



ELIZANDRA MILAGRE COUTO

**CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE
MANDIOCA DO SEMI-ÁRIDO MINEIRO EM
QUATRO ÉPOCAS DE COLHEITA**

LAVRAS – MG

2013

ELIZANDRA MILAGRE COUTO

**CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA DO SEMI-
ÁRIDO MINEIRO EM QUATRO ÉPOCAS DE COLHEITA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Joelma Pereira

Coorientadora

Dra. Maria Geralda Vilela Rodrigues

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Couto, Elizandra Milagre.

Caracterização de cultivares de mandioca do Semi-Árido
Mineiro em quatro épocas de colheita / Elizandra Milagre Couto. –
Lavras : UFLA, 2013.

117 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Joelma Pereira.

Bibliografia.

1. *Manihot esculenta* Crantz. 2. Amido. 3. Ácido cianídrico. 4.
Tempo de cozimento. 5. Características. 6. Análise. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.07

ELIZANDRA MILAGRE COUTO

**CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA DO SEMI-
ÁRIDO MINEIRO EM QUATRO ÉPOCAS DE COLHEITA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 25 de janeiro de 2012.

Dra. Maria Geralda Vilela Rodrigues	EPAMIG
Dra. Angelita Duarte Corrêa	UFLA
Dra. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira	UFLA
Dr. Luiz Antônio de Bastos Andrade	UFLA

Dra. Joelma Pereira
Orientadora

LAVRAS – MG
2013

*À minha mãe, Alice Milagre Couto (in memoriam), pelo incentivo, amor,
orações e exemplo incondicionais,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção pelo durante toda vida em todos os momentos e pelas oportunidades que me concedeu.

Aos meus pais, José Jairo Couto e Alice Milagre Couto (*in memoriam*), pelo exemplo e alicerce de tudo que sou, especialmente à minha mãe, por todo amor, confiança e dedicação.

Aos meus irmãos, Eliza, Bete, Jairo, Gilmar (*in memoriam*) e Gilberto, pelo conforto e por serem meu porto seguro.

Aos meus sobrinhos Janaíne, Sandro, Devid, Henrique, Junior, Andrea, Pedro, Jessica e Leandro, pelo apoio e carinho.

A minha querida tia Alecia, minha segunda mãezinha, por todo amor, companhia e ensinamentos e muitas orações.

Aos meus primos, Shirley, Patricia, Glaucia e Ângelo, pela lealdade e carinho.

Aos amigos Fausto, Gustavo, Letícia dos Anjos, Natanieli, Anderson, Thaís, Gisele, Raul, João Renato, Delúbio, Janyelle, Lucinéia, Carina, Lorena, Antônia, Luan, Annayara e Claudine, pela amizade e pelos momentos que passamos juntos, fundamentais para tornar essa caminhada mais prazerosa.

Aos amigos dos Laboratórios de Grãos, Raízes e Tubérculos, pelo companheirismo e pela ajuda na execução do experimento.

Aos funcionários do DCA, Creuza, Tina, Flávia, Cidinha e Lucilene, Denise, Adriana e Rhaimá, pela cooperação, por todos os esclarecimentos e amizade.

A minha orientadora, Dra. Joelma Pereira, pelos ensinamentos, pela paciência, confiança e, acima de tudo, pela grande amizade e por sempre nos tratar como filhos e com um grande amor.

A Dra. Maria Geralda Vilela Rodrigues, pela orientação e pela disposição em me ajudar.

Às queridas amigas professoras Dra. Roberta Piccoli, Dra. Sandra Brançanção Coelho, Dra. Sabrina Bastos e Dra. Carolina Valeriano, pelo grande incentivo.

E as minhas queridas amigas e irmãs, Melissa Guimarães Silveira, Letícia Oliveira e Camila Pazzini, anjos em minha vida, minha eterna gratidão.

À EPAMIG, que ajudou na execução do trabalho.

Ao Banco do Nordeste do Brasil S/A, pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, que me permitiram realizar este trabalho.

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) é um alimento básico dos trópicos, constituindo-se numa das mais importantes fontes de carboidratos empregadas na alimentação humana, animal e na indústria de processamento, por cerca de 500 milhões de pessoas em todo o mundo. É uma cultura de imensa importância para a região do semiárido mineiro, como alimento e como fonte considerável de renda, na produção da mandioca de mesa, seja como produto *in natura*, cozido, ou empregado na produção de goma e de farinha. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar parâmetros, físico químicos, nutricionais, tecnológicos e sensoriais de raízes de mandioca em diferentes épocas de colheita (11, 14, 17 e 20 meses após o plantio), visando selecionar as mais adequadas para cada época no município de Perímetro Irrigado de Jaíba, MG, quanto aos parâmetros: umidade, tempo de cozimento, amido, carotenoides totais, vitamina C, açúcares totais, sólidos solúveis totais (SST), ácido cianídrico (HCN), acidez total titulável, pH, polifenoxidase (PFO), peroxidase (PER) e análise sensorial. O teor de HCN situou-se bem abaixo do limite de segurança para o consumo de mandioca, o qual é de 100 mg de eq. HCN kg⁻¹ de polpa crua de raízes, tornando seguro o consumo destas cultivares pela população. Os menores valores foram apresentados pelas cultivares IAC 127 e Paulistinha, na segunda colheita. Em relação ao amido e aos SST, foram encontrados teores elevados em todas as épocas de colheita. A cultivar Abacate foi a que apresentou maior teor de amido na matéria integral na quarta colheita e as cultivares 347, 356, Cidade Rica e 361, as raízes com maiores teores de SST na primeira colheita, contribuindo assim para maior rendimento das raízes, tanto no consumo da mandioca cozida quanto na produção de goma e de farinha. As raízes apresentaram valores significativos de vitamina C e de carotenoides totais. Os maiores valores de vitamina C foram encontrados nas cultivares 12818, Mico, 356, Abacate, Dourada, 266, Prato Cheio, IAC 1418 e Olho Roxo Local, na terceira colheita. Os maiores teores de carotenoides totais ocorreram na segunda colheita, sendo representados pela cultivar Engana Ladrão. O tempo de cozimento das raízes de mandioca é menor do que 15 minutos, sendo este considerado ótimo tanto para o consumidor quanto para a indústria. Os menores tempos de cozimento ocorreram na segunda colheita, para as cultivares 347, 141, Abacate, Olho Roxo, Paulistinha, IAC 1418, 118 e Olho Roxo Local e, na quarta colheita, o menor tempo de cozimento foi para cultivar Abacate. Os teores de amido e SST foram altos, assim como a vitamina C e os carotenóides totais; o tempo de cozimento e a acidez foram baixos, o que melhora a qualidade sensorial.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Amido. Ácido cianídrico. Tempo de cozimento.

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) is a staple food of the Tropics, its being one of the most important carbohydrate sources, employed in human, animal feeding and in the processing industry by about 500 million of persons all over the world. It is crop of huge importance to the semi-arid region of Minas Gerais as both a food and as an outstanding source of income, in the production of table cassava whether as an in natura product or cooked or in the production of starch or flour. The objective of this work was to evaluate physical, chemical, nutritional, technological and sensorial parameters of cassava roots at different harvest times (11, 14, 17 and 20 months after planting) aiming to select the most adequate for each time in the municipality of Perímetro Irrigado de Jaíba – MG as for the following parameters: moisture, cooking time, starch, total carotenoids, vitamin C, total sugars, total soluble solids (SST), hydrocyanic acid (HCN), total titratable acidity, pH, polyphenol oxidase (PFO), peroxidase (PER) and sensorial analysis at four harvest times. The HCN content is quite below the safety limit for cassava consumption which is of 100 mg of eq. HCN kg⁻¹ of raw pulp of roots, making the consumption of these cultivars by the population safe. The lowest values are presented by cultivars IAC 127 and Paulistinha at the second harvest. In relation to the starch and SST, these ones present elevated contents at the harvest times, cultivar Abacate being the one which presents highest starch content in the whole matter at the fourth harvest and cultivars 347, 356, Cidade Rica and 361 present the roots with the highest contents of SST at the first harvest, contributing this way to the increased yield of the roots both in the consumption of the cooked cassava and in the production of starch and flour. The roots present significant values of vitamin C and total carotenoids. The highest values of vitamin C are represented by cultivars 12818, Mico, 356, Abacate, Dourada, 266, Prato Cheio, IAC 1418 and Olho Roxo Local at the third harvest. The greatest total carotenoid contents occur at the second harvest, their being represented by cultivar Engana Ladrão. The cooking time of the cassava roots is shorter than 15 minutes, this time being considered optimal both for the consumer and for the industry. The shortest cooking time occurs in the second harvest for cultivars 347, 141, Abacate, Olho Roxo, Paulistinha, IAC 1418, 118 and Olho Roxo Local and in the fourth harvest the shortest cooking time was for cultivar Abacate. The contents of starch and SST were high as well as those of vitamin C and total carotenoids, the cooking time and acidity were low, which improves the sensorial quality.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz. Starch. Cianidric Acid. Cooking time.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Mandioca	14
2.1.1	Aspectos gerais	14
2.1.2	Condições ótimas para o cultivo.....	19
2.1.3	Época de colheita	20
2.2	Características das raízes.....	24
2.2.1	Umidade.....	24
2.2.2	Tempo de cozimento	25
2.2.3	Amido.....	26
2.2.4	Carotenoides.....	28
2.2.5	Vitamina C	30
2.2.6	Açúcares totais	31
2.2.7	Sólidos solúveis totais (SST).....	32
2.2.8	Ácido cianídrico	32
2.2.9	Acidez total titulável e pH.....	33
2.2.10	Polifenoloxidase	34
2.2.11	Peroxidase.....	35
2.2.12	Análise sensorial	36
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.1	Obtenção e preparação das raízes.....	37
3.2	Delineamento experimental	38
3.3	Análises	39
3.3.1	Umidade.....	39
3.3.2	Tempo de cozimento	40
3.3.3	Amido.....	41
3.3.4	Carotenoides.....	41
3.3.5	Vitamina C	42
3.3.6	Açúcares totais	42
3.3.7	Sólidos solúveis totais	42
3.3.8	Teor de ácido cianídrico	43
3.3.9	Acidez total titulável.....	44
3.3.10	pH.....	44
3.3.11	Polifenoloxidase	45
3.3.12	Peroxidase.....	45
3.3.13	Análise sensorial	45
3.4	Análise estatística.....	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5	CONCLUSÃO.....	61

REFERÊNCIAS	63
APÊNDICES	81
ANEXOS	117

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um alimento básico dos trópicos, constituindo-se numa das mais importantes fontes de carboidratos, sendo empregada na alimentação humana e animal, e na indústria de processamento por cerca de 500 milhões de pessoas em todo o mundo. No Brasil não é diferente e o consumo de raízes cruas e de produtos industrializados da mandioca é a base da alimentação de milhões de pessoas, sendo a planta também utilizada na alimentação animal. O país tem mantido a posição de segundo maior produtor mundial de mandioca nos últimos anos, tendo produzido em 2012, 24.836.537 mil t, com rendimento de 13,72 (t ha⁻¹).

A mandioca é cultivada em todas as regiões brasileiras e comercializada na forma crua, em hortifrutigranjeiros, supermercados, feiras e no comércio informal, sob a forma de farinha, fécula (biscoitos, bolos, pudins, molhos), polvilho azedo (biscoitos doces, salgados e pão de queijo), tapioca, amidos naturais ou modificados e outros produtos industrializados. Podem ser citados ainda os produtos regionais (beiju, tapioca, tucupi e tacacá); as mandiocas minimamente processadas, congeladas ou refrigeradas, pré-cozidas e congeladas e, mais recentemente, *french fries* e *chippys*, aumentando, assim, o consumo para fins culinários.

Embora o consumo de mandioca de mesa seja elevado, sua produção real é desconhecida, pois grande parte ocorre por exploração do tipo “fundo de quintal” e não passa por um processo organizado de comercialização. Seu cultivo é de grande importância social e econômica, em especial nas pequenas propriedades rurais (FUKUDA et al., 2005).

A mandioca é uma raiz originária da América do Sul, rica em carboidratos, principalmente amido, produzida em mais de 80 países, sendo o Brasil responsável por 15% da produção mundial e o estado do Pará, o mantenedor da posição de maior produtor nacional, nos últimos tempos.

