. C. de S. *Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Campo Grande: UNIDERP, p. 127-146.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. (2006) *Sensory Evaluation Techniques*. 4ª ed. CRC Press. Boca Raton. 448 p.
- Menoli, A.V., Beleia, A. (2007) *Starch and pectin solubilization and texture*

modification during pre-cooking and cooking of cassava root (Manihot esculenta Crantz). LWT, Food Science and Technology, v.40, n4, p.744–747.

- Mezette, T.F., Carvalho, C.R.L., Morgano, M.A., Silva, M.G., Parra, E.S.B., Galera, J.M.S.V., Valle, T.L. (2009) Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. *Bragantia*. Campinas, v.68, n.3, p.601-609.
- Moraes-Dallaqua, M.A., Coral, D.J. (2002) Morfo-anatomia. In: Cereda. M.P. (Coord.). *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Fundação Cargil. p.48-65.
- Normanha, E.S. (1988) O mau cozimento dos aipins: uma hipótese. *O Agrônomo*. Campinas. v.40 n.1. p13-14.
- Oliveira, M.A., Leonel, M., Cabello, C., Cereda, M.P., Janes, D.A. (2005) Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.1, p.126-133.
- Oliveira, M.A. de, Moraes, P.S.B. de (2009) Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.3.
- Oliveira, M.A., Pantaroto, S., Cereda, M.P. (2003) Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. *Brazilian Journal of food Technology*.. v.6. n.2. p. 339-344.
- Oliveira, S.P. de (2007) *Efeito da poda e de épocas de colheita sobre as características agronômicas da mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Vitória da Conquista – BA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 72p.
- Padonou, W., Mestres, C., Nago, M.C. (2005) The quality of boiled cassava roots: instrumental characterization and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. *Food Chemistry*, n.89, p.261–270.
- Partelli, F.L., Ramos, J.G.A., Takeuchi, K.P., Vieira, H.D. (2010) Cultivo da Mandioca no Cerrado Goiano, Goiânia, GO: Editora Vieira, p.92.
- Penteado, M. de V.C., Almeida, de. L.B. (1988) Ocorrência de carotenóides em raízes de cinco culturas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do Estado de São Paulo. *Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo*. São Paulo, v.24, n.1, p. 39-49.
- Pereira, A.S., Lorenzi, J.O., Valle, T.L. (1985) Avaliação do tempo para cozimento e padrão de massa cozida em mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.47, n.1, p.27-32.
- Ponte, C.M.A. (2008) *Épocas de colheita de variedades de mandioca*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Vitória da Conquista – BA, Universidade Estadual

do Sudoeste da Bahia – UESB, 108p.

- Sagrilo, E., Vidigal-Filho, P.S., Pequeno, M.G. (2002) Épocas de colheita de parte aérea e de raízes tuberosas de mandioca. In: CEREDA M. P. (Coord.) *Agricultura: Culturas Tuberosas Amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Fundação Cargill. v.2, (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas) p.384-412.
- São Paulo. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo- SAA (2000) - *Plano Estadual de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Mandioca*. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br>>. Acessado em 10 de janeiro de 2011.
- Sarantópoulos, C. I. G. L.; Oliveira, L. M.; Canavesi, E. (2001) Alterações de alimentos que resultam em perda de qualidade. In: Sarantópoulos, C. I. G. L.; Oliveira, L. M.; Canavesi, E. *Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis*. Campinas: CETEA, p.1-22.
- Silva, J.R. (1970) O programa de investigação sobre mandioca no Brasil. In: *Encontro de Engenheiros Agrônomos Pesquisadores de Mandioca dos Países Andinos e do Estado de São Paulo*, 1, São Paulo. Trabalhos Apresentados, Campinas: Instituto Agrônomo, p. 57-72.
- Silva, J.A. (2009) *Conservação de mandioca (Manihot esculenta Crantz) minimamente processada sob diferentes atmosferas modificadas*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - João Pessoa – PB, Universidade Federal da Paraíba. 94p.
- Szczesniak, A.S. (2002) Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. Elsevier, v. 13, p. 215-225.
- Taco. (2006) *Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA UNICAMP – 2ª ed.* Campinas. SP. 113p.
- Valduga, E., Tomicki, L., Witschinski, F., Colet, R., Peruzzolo, M., Ceni, G.C. (2011) Avaliação da aceitabilidade e dos componentes minerais de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) após a cocção. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 205-210.
- Valle, T.L., Carvalho, C.R.L.C., Ramos, M.T.B., Mühlen, G.S., Villela, O.V. (2004) Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca riginadas do cruzamento de variedades mansas e bravas. *Bragantia*. Campinas. v.63. n.2. p.221-226.
- Welch, R.M., Graham, R.D. (2002) Breeding crops for enhanced micronutrient content. *Plant and Soil*, v. 245, n.1, p. 205-214.
- Wheatley, C.C. (1987) *Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 33 p.
- Wheatley, C.C. (1991) Calidad de las raices de yuca y factores que intervienen en ella. In: HERSHEY. C.H. ed. *Mejoramiento genético de la yuca en América Latina*. Cali. CIAT. p.267-291.