A mandioca de mesa, conhecida também como macaxeira, aipim ou simplesmente mandioca, caracteriza-se por ter boas qualidades sensoriais e culinárias. Estes dois parâmetros estão relacionados diretamente com o tempo de cozimento, que deve ser o menor possível. Deve também apresentar baixos teores de glicosídeos cianogênicos. Quando comercializada, é escolhida pelos consumidores por apresentar melhores características principalmente em relação ao tamanho, à forma e à uniformidade das raízes. Outro aspecto observado também pelos consumidores é a cor das raízes, variando de branca a amarela, quando cozidas. As mandiocas de mesa, normalmente, são colhidas com 10 a 12 meses após o plantio, quando apresentam produtividade satisfatória, com um bom desenvolvimento das raízes.

A região Norte de Minas se encontra no polígono brasileiro das secas, uma grande extensão de terras onde inúmeros produtores dependem do ciclo das chuvas. A demanda por alternativas de cultivo que atendam a esse grupo de produtores rurais, principalmente de pequenas propriedades, é constante. Esta é uma grande região produtora e consumidora de mandioca e, por isso, existe a necessidade de pesquisas de genótipos com melhores qualidades tecnológicas em determinadas safras, bem como disponibilidade de raízes de boa qualidade o ano todo.

Visando oferecer soluções tecnológicas para o desenvolvimento do potencial agropecuário da região, a Unidade Regional EPAMIG Norte de Minas (URENM) vem atuando na região desde 1972. Atualmente, a URENM conta com cinco fazendas experimentais, localizados no Norte de Minas e no Vale do Jequitinhonha, como a Fazenda Experimental de Mocambinho (FEMO), localizada dentro do Perímetro Irrigado Jaíba, onde desenvolve pesquisas com a cultura da mandioca.

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar parâmetros, físicos químicos, nutricionais, tecnológicos e sensoriais de raízes de cultivares de

mandioca cultivadas em condições de sequeiro no Perímetro Irrigado de Jaíba, em diferentes épocas de colheita, visando selecionar as mais adequadas para cada época.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mandioca

2.1.1 Aspectos gerais

Originária da América do Sul, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) pertence à família Euphorbiaceae e constitui um dos principais alimentos energéticos para cerca de 500 milhões de pessoas, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde é cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico. Mais de 80 países produzem mandioca, e o Brasil participa com mais de 15% da produção mundial. Esta cultura é de fácil adaptação, por isso é cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os nove primeiros produtos agrícolas do país, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2010).

Segundo dados do Agriannual (2013), a região norte do país tem mantido a posição de maior produtora nacional de mandioca nos últimos anos, produzindo, em 2012, 7.630,333 t e Minas Gerais é o maior estado produtor na região sudeste, produzindo 797.864 t.

As cultivares de mandioca são classificadas em doces ou de “mesa”, também conhecidas como aipim, macaxeira ou mandioca mansa, normalmente utilizada para consumo humano e animal (SOUZA; FIALHO, 2003), cozidas, fritas, na forma de bolos e outras modalidades (CARVALHO et al., 1995) e amargas ou bravas, geralmente empregadas na indústria, para a produção de farinha e fécula (SOUZA; FIALHO, 2003), por, geralmente, possuírem maior teor de HCN, o que inviabiliza o consumo *in natura*. As mandiocas mansas não são utilizadas na fabricação de farinhas, pois, segundo Carvalho et al. (1995), originam um produto com sabor adocicado, de pouca aceitação no mercado.

A mandioca de mesa caracteriza-se por apresentar baixo teor de ácido cianídrico (HCN), abaixo de 50 mg kg^{-1} de polpa de raízes frescas. Níveis superiores a 100 mg kg^{-1} são verificados em genótipos denominados “bravos”, existindo ainda um terceiro grupo, classificado como intermediário, em que os teores de HCN estão entre 50 e 100 mg kg^{-1} (BORGES; FUKUDA; ROSSETTI, 2002).

A toxicidade do íon cianeto (CN^-) é conhecida há mais de dois séculos. Este íon inibe a respiração celular, atuando sobre as enzimas que contêm ferro (citocromo oxidase e catalase), impedindo que ocorra o consumo de oxigênio (PONCE, 2004). Por ingestão, a dose letal varia de 0,5 a $3,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (cianeto/massa corpórea) e, por inalação, a concentração crítica desse íon está em torno de $10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ de ar (FURTADO et al., 2007).

As consequências das intoxicações crônicas por glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca são diversas. Uma delas envolve o sistema nervoso e é chamada neuropatia atáxica tropical (TAN), que é representada por mielopatia, atrofia óptica bilateral, surdez bilateral e polineuropatia (MIDIO; MARTINS, 2000).

Segundo Cury (1998), o uso de descritores morfológicos, caracteres agrônômicos e bioquímicos, não indicaram uma distinção genética entre cultivares bravas e de mesa, ou entre grupos de cultivares de diferentes regiões de origem. Segundo Souza e Fialho (2003), o teor de HCN varia com a cultivar, com o ambiente e com o estado fisiológico da planta.

Segundo Costa e Morales (1994), aproximadamente 8.500 acessos de mandioca são mantidos no mundo, dos quais 7.500 na América do Sul. No Brasil, considerado o provável centro de origem e diversificação da espécie, já foram catalogados 4.132 acessos, os quais se encontram mantidos em coleções de trabalho e bancos ativos de germoplasma distribuídos em todo o país (FUKUDA; ALVES, 1987). Análises fitogenéticas do gênero *Manihot*,

realizadas por Shall et al. (1994), baseadas em marcadores moleculares, indicaram que a mandioca originou-se na América do Sul, mais precisamente na região nordeste do Brasil.

Para Fukuda et al. (2005), a cultivar melhorada de mandioca é considerada um dos principais componentes tecnológicos do sistema produtivo desse cultivo, por contribuir com incrementos de produtividade sem implicar em custos adicionais, o que facilita a sua adoção, especialmente por parte dos produtores de baixa renda. Além disso, vários problemas de pragas e doenças podem ser solucionados pelo uso de cultivares resistentes, sendo que, em alguns casos, cultivares resistentes constituem a única alternativa viável na solução de alguns problemas.

As cultivares de mandioca apresentam adaptação específica a determinadas regiões e dificilmente uma mesma cultivar comporta-se de forma semelhante em todos os ecossistemas (SOUZA; FIALHO, 2003). Segundo esses autores, um dos motivos para isso é o grande número de pragas e doenças que afetam o cultivo, restritas a determinados ambientes, o que justifica, em parte, a grande diversidade de cultivares utilizadas pelos agricultores de mandioca do Brasil.

Segundo Fukuda et al. (2005), em função dessa adaptação específica das cultivares de mandioca aos diferentes ecossistemas do país, foram estabelecidos a partir de 1994, sob a liderança da Embrapa Mandioca e Fruticultura, seis bancos regionais de mandioca, com os objetivos principais de prevenir a erosão genética da espécie *Manihot esculenta* dentro de cada ecossistema onde estão localizados e dar suporte aos programas de melhoramento regionais com a cultura.

Segundo Cardoso et al. (2004), os genótipos de mandioca utilizados pelos agricultores, na sua grande maioria, não têm origem conhecida, o que, em muitos casos, leva ao emprego de materiais com baixo potencial produtivo,

ocasionando menor rendimento de raízes. Segundo esses autores, em função dessa realidade, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos para avaliação e identificação dos genótipos mais indicados para cultivo, os quais contribuirão para maior produtividade e retorno econômico na exploração da cultura.

Kawano et al. (1978) conseguiram elevação imediata da produtividade de mandioca em até 100%, mediante a simples avaliação e seleção de cultivares, e Fukuda et al. (1983) chegaram a alcançar ganhos de até 130% em relação às cultivares tradicionais, também pela avaliação e seleção de cultivares. Segundo Fukuda (1986), apesar de se adaptarem às mais diferentes condições edafoclimáticas, os genótipos de mandioca apresentam elevada interação com o ambiente, indicando que dificilmente apresentam comportamento semelhante em ambientes diferenciados.

Deve-se considerar, nessa escolha do genótipo, a finalidade da produção. Além do teor de HCN, outros caracteres de natureza qualitativa também são importantes na seleção de genótipos para mesa, como o tempo de cozimento das raízes, que também varia de acordo com a cultivar, as condições ambientais e o estado fisiológico da planta. É comum cultivares de aipim ou macaxeira passarem um determinado tempo de seu ciclo “sem cozinhar”, o que é um fator crítico para o mercado *in natura* (SOUZA; FIALHO, 2003). Segundo esses autores, outras características referentes à qualidade, tais como ausência de fibras na massa cozida, resistência à deterioração pós-colheita, facilidade de descascamento das raízes e raízes bem conformadas, são também importantes para o mercado consumidor de mandioca para mesa e devem ser consideradas na escolha da cultivar.

Para Carvalho, Fukuda e Cardoso (2007), mesmo que seja difícil encontrar um genótipo que reúna todas as características desejáveis, podem-se selecionar cultivares com parte delas e, com o manejo da cultura, tentar aproximar o máximo possível do que se espera de um bom material a ser

indicado para os produtores. Para que se processe a seleção destes materiais, é fundamental dispor de uma ampla base genética que permita realizar a escolha daquelas cultivares que atendam às expectativas do mercado consumidor. Dessa forma, a formação de uma coleção de cultivares de raízes de mandioca é de importância estratégica, principalmente quando se trata de cultivares tradicionalmente utilizadas pelos agricultores, com parte das características apreciadas pelos consumidores.

Dentre os fatores abióticos que afetam o cultivo da mandioca no nordeste, o déficit hídrico destaca-se como a principal causa da baixa produtividade deste cultivo na região (FUKUDA; IGLESIAS, 1995). Uma estratégia capaz de reduzir os efeitos da seca sobre a produtividade da mandioca nessa região é o uso de cultivares mais tolerantes à seca. Uma ampla variabilidade genética de mandioca adaptada ao semiárido já foi identificada por Fukuda et al.(1992) e Fukuda e Iglesias (1995).

Segundo Fukuda et al. (2005), apesar dos esforços da pesquisa na geração e na seleção de novos clones de mandioca, com maior potencial produtivo, resistência a pragas e doenças e adaptação aos ecossistemas do nordeste, grande parte das cultivares geradas e recomendadas não foram adotadas pelos produtores e as cultivares mais usadas, atualmente, são aquelas selecionadas pelos produtores, tradicionais na região. Isso indica que altos rendimentos e resistência a pragas e doenças não são suficientes para se lograr uma rápida adoção de novas cultivares de mandioca. Presume-se que as cultivares geradas não tenham sido difundidas adequadamente ou, se o foram, não tiveram boa aceitação por parte dos produtores. Segundo esses autores, como demanda imediata para o melhoramento de mandioca no nordeste, pode-se citar a resistência à seca e à podridão de raízes, assim como outras doenças. A qualidade do amido para a indústria constitui uma das grandes prioridades para o melhoramento da mandioca, tanto a curto quanto a longo prazo.

2.1.2 Condições ótimas para o cultivo

Segundo Souza e Fialho (2003), o cultivo da mandioca concentra-se entre as latitudes 15°N e 15°S, sendo mais favoráveis as altitudes de até 600 a 800 m, com temperatura entre 20 °C e 27 °C (média anual), e cerca de 12 horas de luz por dia (dias com períodos de luz mais longos favorecem o crescimento da parte aérea e reduzem o desenvolvimento das raízes de reserva, enquanto os períodos diários de luz mais curtos promovem o crescimento das raízes de reserva e reduzem o desenvolvimento dos ramos). Para Alves (2006), o crescimento da planta de mandioca é favorecido quando a temperatura média anual é de 25 °C a 29°C, e as maiores taxas fotossintéticas ocorrem quando a temperatura está entre 30 °C e 40°C. Segundo esse autor, existe interação entre genótipo e temperatura para desempenho da planta quanto ao rendimento.

Para Souza e Fialho (2003), a faixa mais adequada de chuva está entre 1.000 e 1.500 mm ano⁻¹, bem distribuídos, porém, a mandioca é muito cultivada em regiões semiáridas, com 500 mm a 700 mm de chuva por ano ou menos, onde é importante adequar a época de plantio, para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses de cultivo. O suprimento adequado de água é essencial e crítico nas fases de enraizamento e tuberização, que vão do primeiro ao quinto mês após o plantio, e a falta de água nessas fases causa prejuízos irreversíveis no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção da cultura. Segundo esses autores, a deficiência de água, após os primeiros cinco meses de cultivo, quando as plantas já formaram suas raízes de reserva, não causa maiores reduções na produção. Segundo Alves (2006), a redução no rendimento de raízes depende da duração do déficit hídrico e da sensibilidade de um particular estágio de crescimento ao estresse. Para esse autor, um déficit hídrico de, pelo menos, dois meses nos estágios de iniciação e tuberização (primeiros cinco meses após o plantio), pode reduzir o rendimento de raízes de 32% a 60%.