- Wheatley, C., Gomez. G. (1985) Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. *Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition*. The Hage. v.35, n.2, p. 121-129.
- Zinsou, V., Wydra, K., Ahohuendo, B., Hau, B. (2005) Genotype x environment interactions in symptom development and yield of cassava genotypes with artificial and natural cassava bacterial blight infections. *European Journal of Plant Pathology*, v.111, n.3, p. 217-233.

APÊNDICE 1: CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL DO EXPERIMENTO 1

•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	Cacau Violeira 25 plantas	IAC Espeto 24 plantas	•	•
•	•	•	IAC 13 33 plantas	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	IAC Fécula Branca 37 plantas
•	IAC 15 41 plantas	•	•	•
•	•	BR Eucalipto 54 plantas	•	•
IAC 14 58 plantas	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	BR Rosinha 45 plantas	•
•	•	•	-	IAC Caapora 18 plantas
•	BR Gema de Ovo 27 plantas	•	•	-
•	•	Viçosa Martinha 27 plantas	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	Zumbi 17 plantas	Amarelo Barcelos 13 plantas
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
IAC 12 58 plantas	Itaocara 22 plantas	Pesagro 32 plantas	Vermelho Alagoano 18 plantas	Aipim Pretinho 11 plantas

extremamente
nem desgostei
extremamente

Amostra: _____ 0 _____ . _____ . _____ 5 _____ . _____ . _____ 10
Desgostei
nem gostei /
gostei
extremamente
nem desgostei
extremamente

Comentários: _____

TEXTURA

extremamente
nem desgostei
extremamente

Amostra: _____ 0 _____ . _____ . _____ 5 _____ . _____ . _____ 10
Desgostei
nem gostei /
gostei
extremamente
nem desgostei
extremamente

extremamente
nem desgostei
extremamente

Amostra: _____ 0 _____ . _____ . _____ 5 _____ . _____ . _____ 10
Desgostei
nem gostei /
gostei
extremamente
nem desgostei
extremamente

extremamente
nem desgostei
extremamente

Amostra: _____ 0 _____ . _____ . _____ 5 _____ . _____ . _____ 10
Desgostei
nem gostei /
gostei
extremamente
nem desgostei
extremamente

extremamente
nem desgostei
extremamente

Amostra: _____ 0 _____ . _____ . _____ 5 _____ . _____ . _____ 10
Desgostei
nem gostei /
gostei
extremamente
nem desgostei
extremamente

extremamente
nem desgostei
extremamente

Amostra: _____ 0 _____ . _____ . _____ 5 _____ . _____ . _____ 10
Desgostei
nem gostei /
gostei
extremamente
nem desgostei
extremamente

Comentários: _____

Agora, com base em sua opinião sobre cada amostra, indique, utilizando a escala abaixo, sua atitude caso você encontrasse cada amostra à venda. Se eu encontrasse esta **MANDIOCA (AIPIM)** a venda, eu:

	AMOSTRA	RESPOSTA
5- Certamente compraria	_____	_____
4- Possivelmente compraria	_____	_____
3- Talvez comprasse/ talvez não comprasse	_____	_____
2- Possivelmente não compraria	_____	_____
1- Certamente não compraria	_____	_____

Comentários: _____

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE MANDIOCA (AIPIM)

Nome: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo amostras codificadas de **MANDIOCA (AIPIM)**. Por favor, avalie a **APARÊNCIA** das amostras, da esquerda para a direita, e marque um "x" em qualquer ponto da escala (inclusive entre os pontos), que melhor representa o quanto você gostou ou não de cada uma.

Amostra: _____ 0 _____ 5 _____ 10
 Desgostei nem gostei / gostei
 extremamente nem desgostei extremamente

Amostra: _____ 0 _____ 5 _____ 10
 Desgostei nem gostei / gostei
 extremamente nem desgostei extremamente

Amostra: _____ 0 _____ 5 _____ 10
 Desgostei nem gostei / gostei
 extremamente nem desgostei extremamente

Amostra: _____ 0 _____ 5 _____ 10
 Desgostei nem gostei / gostei
 extremamente nem desgostei extremamente

Amostra: _____ 0 _____ 5 _____ 10
 Desgostei nem gostei / gostei
 extremamente nem desgostei extremamente

Comentários: _____

MUITO OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO!!!

APÊNDICE 3:

TERMO DE CONSENTIMENTO – ANÁLISE SENSORIAL DE MANDIOCA

Esta é uma avaliação sensorial de amostras de **AIPIM (mandioca, macaxeira) COZIDA** e corresponde a uma das etapas experimentais de uma pesquisa de Mestrado em Produção Vegetal, do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. As raízes são provenientes de cultivo tradicional na Estação Experimental da UENF, localizada em Itaocara (RJ). **CASO VOCÊ NÃO POSSUA NENHUM IMPEDIMENTO DE SAÚDE** para consumir esse produto e tenha interesse em **PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE** desta degustação, por favor, preencha esta ficha e assine-a, dando o seu consentimento.