Segundo Souza e Fialho (2003), como o principal produto da mandioca são as raízes tuberosas, ela necessita de solos profundos e friáveis, sendo ideais os solos arenosos ou de textura média, por possibilitarem um fácil crescimento das raízes, pela boa drenagem e pela facilidade de colheita. É importante observar o solo em profundidade, pois a presença de uma camada argilosa ou compactada imediatamente abaixo da camada arável pode limitar o crescimento das raízes, além de prejudicar a drenagem e a aeração do solo. Para Souza, Souza e Gomes (2006), recomendam-se, para o cultivo da mandioca, os solos enquadrados nas classes “profundo” (1,0 a 2,0 m) e “muito profundo” (mais de 2,0 m). Quanto à textura, esses autores sugerem que sejam utilizados solos arenosos ou de textura média, que apresentem menor coesão entre suas partículas, facilitando o crescimento e o engrossamento das raízes e maior volume de poros, o que melhora a drenagem e diminui a resistência do solo na colheita.

2.1.3 Época de colheita

O início da colheita da mandioca depende de fatores técnicos, ambientais e econômicos (SOUZA; FIALHO, 2003). Estes autores citam, como fatores técnicos, ciclo das cultivares (precoces – 10 a 12 meses; semiprecoces – 14 a 16 meses; e tardias – 18 a 20 meses), objetivo do produto (mandioca de mesa colhida de 8 a 14 meses; para indústria entre 18 a 24 meses), ocorrência de pragas ou doenças (podem antecipar ou retardar a colheita), condições em que se encontram as diferentes glebas na ocasião da colheita (infestação de plantas daninhas, recuperação do ataque de mandarovás e/ou de ácaros, já tendo ocorrida a reposição do amido consumido na reconstituição da parte aérea danificada) e sistema de plantio em relação às condições de umidade do solo (em covas ou camalhões, as raízes de reserva se desenvolvem mais

superficialmente em relação ao nível do solo, o que não acontece quando o plantio é em sulcos).

Quanto aos fatores ambientais, Souza e Fialho (2003) citam as condições de solo e clima, que determinam as facilidades e as dificuldades ao arranquio das plantas (nas regiões em que predominam indústrias de produtos de mandioca a colheita é feita, geralmente, nos períodos secos e quentes ou secos e frios, entre as estações chuvosas, pois as raízes apresentam suas qualidades desejáveis em seu mais alto grau). No norte e nordeste, onde a mandioca é considerada produto de subsistência, a colheita ocorre o ano inteiro, para atender ao consumo e à comercialização nas feiras livres. O estado das estradas e dos caminhos de acesso ao mandiocal também é um fator importante.

Já como fatores econômicos, Souza e Fialho (2003) citam: situação do mercado e dos preços dos produtos, disponibilidade de mão-de-obra e de recursos de apoio (a colheita é a operação do sistema de produção que requer maior emprego do elemento humano, sendo mais dificultada em solo endurecido, com cultivar ramificada e com maior infestação de ervas daninhas - um homem colhe 600 a 800 kg de raízes em oito horas, podendo alcançar até 1.000 kg se em solo mais arenoso, limpo e com boa produção por planta) e premência de tempo (em casos em que, por exemplo, compromissos financeiros ou de âmbito contratual devem ser satisfeitos dentro da época preestabelecida, apesar de não combinarem com a época da colheita da mandioca).

A determinação da época de colheita é fator essencial no rendimento das cultivares. O desconhecimento do ciclo pode acarretar prejuízos aos produtores, pois, se a mandioca for colhida cedo, ocorre perda de produtividade, por ainda não ter atingido o máximo de acúmulo de matéria seca e, se colhida tarde, o índice de podridão radicular, causada pelo fungo *Phytophthora drechsleri* Toker, aumenta, além de manter a área ocupada por tempo superior ao necessário (MOURA, 1998). Carvalho, Chagas e Botrel (1993) constataram que, aos 20

meses após o plantio, as seis cultivares avaliadas apresentaram alta produtividade de raízes, maiores teores de amido e menor teor de umidade. No entanto, Moura (1998), avaliando cultivares e épocas de colheita de mandioca no Acre, verificou que a melhor época de colheita é condicionada ao genótipo.

Borges, Fukuda e Rossetti (2002) avaliaram 26 cultivares de mandioca de mesa (com teores de cianeto inferiores a 100 mg kg^{-1} de polpa crua), colhidas em três épocas (8, 10, e 12 meses após o plantio). Foram determinados os teores de matéria seca e de amido na raiz, pelo método da balança hidrostática (GROSSMAN; FREITAS, 1950). O teor de cianeto foi determinado em amostras de raízes colhidas aos 10 meses após o plantio, por meio do método titulométrico (TELES, 1972) e enzimático de Cooke, modificado por O'Brien, Taylor e Poulter (1991).

Avaliou-se o tempo de cocção de pedaços de 5 cm de polpa, de três raízes de cada cultivar, colocados em água fervente e, periodicamente, espetados com garfo para verificar o grau de cozimento. A cocção foi considerada adequada quando o cozimento da polpa ocorreu em, no máximo, 30 minutos, após a imersão na água fervente (WHEATLEY, 1987). A deterioração pós-colheita foi avaliada em raízes colhidas aos 10 meses após o plantio, para verificar a conservação entre o primeiro e o sexto dia de armazenamento, sob condições ambiente. Diariamente, um lote de dez raízes foi cortado em rodela finas, para a determinação da porcentagem de deterioração fisiológica observada ao longo das raízes, conforme uma escala de notas de zero (ausência de deterioração) a cinco (100% de deterioração), proposta por Wheatley (1987).

Borges, Fukuda e Rossetti (2002) constataram que os teores de amido, de matéria seca e a produtividade das raízes variaram significativamente entre as cultivares, assim como entre os anos agrícolas e as épocas de colheita. Onze cultivares destacaram-se pelo elevado teor de amido (30,86% a 33,55%) e de matéria seca (35,59% a 38,20%) e pela boa produtividade (18,73 a $25,31 \text{ t ha}^{-1}$).

Os coeficientes de correlação baixos e não significativos entre os teores de matéria seca e de amido com a produtividade de raízes, respectivamente ($r = 0,0814$ e $r = 0,0549$), indicam não haver relação direta entre essas variáveis. As cultivares apresentaram menor teor de amido e de matéria seca aos 10 meses, enquanto a produtividade aumentou de forma crescente até os 12 meses após o plantio. Os teores de cianeto situaram-se dentro dos limites aceitáveis para consumo fresco (abaixo de 100 mg kg^{-1} de polpa crua), enquanto, pelo método enzimático, quatro cultivares apresentaram teores acima de 100 mg kg^{-1} de polpa crua, sendo, portanto, consideradas impróprias para consumo na forma de raízes frescas, segundo a classificação de Bolhuis (1954). O método enzimático foi mais eficiente na quantificação do cianeto das raízes, uma vez que, em média, sua precisão foi 50% superior à do método titulométrico.

Quanto ao período de cocção, Borges, Fukuda e Rossetti (2002) não detectaram diferença significativa entre os anos agrícolas e entre as épocas de colheita, mas foram observadas diferenças entre as cultivares: apenas 18 apresentaram cocção adequada, isto é, em até 30 minutos, mas somente oito cultivares apresentaram cozimento adequado aos 8, 10 e 12 meses após o plantio. A deterioração pós-colheita das raízes diferiu entre as cultivares após o sexto dia de armazenamento e variou entre 46,64% e 89,36%, mostrando que todas foram suscetíveis à deterioração na pós-colheita, quando armazenadas sob condições ambiente. A análise de correlação foi positiva, entre a matéria seca e o amido ($r = 0,9826$) e entre a época de colheita e tempo de cocção ($r = 0,7304$). A correlação entre amido e cocção foi negativa ($r = -0,0570$). Esses resultados indicam que o cozimento não está diretamente relacionado com o teor de amido da raiz.

Em trabalho realizado por Mendonça, Moura e Cunha (2003), foram avaliados dez genótipos de mandioca, no Acre, em quatro épocas de colheita (8, 10, 12 e 14 meses após o plantio, respectivamente nos meses de junho, agosto,

outubro e dezembro), plantados em 1999 e 2000, utilizando-se manivas de 20 cm de comprimento. As raízes da quarta época de colheita (14 meses) apresentaram teores de amido e porcentagem de matéria seca intermediários. O teor de amido e a porcentagem de matéria seca foram maiores nas duas primeiras épocas de colheita (8 e 10 meses após o plantio). Esses resultados discordam dos de Fukuda e Borges (1990) e Moura (1998), os quais obtiveram acréscimos nessas variáveis quando a colheita foi realizada mais tardia. O teor de amido e a resistência à podridão radicular variam em razão dos genótipos e das épocas de colheita. Segundo Conceição (1979), o teor de amido em mandiocas varia de 21% a 33%, sendo particularmente importante naquelas a serem industrializadas, quando o ideal é que a cultivar apresente pelo menos 30% de amido.

2.2 Características das raízes

2.2.1 Umidade

A determinação de umidade nos alimentos é de grande importância, pois a água exerce influência acentuada em várias de suas características, como aparência, sabor, estrutura, susceptibilidade e deterioração dos alimentos. A água solubiliza compostos importantes, como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos. Logo, o conhecimento do teor de umidade dos alimentos é de extrema importância (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A preservação do alimento pode depender do teor de umidade presente no material. Além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, têm-se que levar em consideração os respectivos teores de matéria seca.

Usualmente, o conteúdo de água de um alimento é expresso pelo valor obtido na determinação da água total contida no mesmo. Entretanto, esse valor não fornece indicações de como está distribuída a água, como também não permite saber se toda a água está ligada do mesmo modo ao alimento (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Existem, pelo menos, dois tipos de água num alimento: um, que se denomina água livre, água fracamente ligada ao substrato, e que funciona como solvente, permitindo o crescimento dos microrganismos e reações químicas e que é eliminada com relativa facilidade, e outro, a água combinada, fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e que não é utilizada como solvente e, portanto, não permite o desenvolvimento de microrganismos e retarda as reações químicas (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A perda de água da raiz de mandioca durante o armazenamento reflete negativamente no desenvolvimento inicial da descoloração vascular (MARRIOT; BEEN; PERKUINS, 1978). Portanto, a umidade afeta a deterioração (RICKARD, 1984).

Quando raízes são armazenadas sob baixa umidade relativa, há o desenvolvimento de uma camada branca seca, de alguns milímetros de espessura, durante as primeiras 72 horas, observando-se também o estriamento vascular ou descoloração ao longo das raízes (RICKARD, 1985). Para umidades relativas altas, ocorrem condensação da água na superfície do produto e infestação por uma grande quantidade de patógenos, com conseqüente morte dos tecidos.

2.2.2 Tempo de cozimento

As cultivares de mandioca apresentam variações no tempo de cozimento, (BORGES; FUKUDA, 1989; BORGES et al., 1992) e foi demonstrado em

estudos que este fator varia com o tipo de solo, a cultivar e a idade da planta (BORGES; FUKUDA, 1989; FUKUDA; BORGES, 1990)

O tempo de cozimento é uma característica fundamental para a seleção de uma cultivar, sendo preferida aquela que apresenta menor tempo de cozimento (FUKUDA; BORGES, 1990).

A variabilidade e a instabilidade do tempo de cozimento das raízes de mandioca não são bem conhecidas (LORENZI, 1994). As variáveis relacionadas ao cozimento que têm tido maior importância no setor da pesquisa são a textura, a plasticidade e a pegajosidade da massa cozida, pois interferem diretamente na maioria das receitas culinárias preparadas com mandioca (PEREIRA; LORENZI; VALLE, 1985). Entretanto, Lorenzi (1994) afirma que estas variáveis estão associadas à duração do tempo de cozimento e, quanto menor esse tempo, melhores as qualidades sensoriais da massa gerada.

O uso do cozedor Mattson na metodologia para a determinação do tempo de cozimento propiciou uma avaliação mais objetiva do que a proposta por Pereira, Lorenzi e Valle (1985), e seguida por Fukuda e Porto (1988), Carvalho et al. (2000), Lorenzi e Dias (1993) e Lorenzi et al. (1996a), em que o cozimento era avaliado de forma subjetiva, com auxílio de um garfo.

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; CARVALHO; FUKUDA, 1992).

2.2.3 Amido

O amido armazenado e extraído das raízes de mandioca é classificado como um polissacarídeo. É uma substância que proporciona de 70% a 80% das calorias consumidas pelos seres humanos. As mais importantes fontes potenciais

do amido são os grãos de cereais (40% a 90% do seu peso seco), legumes (30% a 70% do seu peso seco) e os tubérculos (65% a 85% do seu peso seco) (FREITAS et al., 2003). São compostos de macromoléculas lineares e ramificadas (CEREDA et al., 2001), conhecidas como amilose (Figura 1) e amilopectina (Figura 2). A amilose é uma molécula linear composta por unidades de D-glucose ligadas em α , 1-4. Já a amilopectina é altamente ramificada e composta por unidades de D-glucose ligadas em α , 1-4 e com 5% a 6% de ligações α , 1-6 nos pontos de ramificação. É também chamado de fécula, quando seco em secadores, polvilho doce ou goma, quando seco ao sol, sendo obtido por meio do processamento de raízes de mandioca devidamente limpas, descascadas, trituradas, desintegradas, purificadas, peneiradas, centrifugadas, concentradas, desidratadas e secas (BOURSIER, 1994).

É um produto extremamente versátil, sendo largamente empregado na indústria de alimentos, têxtil e farmacêutica (ARIENT et al., 2005). Devido ao baixo custo, o amido é muito utilizado pela indústria alimentícia como ingrediente calórico e como melhorador de propriedades físico-químicas. Diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no armazenamento (vida útil), são alteradas e, até mesmo, controladas com o uso do amido. Pode também ser usado para ligar ou desintegrar, expandir ou adensar, clarear ou tornar opaco, reter a umidade, produzir textura lisa ou polposa e coberturas leves ou crocantes. Também serve tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo (CEREDA et al., 2001).

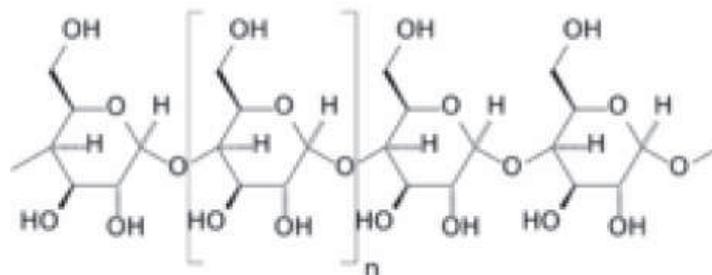


Figura 1 Estrutura da amilose

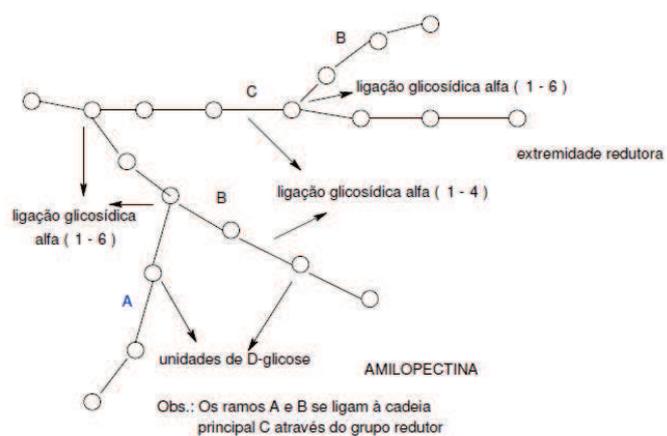


Figura 2 Estrutura da amilopectina

2.2.4 Carotenoides

Devido à importância da mandioca na dieta da população brasileira, o programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF) e o programa HarvestPlus têm investido em pesquisas visando à obtenção de cultivares de mandioca com boa produtividade, alto teor de pró-vitamina A e apropriada para o consumo (OLIVEIRA et al., 2009).

Dos carotenoides existentes destaca-se o betacaroteno, molécula precursora da vitamina A, em que a simetria da molécula de β -caroteno sugere que a clivagem ocorre na posição central da molécula, produzindo duas moléculas de vitamina A, e essa conversão ocorre naturalmente no fígado (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004, MOHAMED, 2001). A carência desta vitamina é uma das maiores deficiências nutricionais da população mundial, sendo também um problema que afeta os brasileiros, principalmente aqueles de zonas rurais e, especialmente, em regiões semiáridas (SOUZA; VILLAS BOAS, 2002). Efeitos benéficos de carotenoides contra cânceres, doenças de coração e degeneração macular foram reconhecidos e estimularam intensas investigações sobre o papel desses compostos como antioxidantes e como reguladores de resposta do sistema imune (UENOJO; MARÓSTICA JUNIOR; PASTORE, 2007).

As cultivares BRS Gema de Ovo e BRS Dourada, lançadas pela Embrapa, em dezembro de 2005, têm como principal característica a alta concentração de betacaroteno precursor de vitamina A, e permitem a produção de farinha fina amarela (farinha de copioba), dispensando o uso de corantes, normalmente utilizados pelos agricultores para dar coloração amarela ao produto (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005). Podem ser utilizadas tanto cozidas, fritas em forma de chips ou palito, em bolos e pudins; o cozimento é rápido, tem sabor doce e não têm fibras. A ‘Gema de Ovo’ e a ‘Dourada’ são utilizadas, principalmente, para consumo cozido e para farinha. Segundo informações da Embrapa, citadas no site Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2005), a cultivar BRS Dourada é originária do município de Maragogipe, no estado da Bahia, enquanto a ‘BRS Gema de Ovo’ é originária do estado do Amazonas, sendo resultante de um trabalho de pesquisa desenvolvido em parceria com o Programa de Biofortificação de Produtos Agrícolas para Melhor Nutrição Humana (HarvestPlus), que tem como objetivo

melhorar a qualidade nutricional das principais culturas alimentares (com teores mais elevados de ferro, zinco e pró-vitamina A), adaptadas a zonas carentes, em todo o mundo.

Essas cultivares de coloração amarela, além de apresentarem qualidade para o consumo de mesa, têm cerca de $4\mu\text{ g}^{-1}$ de polpa fresca de carotenóides totais na raiz (FUKUDA et al., 2005). Visto que a ocorrência de deficiência de vitamina A ocorre, principalmente, em regiões do nordeste brasileiro, a cultura da mandioca surge como alternativa viável no combate à fome nutricional deste nutriente devido à mandioca já fazer parte do hábito alimentar destas populações.

2.2.5 Vitamina C

A vitamina C foi, durante muito tempo, conhecida como o nutriente essencial que prevenia a doença causada pela sua deficiência, o escorbuto. Sua importância aumentou ao longo do tempo, principalmente pelas descobertas do seu potencial antioxidante. É conhecida como ácido ascórbico, L-ácido ascórbico, ácido de-hidroascórbico, ascorbato e vitamina antiescorbútica (COZZOLINO, 2012).

Cerca de 90% das necessidades de vitamina C (ácido ascórbico) do homem advêm de frutos e hortaliças. Sua quantificação é importante, principalmente para padronização dos sucos. Deve ser doseado como vitamina C total, ou seja, ácido ascórbico + ácido de-hidroascórbico, porque ambas as formas têm atividade vitamínica (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Segundo Cheftel e Cheftel (1992), durante armazenamento prolongado, há diminuição no teor de ácido ascórbico, devido à rápida conversão deste ácido em ácido de-hidroascórbico, na presença da enzima ácido ascórbico oxidase.

A estrutura química do ácido ascórbico assemelha-se à de um monossacarídeo, apresentando extraordinário poder redutor, devido à sua configuração dienólica, $C(OH)=C(OH)$, redutona ou enediol (VILAS BOAS, 1999).

A tendência de oxidação de polifenóis a quinonas é regulada pela presença de ácido ascórbico e outros antioxidantes que impedem o acúmulo destas últimas, forçando o equilíbrio para o lado dos polifenóis (FONSECA et al., 1974).

A vitamina C pode ser facilmente oxidada, sendo a intensidade do processo dependente de fatores como luz, temperatura, presença de enzimas oxidantes ou catalisadores metálicos.

2.2.6 Açúcares totais

Um importante atributo associado à qualidade nas raízes é o sabor. O conteúdo e a composição de açúcares têm papel fundamental neste atributo sensorial (CARVALHO et al., 2000).

Os açúcares são tidos como indicadores do grau de maturidade dos frutos. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitaminas C, aminoácidos e algumas pectinas (SILVA, 1997).

Os açúcares mais comumente encontrados na fração solúvel dos carboidratos são sacarose, maltose, frutose, glicose e traços de manose (KETIKU; OYENUGA, 1972).

2.2.7 Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais são tidos como indicadores do grau de maturidade e estão relacionados com o sabor dos frutos. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitaminas C, aminoácidos e algumas pectinas (SILVA, 1997).

Os SST, na maioria das vezes, aumentam com o transcorrer do processo de maturação das raízes, por biossíntese, degradação de polissacarídeos ou perda de água dos frutos, resultando em maior concentração dos mesmos. Já a perda varia com a taxa de respiração, uma vez que os sólidos são substratos utilizados no processo respiratório (FILDLER; NORTH, 1966).

2.2.8 Ácido cianídrico

Várias espécies alimentícias no reino vegetal são cianogênicas. Estas são consideradas produtos do metabolismo secundário das plantas, gerando a produção de compostos tóxicos para a sua proteção contra patógenos e pragas (JONES, 1998). As diversas cultivares de mandiocas existentes são classificadas em mansas e bravas, conforme o conteúdo de ácido cianídrico (HCN) que elas possuam, tornando-as tóxicas ou não (PEREIRA; LORENZI; VALLE, 1985).

As plantas de mandioca possuem glicosídeos cianogênicos linamarina 95% e lotaustralina 5%, e a enzima linamarase (α -glicosidase) é responsável pela hidrólise destes compostos cianogênicos, que resulta na liberação de CN (cianeto), princípio ativo venenoso responsável pelas intoxicações em animais e seres humanos (MCMAHON; WHITE; SAYRE, 1995). A linamarina e a lotaustralina são acumuladas na mandioca tanto nas raízes como nas folhas, em proporções de aproximadamente 93:7 (MCMAHON; WHITE; SAYRE, 1995).

Embora não haja a transformação do HCN na planta, existem enzimas presentes no trato digestivo dos animais e seres humanos que têm a capacidade de ativar essa transformação, podendo surgir sintomas de intoxicação, dependendo da quantidade e tipo de alimento ingerido (CAGNON; CEREDA; PANTAROTTO, 2002). O conhecimento da toxicidade da planta limita o seu emprego, tanto na alimentação humana como na animal. As técnicas de processamento industrial para a diminuição do princípio tóxico baseiam-se na dissolução em água ou na volatilização, envolvendo processos como maceração, embebição em água, fervura, torrefação ou fermentação das raízes de mandioca ou, ainda, a combinação desses processos (CAGNON; CEREDA; PANTAROTTO, 2002).

Teores de glicosídeos cianogênicos em raízes são mais concentrados na casca correspondendo a 60% (NORMANHA, 1956).

As raízes classificadas como mandiocas de mesa devem apresentar baixos teores de HCN (LORENZI et al., 1996a; LORENZI et al., 1996b; MAHUNGU, 1987), pois este, em altas concentrações, podem conferir sabor amargo às raízes e, ainda, representar risco de toxicidade para os consumidores (COURSEY, 1973; PEREIRA; PINTO, 1962; FURTADO et al., 2007).

2.2.9 Acidez total titulável e pH

Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais podem se encontrar na forma livre ou esterificada (metila, propila, hexila, etc.) e os ácidos fracos livres, na presença de seus sais de potássio, apresentam pequena variação no pH, em função do equilíbrio estabelecido no sistema. Na célula, esses ácidos encontram-se associados com seus sais de potássio e constituem-se de sistemas tampões, que têm importante papel, particularmente na atividade enzimática.

A capacidade-tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH. Contudo, numa faixa de concentração de ácidos entre 2,5% e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizada como indicativo dessa variação. Uma pequena variação nos valores de pH é bem detectável nos testes sensoriais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Juntamente com os açúcares, os ácidos orgânicos são utilizados como substratos para o fornecimento de carbono e para a produção de energia nas diferentes fases do ciclo vital dos produtos vegetais. Eles se encontram em concentrações relativamente elevadas em alguns tecidos (VILAS BOAS, 1999).

Os ácidos orgânicos correspondem a compostos de 1 a 3 grupos carboxílicos (COOH), responsáveis pelas propriedades acídicas e que liberam H^+ . Dessa forma, podem ser encontrados na forma livre ou combinados com sais, ésteres, glicosídeos ou outros compostos. São sintetizados por meio de oxidação, descarboxilação ou carboxilação de outros ácidos orgânicos ou açúcares (VILAS BOAS, 1999).

2.2.10 Polifenoloxidase

A polifenoloxidase é uma enzima que causa escurecimento enzimático no tecido vegetal, quando este é rompido e a reação não é controlada. O escurecimento é iniciado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenóis oxidases, sendo o produto inicial da oxidação a quinona, que rapidamente se condensa, formando pigmentos escuros insolúveis, denominados melanina (ARAÚJO, 2008).