NOME: _____

SEXO: () Masculino () Feminino

FAIXA ETÁRIA: () < 18 anos () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos
() 36 a 45 anos () 46 a 50 anos () > 50 anos

CONTATOS:

LABORATÓRIO: _____ PRÉDIO: _____

RAMAL: _____

FONES: CEL: () _____ RES.: () _____

E-MAIL: _____

Por favor, indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você normalmente gosta ou desgosta de **MANDIOCA (AIPIM)**:

- () gosto extremamente/ adoro
- () gosto muito
- () gosto moderadamente
- () gosto ligeiramente
- () nem gosto/ nem desgosto
- () desgosto ligeiramente
- () desgosto moderadamente
- () desgosto muito
- () desgosto extremamente / detesto

Você terá disponibilidade e interesse em participar de teste sensorial de aceitação de aipim cozido. que será realizado uma vez por mês, no período de junho a novembro deste ano?

() SIM () NÃO

DATA: ____/____/____

ASSINATURA DE CONSENTIMENTO: _____

APÊNDICE 4: DELINEAMENTO EM BLOCOS INCOMPLETOS PARA APRESENTAÇÃO DE AMOSTRAS

$t = 16$; $k = 5$; $b = 5$; $r = 30$; $\lambda = 2$; $p = 96$; $E = 99.99$) t = quantidade de tratamentos (amostras avaliadas); k = quantidade de amostras avaliadas por consumidor; b = quantidade de blocos (consumidores); r = nº de vezes que cada amostra aparece no delineamento; λ = nº de vezes que cada duas amostras aparecem juntas no delineamento; E = eficiência do delineamento

Cons	1	2	3	4	5	Cons	1	2	3	4	5
1	6	2	1	10	16	49	16	12	5	15	7
2	1	5	3	9	2	50	9	3	13	8	12
3	11	10	12	2	9	51	1	6	16	10	4
4	16	11	8	4	2	52	11	2	5	16	6
5	2	10	13	5	14	53	16	4	7	8	10
6	12	16	6	5	15	54	14	3	15	9	12
7	4	1	15	2	5	55	11	13	4	12	2
8	16	10	9	12	8	56	11	15	7	10	3
9	5	12	7	1	14	57	13	9	12	14	16
10	3	4	6	16	11	58	6	10	2	13	15
11	15	6	10	7	11	59	8	12	1	3	10
12	9	14	13	10	4	60	9	7	16	13	6
13	8	13	15	7	4	61	11	14	7	5	8
14	6	14	3	1	10	62	1	13	3	15	9
15	12	3	16	7	5	63	2	1	5	7	12
16	15	11	14	13	2	64	11	16	14	10	3
17	10	16	7	9	11	65	5	3	15	9	2
18	12	15	16	4	5	66	4	1	5	10	16
19	11	13	1	3	6	67	12	8	6	9	14
20	2	14	10	7	1	68	13	4	5	6	11
21	8	14	5	16	13	69	7	15	14	3	10
22	3	7	15	8	6	70	12	16	8	2	1
23	2	13	16	4	3	71	13	2	7	6	8
24	7	14	4	2	9	72	14	11	4	12	3
25	6	14	10	5	15	73	10	13	15	16	9
26	13	11	12	15	2	74	11	1	5	15	14
27	3	16	15	9	6	75	1	13	8	11	10
28	11	1	10	12	13	76	9	4	5	6	3
29	4	5	1	14	13	77	12	2	16	7	15
30	8	15	2	6	3	78	5	8	6	16	14
31	4	14	8	1	12	79	3	13	1	7	16
32	8	2	11	7	4	80	12	8	10	4	9
33	7	16	1	11	9	81	3	16	8	2	14
34	5	10	2	12	3	82	10	6	13	5	12
35	1	6	15	7	14	83	4	15	1	9	11
36	13	8	3	5	9	84	11	1	2	8	9
37	14	6	4	1	9	85	3	12	6	2	4
38	4	13	12	6	7	86	5	13	7	11	9
39	8	15	2	1	9	87	14	15	13	10	8
40	5	10	15	4	9	88	15	16	3	4	1
41	2	14	16	6	13	89	16	9	14	11	5
42	11	12	3	7	14	90	12	6	7	4	10
43	11	8	1	6	5	91	12	6	11	14	15
44	4	11	8	15	7	92	3	1	8	13	7
45	14	3	2	10	4	93	5	10	7	9	2
46	12	1	13	15	16	94	16	8	14	4	15
47	10	5	8	11	3	95	6	11	12	9	1
48	14	2	7	6	9	96	5	7	4	3	13