A coloração azul nas raízes de mandioca é relacionada com a ação da polifenoloxidase, devido ao rompimento dos tecidos, ocasionado por dano mecânico. A polifenoloxidase atua sobre o substrato disponível, acelerando o

escurecimento e, conseqüentemente, a deterioração (BEZERRA apud RICHARDSON, 1976).

2.2.11 Peroxidase

As peroxidases catalisam reações redox em vegetais, usando tanto o peróxido de hidrogênio como o oxigênio como aceptores de hidrogênio. Seu mecanismo de ação é baseado na formação de complexos enzima-doador de hidrogênio. É encontrada em membranas e organelas das células vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Acredita-se que uma das funções da peroxidase seja a de proteger os tecidos animal e vegetal contra os efeitos tóxicos do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) formado durante o metabolismo celular, pois a remoção do H_2O_2 da célula evita a formação do oxigênio singlete pela reação com o O_2^- (ARAÚJO, 1995). Esta enzima utiliza o H_2O_2 para oxidar seus substratos e tem o grupo prostético ferriprotoporfirina IX (Fe^{+++}), o qual influencia as reações, as quais catalisam (ARAÚJO, 1995).

As peroxidases apresentam numerosas funções fisiológicas e na forma de múltiplas isoenzimas aniônicas ou catiônicas, que atuam sobre diferentes substratos. Portanto, sua atividade está diretamente ligada a modificações tanto nos atributos sensoriais (escurecimento, endurecimento e sabores estranhos) como na perda do valor nutricional (diminuição da atividade vitamínica do ácido ascórbico) dos produtos hortícolas. Tem função relacionada aos processos de desenvolvimento e de senescência nos tecidos. A sua atividade aumenta significativamente após a colheita, quando uma gama de compostos torna-se suscetível à sua ação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Estresse fisiológico, ferimentos, infecções fúngicas e viróticas ocasionam mudanças na atividade das isoenzimas peroxidativas (ROBINSON; ESKIN, 1991).

O pH ótimo para a atividade da peroxidase varia com a fonte, oscilando de 3,0 a 7,0. A atividade da enzima pode deteriorar frutos e hortaliças em temperaturas baixas, como -18 °C (BEZERRA, 2000).

2.2.12 Análise sensorial

A análise sensorial é, hoje, uma das ferramentas largamente aplicadas em produtos alimentícios, visando conhecer a aceitação de diversos produtos de consumo em diversas áreas.

Costa (2005) afirma que a investigação da relação das formas de processamento dos alimentos com a impressão que elas causam no consumidor é feita por meio da análise sensorial. Ferreira et al. (2000) descrevem a análise sensorial como uma ciência que utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para medir, quantificar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos.

As mandiocas de mesa caracterizam-se por apresentar boas qualidades sensoriais e culinárias, ambas extremamente influenciadas pelas condições ambientais e as práticas culturais. Quando destinadas a mercados organizados, são exigidas características como o tamanho, a forma e a uniformidade das raízes.

A cor da polpa das raízes pode variar de branca a amarela, sendo importante atender às preferências dos mercados locais. O consumidor prefere raízes macias, com menor quantidade de fibras, sendo que maior teor de amido confere melhor sabor às raízes cozidas e às farinhas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção e preparação das raízes

As análises foram realizadas nos laboratórios de Grãos, Raízes e Tubérculos, e de Produtos Vegetais, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

As raízes foram cedidas pela Unidade Regional do Norte de Minas Gerais (URENM), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). O experimento utilizado como fonte localizava-se na Fazenda Experimental de Mocambinho (FEMO), dentro do Perímetro Irrigado de Jaíba, Jaíba, MG.

Foram coletadas três plantas de cada repetição, em cada uma das épocas de colheita e avaliadas. Todas as raízes destas plantas colhidas foram encaminhadas à UFLA ainda com solo aderido à casca, no dia seguinte ao da colheita.

As épocas de colheita das raízes estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 Colheita das raízes de mandioca em diferentes épocas

Épocas de avaliações	Meses após o plantio	Data da colheita
Primeira colheita	11,2 (~ 11)	19/11/2009
Segunda colheita	13,9 (~ 14)	8/2/2010
Terceira colheita	17,0	10/5/2010
Quarta colheita	20,0	9/8/2010

Plantio realizado em 22/12/2008

As raízes foram preparadas, sendo primeiramente lavadas com auxílio de uma escova para a retirada de sujidades advindas do campo. Logo depois, foram sanificadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm), por 15 minutos. Em seguida, estas raízes foram descascadas e novamente submetidas à sanificação por imersão em hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos. A seguir, foram cortadas em pedaços de cinco cm e submersas em água potável, para evitar o escurecimento, até serem acondicionadas em plásticos e levadas ao congelamento em freezer, a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, para a posterior realização de algumas análises físico-químicas.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído de 21 cultivares, com três repetições, para cada época de colheita das raízes.

Os tratamentos foram codificados de T1 a T21, sendo:

- a) T1 = Amarelinha
- b) T2 = 347
- c) T3 = IAC 712
- d) T4 = 12818
- e) T5 = IAC 127
- f) T6 = Mico
- g) T7 = 356
- h) T8 = 141
- i) T9 = Abacate
- j) T10 = Olho Roxo
- k) T11 = Gema de Ovo
- l) T12 = Dourada

- m) T13 = 266
- n) T14 = Paulistinha
- o) T15 = Prato Cheio
- p) T16 = IAC 1418
- q) T17 = Cidade Rica
- r) T18 = 118
- s) T19 = 361
- t) T20 = Engana Ladrão
- u) T21 = Olho Roxo Local

As cultivares BR-Dourada e BR-Gema de Ovo são materiais novos desenvolvidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura e a cultivar Olho Roxo Local é um material plantado pelos produtores da Região do Perímetro Irrigado do Jaíba, atualmente. Todas as outras cultivares são provenientes de coleções antigas da EPAMIG (décadas de 1970 e 1980), resgatadas por terem mostrado tolerantes à seca ao longo do tempo, mas não completamente conhecidas e caracterizadas.

3.3 Análises

3.3.1 Umidade

O teor de umidade das raízes trituradas foi determinado gravimetricamente por pré-secagem em estufa, a 65 °C, seguida por secagem, a 105 °C, até peso constante. Os resultados foram expressos em $\text{g } 100^{-1}$ (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 2000).

3.3.2 Tempo de cozimento

O tempo de cozimento foi determinado em um cozedor de Mattson (Figura 1) modificado e adaptado para avaliar cozimento de mandioca (OLIVEIRA et al., 2001). O equipamento é feito em aço inox, composto de 24 pinos. A calibração é feita no topo de cada pino, em que uma cápsula de 40 g é rosqueada.

As raízes frescas descascadas foram cortadas em toletes com 3 cm de comprimento. Com o auxílio de uma máquina manual de cortar legumes, com grade de 10 mm, foram cortados palitos de mandioca de 10 mm x 10 mm x 30 mm.

Em um recipiente metálico foram fervidos 1 L de água destilada e colocado o cozedor de Mattson com 24 palitos de mandioca, as quais foram preparadas da seguinte maneira: cada um dos palitos cortados de mandioca foi colocado em uma das cavidades da placa inferior do aparelho, sob a ponta de um dos pinos de metal. O tempo de cozimento foi cronometrado e definido pela queda do 13º pino que perfura a amostra de mandioca.

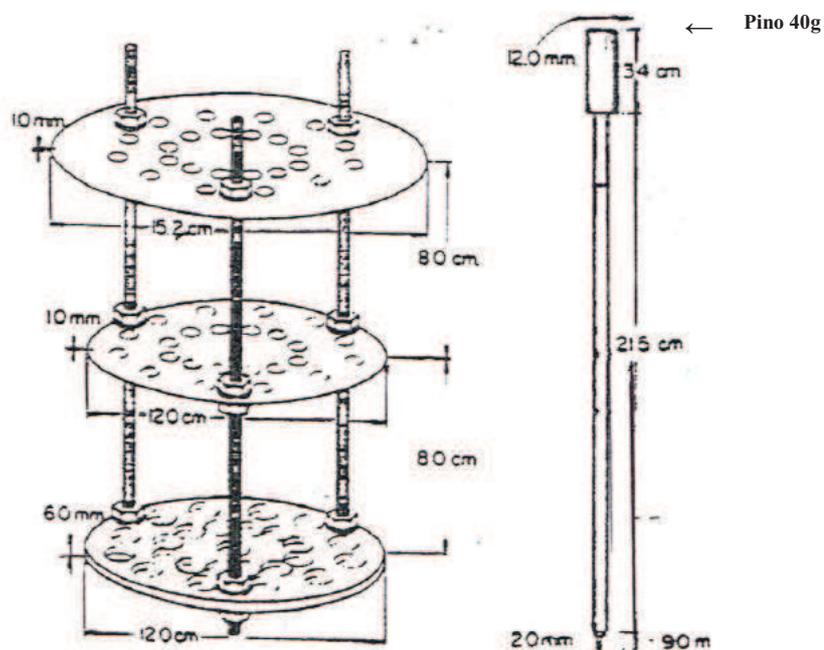


Figura 4 Cozedor de Mattson adaptado para mandioca

3.3.3 Amido

O amido foi extraído por hidrólise ácida segundo a técnica da Association of Official Agricultural Chemists (2000), determinado pelo método de Somogy modificado por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em $g\ 100^{-1}$.

3.3.4 Carotenoides

Os carotenóides foram determinados de acordo com a técnica de Rodrigues-Amaya e Kimura (2004). Pesaram-se 5 g de amostra, adicionaram-se 35 mL de acetona e, em seguida, triturou-se em homogeneizador de amostras

(politron). O material foi filtrado e lavado com 80 mL de acetona. O filtrado foi colocado em funil de separação, juntamente com 100 mL de água destilada e 30 mL de éter de petróleo. Esta etapa foi repetida por mais três vezes, sem o éter de petróleo. O sobrenadante foi colocado em um balão volumétrico de 50 mL e completou-se o volume com éter de petróleo.

O conteúdo de carotenoides totais foi determinado por medida da absorbância, a 450 nm e calculado utilizando-se o coeficiente do β -caroteno ($A^{1\%}_{1\text{cm}} = 2592$). Os resultados foram expressos em μ^{-1} .

3.3.5 Vitamina C

Determinou-se a vitamina C pelo método colorimétrico, com 2,4-dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967).

3.3.6 Açúcares totais

Os açúcares totais foram quantificados pelo método de antrona (DISCHE, 1962).

3.3.7 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais foram determinados utilizando-se o mesmo extrato preparado para na análise do pH por refratometria, com refratômetro digital PR 100-ATAGO com compensação de temperatura automática. Os resultados foram expressos em °Brix (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1990).

3.3.8 Teor de ácido cianídrico

O teor de cianeto foi determinado em amostras de raízes, por meio do perfil fitoquímico qualitativo e calculado conforme descrito por Haque e Bradbury (2001).

Preparação do papel reativo de picrato de sódio:

- a) papel de filtro;
- b) solução de ácido pícrico 1%: pesar 1 g de ácido de pícrico e completar para 100 ml em balão volumétrico;
- c) solução de carbonato de sódio 10%: pesar 10 g de carbonato de sódio e completar para 100 ml em balão volumétrico;
- d) embeber o papel filtro na solução de ácido pícrico e deixar secar dentro de uma placa de Petri, durante 24 horas, à temperatura ambiente;
- e) depois de seco o papel, repetir o procedimento com carbonato de sódio, por 24 horas.

Cortar o papel picrato de sódio com 3 cm de largura. O comprimento é o mesmo do papel filtro.

Análise

Foram pesados 3 g de raízes de mandioca descongeladas.

Após a pesagem, elas foram trituradas em politron com 15 mL de água destilada e colocadas em frasco de polietileno com tampa (na tampa são afixadas as tiras do papel picrato com fita adesiva, tomando-se o cuidado de não deixar o

papel entrar em contato com a amostra), tampou-se, deixando em repouso por 24 horas.

- a) Passadas 24 horas, retirou-se o papel pícrico (quanto mais avermelhado o papel estiver maior a presença de HCN) e colocou-se em tubos de ensaio contendo 5 mL de água destilada. Após 3 horas, foi realizada a leitura da solução dos tubos em espectrofotômetro com comprimento de onda de 510 nm.

Cálculo

$$\text{HCN (ppm)} = 396 \times \text{absorção} \times 100/3000 \text{ (tomada de ensaio)}$$

3.3.9 Acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada com o mesmo extrato utilizado na análise de pH, por titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,3, de acordo com técnica descrita por Cecchi (2003) e expressa em mL de NaOH 0,1 N 100g⁻¹ de amostra.

3.3.10 pH

Pesaram-se 10 g de amostra seca macerada, misturando-se em 100 mL de água destilada. A suspensão foi agitada em agitador magnético, durante 10 minutos e determinou-se o pH utilizando-se um potenciômetro Tecnal segundo a técnica da AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1990).

3.3.11 Polifenoloxidase

Foi determinada de acordo com técnica descrita por Ponting e Joslyn (1948), com modificações para mandioca. O extrato enzimático foi obtido pela homogeneização de 10 g de amostra triturada com 50 mL de tampão fosfato 0,05 mol L⁻¹, pH 7,0. Após filtragem em papel de filtro Whatman n° 1, tomaram-se 1,0 mL do extrato enzimático, 3,6 mL tampão fosfato 0,1 mol L⁻¹ (pH 6,0) e incubou-se, com 0,1 mL catecol 10 mmol L⁻¹, por 30 minutos, a 30 °C. A reação foi interrompida pela adição de 1,6 mL de ácido perclórico 2 N. Posteriormente, foi feita a leitura dos valores de absorvância em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 395 nm. A atividade foi expressa em U g⁻¹ minuto⁻¹.

3.3.12 Peroxidase

A peroxidase foi determinada de acordo com a técnica descrita por Ferhmann e Diamond (1967), com modificações para mandioca, na qual foi utilizado o mesmo extrato de doseamento de atividade da polifenoloxidase. Para o doseamento, foram utilizados 3,0 mL do extrato enzimático, 5,0 mL de tampão fosfato-citrato 0,2 mol L⁻¹ (pH 5,0) e 0,5 mL H₂O₂ 3%, incubados com 0,5 mL de guaiacol, a 30 °C, por 5 minutos. A reação foi interrompida pela adição de 1,0 mL bissulfito de sódio 30% e procedeu-se à leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 470 nm. A atividade da enzima foi expressa em U g⁻¹ minuto⁻¹.

3.3.13 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais do laboratório de análise sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos. As raízes de

mandioca foram cozidas sem adição de sal, no intuito de avaliar o sabor real das cultivares e foram servidas em minicopos, devidamente codificados com três dígitos seguidos em ordem de apresentação, segundo Wakeling e Macfie (1995). A aceitação das mandiocas foi avaliada utilizando-se o teste afetivo, de acordo com Chaves e Sproesser (1993), com 50 provadores não treinados, selecionados ao acaso, entre estudantes universitários, professores e servidores da UFLA. Foi utilizada escala hedônica com a seguinte pontuação “gosta extremamente” (nota 9), “gosta muito” (nota 8), “gosta moderadamente” (nota 7), “gosta ligeiramente” (nota 6), “indiferente” (nota 5), “desgosta superficialmente” (nota 4), “desgosta moderadamente” (nota 3) e “desgosta muito” (nota 2) e “desgosta extremamente” (nota 1). A análise foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA. Os parâmetros avaliados foram: sabor, aparência, textura, cor e impressão global. Os resultados foram avaliados pela análise de componentes principais.

O modelo da ficha resposta está apresentado na Figura 1A do Anexo A.

3.4 Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente, segundo análise de componentes principais (NUNES et al., 2012), pelo Teste de média Scott-Knott (1974) utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da cultura da mandioca pode ser afetado tanto por condições edafoclimáticas quanto pelo período da colheita, prejudicando, então, a qualidade das raízes produzidas. Os processos fisiológicos de crescimento, acúmulo e mobilização de substâncias nas raízes determinam a composição das mesmas (LORENZI, 1994). Por ser conduzido em condições de sequeiro, o experimento foi implantado no início do período chuvoso, no dia 22/12/2008.

Os dados de pluviosidade (mm) mensal no Perímetro Irrigado de Jaíba, norte de Minas Gerais, onde as plantas foram cultivadas, no período do dezembro de 2008 a agosto de 2010, se encontram no Gráfico 1.

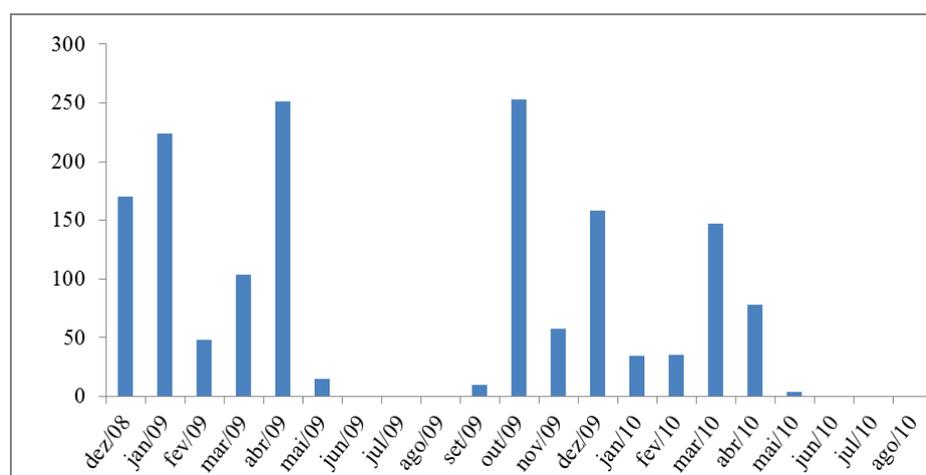


Gráfico 1 Pluviosidade (mm), no período do dezembro de 2008 a agosto de 2010, no Perímetro Irrigado de Jaíba, MG.

Fonte: Dados climáticos coletados na estação 83389 do INMET, Perímetro Irrigado de Jaíba, Norte de Minas Gerais

Em relação ao teor de HCN, todas as cultivares, em todas as épocas de colheita, apresentaram valores inferiores a 50 mg de eq.HCN kg⁻¹ de HCN, o que as caracteriza como mandiocas de mesa.

Na Tabela 2 são apresentados os melhores valores para cada colheita, em função dos parâmetros analisados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Apenas o pH na primeira colheita não apresentou diferença significativa.

Tabela 2 Tratamentos com melhores valores em relação aos parâmetros analisados umidade (U), tempo de cozimento (TC), amido (Am), vitamina C (Vit C), açúcar totais (AT), sólidos solúveis (SST), em cada época de colheita, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância

Colheita	U ^{*1}	TC ^{*1}	Am ^{*2}	CT ^{*2}	Vit C ^{*2}	AT ^{*2}	SST ^{*2}
1	T2, T3, T6, T7, T19	T2, T5, T15, T16, T21	T2, T7, T19	T20	T3, T7, T9, T11, T17, T20, T21	T2, T7	T2, T7, T17, T19
2	T7, T15, T18, T21	T2, T8, T9, T10, T14, T16, T18, T21	T15, T18, T21	T20	T5, T6, T8, T9, T14, T16, T17, T19	T10, T21	T10, T21
3	T4, T5, T6, T9, T10, T13, T16, T17, T20, T21	T2, T4, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T14	T4, T5, T6, T9, T10, T13, T16, T21	T20	T4, T6 T9, T12, T13, T15 T16, T21	T5, T7, T12, T13	T1, T5, T6, T7, T12, T13
4	T9, T17, T20	T10, T18	T9	T20	T1, T9, T12, T20	T4, T15	T4, T12, T15, T18

*2 Foram considerados os maiores valores como valores ótimos ou melhores valores

*1 Foram considerados os menores valores como valores ótimos ou melhores valores

U (Umidade), TC (Tempo de cozimento), Am (Amido), CT (Carotenóides totais), Vit C (Vitamina C), AT (Açúcar totais), SST (Sólidos solúveis totais)

Tabela 3 Tratamentos com melhores valores em relação aos parâmetros analisados ácido cianídrico (HCN), acidez total titulável (Att), pH, polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER), em cada época de colheita, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância

Colheita	HCN ^{*1}	Att ^{*1}	pH ^{*2}	PFO ^{*1}	PER ^{*1}
1	T20	TT3, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T16, T18	T 1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21	T2, T6, T8	T15
2	T5, T14	T2, T3, T4, T5, T16, T19, T20	T7	T12	T12
3	T21	T2, T3, T6, T13, T19	T9	T3	T13
4	T3, T11, T21	T8, T10, T18	T9, T10, T14, T16, T19, T20	T21	T11, T21

*2 Foram considerados os maiores valores como valores ótimos ou melhores valores

*1 Foram considerados os menores valores como valores ótimos ou melhores valores

HCN (Ácido cianídrico), Att (acidez total titulável), Ph, PFO (Polifenoloxidase), PER (Peroxidase)

Para a análise de umidade, os menores teores foram de 68,13 g 100 g⁻¹, na primeira colheita; 62,30 g 100 g⁻¹, na segunda; 64,74g 100 g⁻¹, na terceira e 59,28 g 100 g⁻¹, na quarta, estando próximos aos resultados obtidos por Fenimam (2004), de 66,86 g 100 g⁻¹, sendo inferior ao apresentado pelas raízes de mandioca na primeira colheita e superior aos encontrados nas demais colheitas.

Já Padonou, Mestres e Nago (2005), avaliando a composição de 20 cultivares de mandioca, verificaram que a umidade das mesmas variou de 60,3 g 100 g⁻¹ a 80,9 g 100 g⁻¹, enquanto Grizotto e Menezes (2003) avaliaram a composição centesimal das cultivares IAC Mantiqueira e IAC 576.70 e observaram umidades de 57,6 a 58,2 g 100 g⁻¹. Essas diferenças nos teores de umidade das raízes podem ser oriundas da variação da quantidade de água disponível no solo e da fase vegetativa da planta, já que o menor teor de umidade foi observado após quatro meses de estiagem, de acordo com o Gráfico 1 e quando as plantas se encontravam praticamente sem folhas.

Os menores valores para o tempo de cozimento das cultivares ficaram entre 13', na primeira colheita; 12', na segunda colheita; 13', na terceira colheita e 12', na quarta colheita, estando de acordo com Gusmão (2006), que afirma que raízes que apresentam tempo de cozimento inferior a 30' são consideradas de boa qualidade culinária. Já Valle (2007) afirma que, em condições ótimas, o cozimento é atingido em 15'. Todas as cultivares analisadas neste experimento apresentaram valores abaixo de 15'. Outros autores verificaram valores inferiores a 25,5' (BORGES; FUKUDA; ROSSETTI, 2002), 29,0' (LORENZI, 1994) e 25,8' (RIMOLDI et al., 2006).

De acordo com Lorenzi (1994), o tipo de solo pode prolongar o tempo de cozimento, ou seja, solos menos férteis produzem raízes com cozimento mais prolongado ou simplesmente as raízes não cozinham. Contudo, a composição e as características da própria espécie provocam variação natural no tempo de

cozimento, tanto numa mesma raiz, quanto entre as raízes de uma mesma planta (LORENZI, 2003).

Fenimam (2004) relata que o tempo de cocção das raízes constitui tanto uma preocupação para o consumidor quanto para a indústria, no sentido de garantir bom cozimento e definir parâmetros em processos, que controlam a qualidade e a uniformidade do produto final. Portanto, a simples determinação do tempo de cozimento é uma segura avaliação indireta da qualidade das raízes de mesa (PEREIRA; LORENZI; VALLE, 1985; FUKUDA; BORGES, 1990; LORENZI, 1994).

Para o amido na matéria integral, os melhores valores (maiores) ficaram entre 28,25 g 100 g⁻¹, na primeira colheita; 33,8 g 100 g⁻¹, na segunda colheita; 30,96 g 100 g⁻¹, na terceira colheita e 36,63 g 100 g⁻¹, na quarta colheita, estando de acordo com estudos realizados por Ssiroth (2000), segundo o qual raízes de mandioca economicamente viáveis devem apresentar teor de amido acima de 20 g 100 g⁻¹. Em um estudo realizado por Sarmento (1997), com raízes de quatro cultivares de mandioca, foram obtidos teores de amido entre de 32,3 g 100 g⁻¹ a 36,3 g 100g⁻¹, em plantas colhidas aos 10 meses após o plantio, durante o período de repouso da planta e menores teores variando de 30,2 g 100 g⁻¹ a 34,8 g 100 g⁻¹, em plantas colhidas aos 14 meses. A primeira colheita aos 11 meses de plantio deste experimento se deu em novembro, início do período chuvoso na região (Gráfico 1). Nesse momento, a planta se encontra na fase vegetativa, quando há intensa vegetação após um período de quase cinco meses de estiagem. A planta, então, utiliza suas reservas de energia para completar o primeiro ciclo de desenvolvimento, resultando em menor acúmulo de amido.

Raízes com maiores teores de amido são melhores, pois têm maior rendimento de produção e maior valor econômico.

Para os carotenoides totais, os melhores valores foram de 582,36 µg⁻¹, na primeira colheita; 612,14 µg⁻¹, na segunda colheita; 366,68 µg⁻¹, na terceira

colheita e $231,25 \mu\text{g}^{-1}$, na quarta colheita. Estes níveis estão dentro da faixa registrada por Mezzete et al. (2007), que variou de $329,5$ a $1.108,1 \mu\text{g}^{-1}$. Porém, foi observado, neste experimento, que os valores máximos de carotenoides vão diminuindo em razão da idade das raízes. Já Carvalho et al. (2005) encontraram valores superiores aos encontrados neste experimento, que variaram de $925 \mu\text{g}^{-1}$ a $1.571 \mu\text{g}^{-1}$.

Em relação ao teor de vitamina C, os maiores valores ficaram entre $43,73 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, na primeira colheita; $44,36 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, na segunda colheita; $46,18 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, na terceira colheita e $38,50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, na quarta colheita. Esses valores são superiores aos encontrados por Bezerra et al. (2002), de $38,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de polpa fresca. O ácido ascórbico é fator importante na prevenção do escurecimento em frutos e raízes, graças ao seu extraordinário poder redutor, pois, ao se oxidar, reduz quinonas produzidas pela ação enzimática, transformando-se em ácido deidroascórbico, que também apresenta atividade vitamínica (VAN LELYVELD; BRUYN, 1977). Neste experimento, como poderá ser verificado, as amostras continham polifenoloxidase e peroxidase em quantidades mais elevadas do que as registradas na literatura e, apesar disso, não foi constatado escurecimento enzimático, podendo o fato ser associado ao poder redutor da vitamina C.

Para os açúcares totais, os maiores melhores valores foram de $3,5 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$, na primeira colheita; $2,77 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$, na segunda colheita; $2,69 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$, na terceira colheita e $2,93 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$, na quarta colheita, sendo superiores aos de Bezerra (2000), que encontrou níveis próximos a $1,49 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$. Já Fenimam (2004) registrou teores médios menores do que os encontrados neste experimento, ou seja, em torno de $2,45 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$, para raízes colhidas aos 12 meses e $1.651,49 \text{ g glicose } 100 \text{ g}^{-1}$, para raízes colhidas aos 15 meses. Também neste experimento houve diminuição do teor de açúcares totais com o aumento da idade das raízes. Isso pode ser explicado pelo

ciclo de desenvolvimento da planta, composto por cinco fases fisiológicas, em que, nas primeiras fases, a planta necessita de mais energia.

Os melhores resultados para os teores de SST, ou seja, os maiores, foram de 3,75 °Brix, na primeira colheita; 3,21 °Brix, na segunda colheita; 3,24 °Brix, na terceira colheita e 3,64 °Brix, na quarta colheita. Estes valores foram superiores aos encontrados por Bezerra (2000), que foram de 2,13 °Brix a 2,26 °Brix. Essa variação que ocorreu no teor de SST pode ser explicada pela variação nos valores da umidade em relação à idade da planta.

Em relação ao teor de HCN, os menores teores foram de 3,57 mg de eq. HCN kg⁻¹, na primeira colheita; 2,67 mg de eq. HCN kg⁻¹, na segunda colheita; 4,73 mg de eq. HCN kg⁻¹, na terceira colheita e 3,11 mg de eq. HCN kg⁻¹, na quarta colheita. Estes resultados são menores que os encontrados por Lorenzi e Dias (1993) que avaliaram, nos quintais do estado de São Paulo, 206 genótipos de mandioca destinados ao consumo doméstico e verificaram que apenas 24,8% das cultivares possuíam até 50 mg de eq. HCN kg⁻¹ na polpa crua das raízes, estando em concordância com Normanha e Pereira (1956) e Pereira, Lorenzi e Abramides (1977) que ditam que o limite de segurança para o consumo de mandioca seria de 100 mg de eq. HCN.kg⁻¹ de polpa crua de raízes, tendo em vista que o cultivo e o consumo destas cultivares seriam feitos sem problemas pela população. Sugerido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, esse limite de segurança passou a ser amplamente utilizado no Brasil. Portanto, todas as cultivares deste experimento podem ser classificadas como mandiocas mansas ou de mesa, pois apresentarem teor de HCN abaixo de 100 mg.kg⁻¹.

A mandioca, para ser consumida, é lavada e cozida em água, antes de qualquer outro processo. A lavagem das raízes em água corrente e a cocção por cozimento, ou cozimento e fritura resultam na diminuição do princípio tóxico do HCN, pois este é solúvel em água e volátil.

Apesar de o conteúdo de HCN das raízes de mandioca ser determinado, principalmente, pela característica varietal, alguns autores afirmam que ele pode variar de acordo com as condições ambientais e práticas culturais (BOLHUIS, 1954; BRUIJN, 1971; BRUIJN, 1973; COURSEY, 1973; MCMAHON; WHITE; SAYRE, 1995).

Já na análise de acidez total titulável, foram encontrados valores de 0,52 mEq g 100 g⁻¹, na primeira colheita; 0,26 mEq g 100 g⁻¹, na segunda colheita; 0,12 mEq g 100 g⁻¹, na terceira colheita e 0,38 mEq g 100 g⁻¹, na quarta colheita.

Em relação aos valores de pH, os mesmos ficaram entre 5,7, na primeira colheita; 6,3, na segunda colheita; 6,5, na terceira colheita e 6,5, na quarta colheita, estando de acordo com Henrique, Prati e Sarmiento, (2010), que encontraram valores entre 6,58 a 6,57 e com Di-Tano (2001), que relatou valores de pH próximos a 6,22. Já Bezerra (2000) encontrou valores de 6,72, em mandiocas minimamente processadas.

Para as menores atividades da polifenoloxidase, os valores ficaram entre 44,5 U g¹ minuto⁻¹, na primeira colheita; 32,70 U g¹ minuto⁻¹, na segunda colheita; 31,44 U g¹ minuto⁻¹, na terceira colheita e 39,67 U g¹ minuto⁻¹, na quarta colheita. Estes resultados foram semelhantes aos de Coelho (1992) que, ao avaliar diferentes idades de colheita de três cultivares de mandioca, encontrou uma variação na atividade desta enzima de 17 a 75 U.g⁻¹.minuto⁻¹.

Já para a análise de peroxidase, as menores atividades foram de 112,52 U g¹ minuto⁻¹, na primeira colheita; 103,04 U g¹ minuto⁻¹, na segunda colheita; 126,18 U g¹ minuto⁻¹, na terceira colheita e 178,21 U g¹ minuto⁻¹, na quarta colheita. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Bezerra et al. (2002) em cujo trabalho a atividade da enzima peroxidase nas raízes da cultivar Baianinha foi de 49,89 U g¹ minuto⁻¹. Esse aumento na atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase pode ser atribuído ao estresse pelo qual as raízes passaram desde a colheita até o processamento para análise, como, por exemplo,

a exposição à luz solar e ao oxigênio, a temperatura ambiente (sem refrigeração) e o próprio estresse da colheita, por um período superior a 24 horas.

Análise sensorial

Nos Gráficos 2, 3, 4 e 5 apresentam-se as maiores notas para análise sensorial das raízes de mandioca, da primeira a quarta colheita. Os provadores foram escolhidos ao acaso, sendo a faixa etária predominante a de 15 a 30 anos, e o gênero, o feminino. A análise foi realizada em cabines individuais no laboratório de análise sensorial do Departamento de Ciências dos Alimentos.

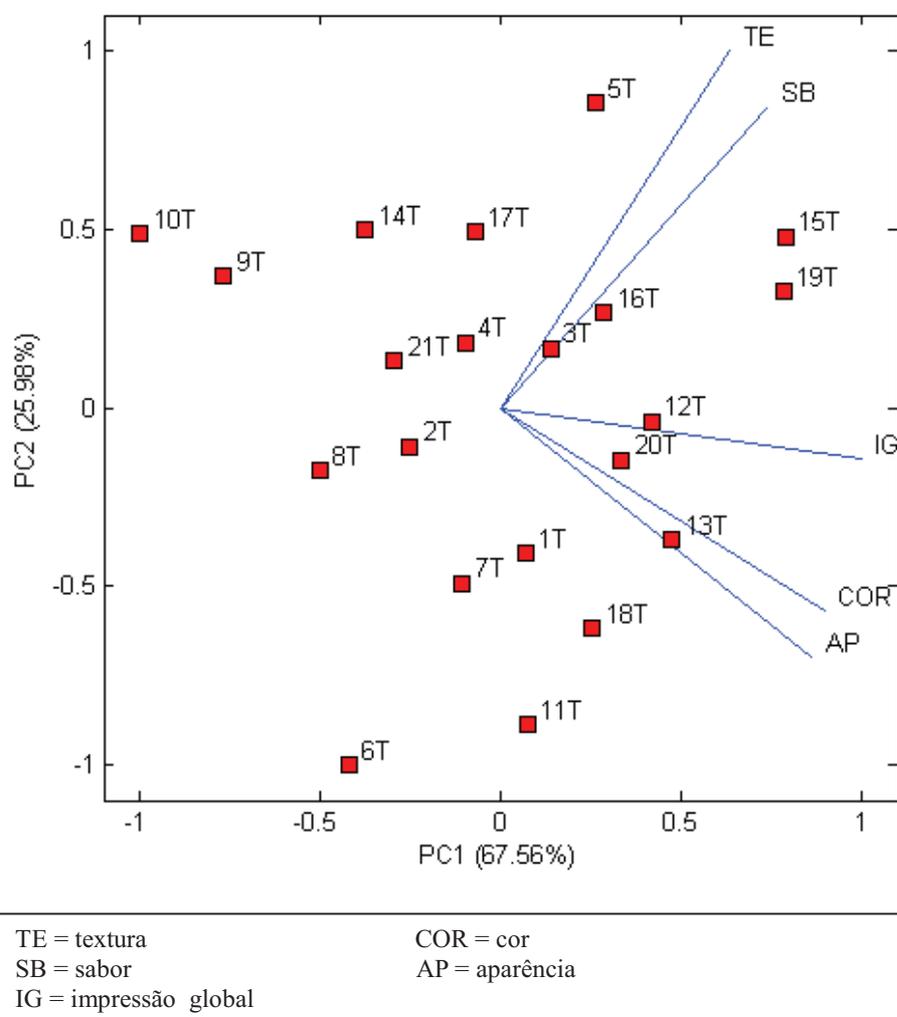


Gráfico 2 Pesos e escores sobrepostos da análise sensorial das raízes de mandioca, na primeira colheita, aos 11 meses

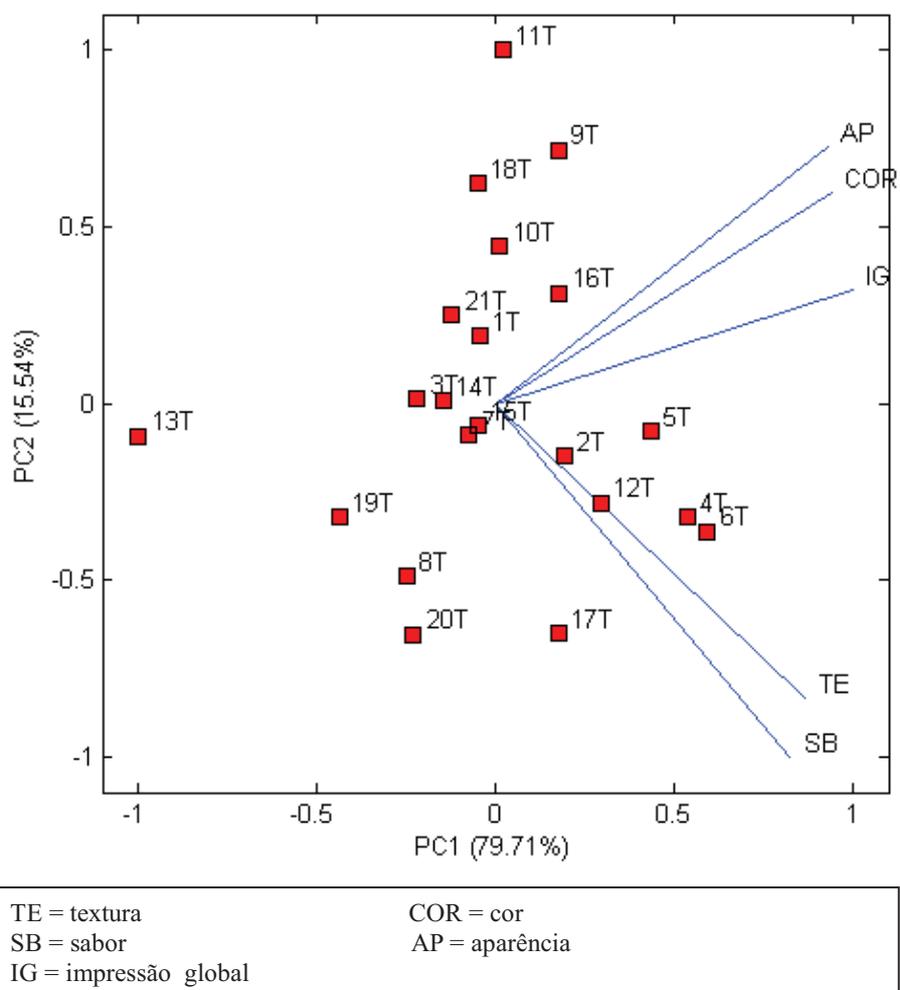


Gráfico 3 Pesos e escores sobrepostos da análise sensorial das raízes de mandioca, na segunda colheita, aos 14 meses

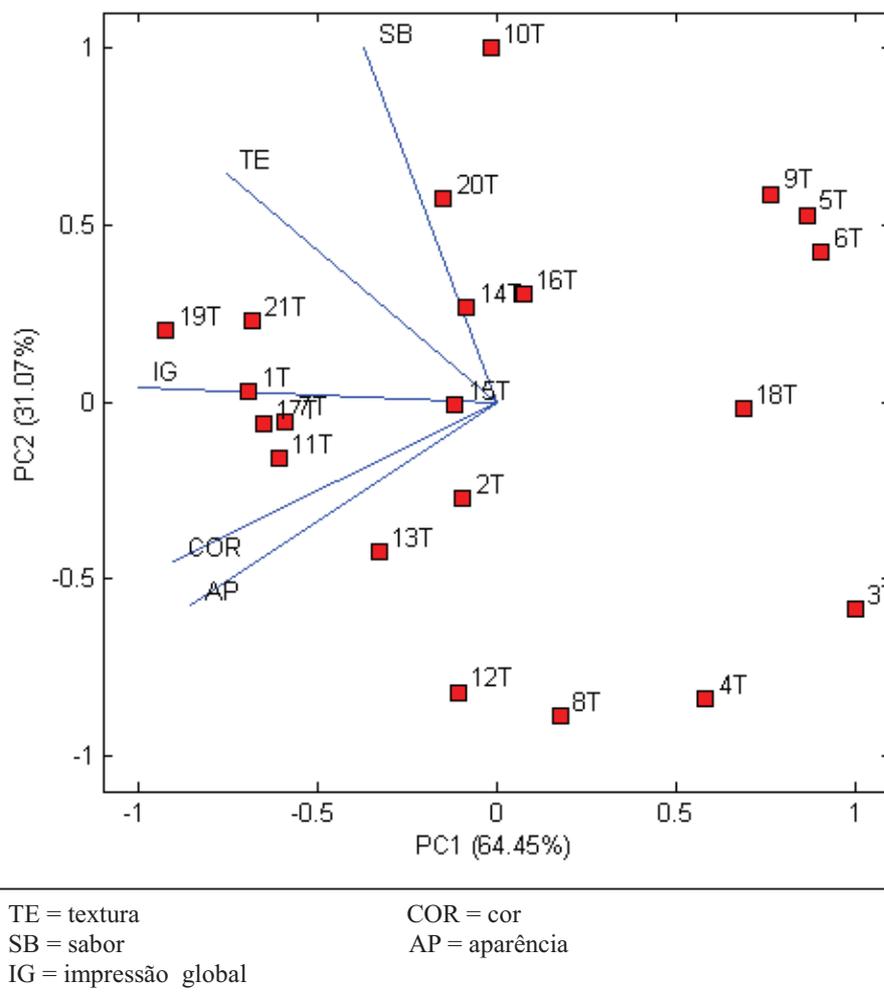


Gráfico 4 Pesos e escores sobrepostos da análise sensorial das raízes de mandioca, na terceira colheita, aos 17 meses

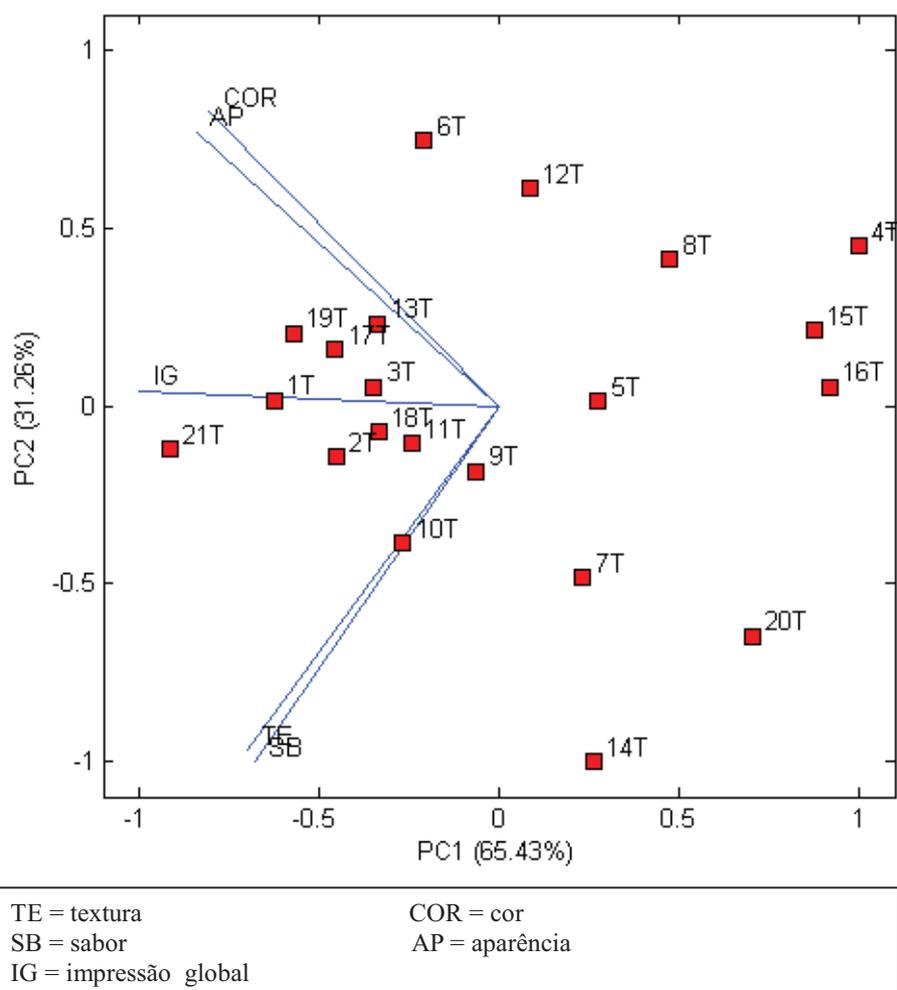


Gráfico 5 Pesos e escores sobrepostos da análise sensorial das raízes de mandioca, na quarta colheita, aos 20 meses

Na primeira colheita, as cultivares que obtiveram os melhores valores para os parâmetros de textura, sabor, impressão global, cor e aparência, segundo o Gráfico 2, foram T3, T5, T12, T13, T15, T16, T19 e T20. Em relação à textura e ao sabor, destacaram-se as seguintes cultivares T3, T5, T12, T15, T16 e T19.

Já na segunda colheita, as cultivares que obtiveram os melhores valores para os parâmetros de textura, sabor, impressão global, cor e aparência, de acordo com o Gráfico 3, foram T4, T5, T6 e T12. Para os parâmetros de sabor e textura, obtiveram melhores resultados as cultivares T5, T6, e T17.

Para a terceira colheita, as cultivares que apresentaram melhores valores para os parâmetros de textura, sabor, impressão global, cor e aparência, como mostrado no Gráfico 4, foram T1, T2, T7, T11, T12, T13, T17, T19 e T21. Já para os parâmetros sabor e textura, os tratamentos que obtiveram maiores notas foram T10, T14, T16, T19, T20.

Na quarta colheita, as cultivares que apresentaram melhores valores para os parâmetros de textura, sabor, impressão global, cor e aparência, como se observa no Gráfico 4, foram T1, T2, T3, T7, T11, T18, T19, T20 e T21. Para os parâmetros sabor e textura, as cultivares que obtiveram as melhores notas foram T1, T2, T3, T7, T9, T10 e T11.

Feniman (2004) analisou amostras cozidas das raízes de plantas com 12 meses de idade, que receberam média igual a 8,0, equivalente a “gostei muito”, sendo superior ao encontrado neste estudo (APENDICE C). Para as amostras de raízes com 15 meses de idade, Feniman (2004) encontrou notas com média igual a 6,0, referente a “gostei ligeiramente”, semelhante ao encontrado neste estudo.

O principal comentário feito pelos provadores não treinados foi o de que as mandiocas estavam sem sal. Por não estarem acostumados com o uso do produto sem sal ou outros acompanhamentos, justificam-se as notas relativamente baixas dadas a este produto, que é largamente consumido em todo país.

5 CONCLUSÃO

Quanto aos parâmetros analisados nas quatro colheitas das raízes tuberosas de mandioca, nas condições de sequeiro do semiárido mineiro, pode-se concluir que:

- a) o teor de HCN está bem abaixo do limite de segurança para o consumo de mandioca, o qual é de 100 mg de eq. HCN kg⁻¹ de polpa crua de raízes, tornando seguro o consumo destas cultivares pela população. Os menores valores foram apresentados pelas cultivares IAC 127 e Paulistinha, na segunda colheita;
- b) em relação ao amido e aos sólidos solúveis totais (SST), estes apresentaram teores elevados em todas as épocas de colheita, tendo a cultivar Abacate sido a que apresentou maior teor de amido na matéria integral, na quarta colheita e as cultivares 347, 356, Cidade Rica e 361, as raízes com maiores teores de SST, na primeira colheita.

As raízes apresentam valores significativos de vitamina C e de carotenoides totais. Os maiores valores de vitamina C são representados pelas cultivares 12818, Mico, 356, Abacate, Dourada, 266, Prato cheio, IAC 1418 e Olho Roxo Local, na terceira colheita. Os maiores teores de carotenoides totais ocorreram na segunda colheita, sendo representados pela cultivar Engana Ladrão.

O tempo de cozimento das raízes de mandioca é menor do que 15 minutos, sendo este considerado ótimo, tanto para o consumidor quanto para a indústria. Os menores tempos de cozimento ocorreram na segunda colheita, para as cultivares 347, 141, Abacate, Olho Roxo, Paulistinha, IAC 1418, 118 e Olho

Roxo Local e, na quarta colheita, o menor tempo de cozimento foi para cultivar Abacate.

As amostras de mandioca receberam conceito “gostei ligeiramente”, em sua maioria.

Pelos dados obtidos, é possível, para o produtor, selecionar a cultivar a ser plantada, com vistas a obter melhores resultados dos parâmetros químicos, físicos, enzimáticos e sensoriais, conforme a época de colheita.

REFERÊNCIAS

AGRONLINE. **Embrapa lança duas cultivares biofortificadas de mandioca.** 2005. Disponível em:
<<http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=1987>> Acesso em: 2 out. 2012.

AGRIANUAL 2013: anuário da agricultura brasileira. 18. ed. São Paulo: FNP, 2013.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos econômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 138-169.

ALVES, R. A.; VEDOVOTO, G. L. **A indústria do amido de mandioca.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática.** 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática.** 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 1995.

ARIAS, R. et al. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and therelationship of maturity with color and lycopene content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 1697-1702, 2000.

ARIENTE, M. et al. Competitividade na indústria de fécula de mandioca: estudo exploratório. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 53-60, jul./dez. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists:** volume 2. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists:** volume 2. 17. ed. Washington: AOAC, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists:** volume 2. 16. ed. Washington: AOAC, 1995.

BEZERRA, V. S. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) minimamente processadas.** 2000. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BEZERRA, V. S. et al. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-575, mar./abr. 2002

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos.** São Paulo: Varela, 1992.

BOLHUIS, G. G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 2, n. 3, p. 176-185, Mar. 1954.

BORGES, M. de F.; CARVALHO, V. D. de; FUKUDA, W. M. G. 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, jan. 1992.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G. Teor de cianeto em raízes frescas e processadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p. 71-76, fev. 1998.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; CALDAS, R. C. Avaliação de três métodos para determinação de cianeto em mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1-2, p. 75-83, set. 1993.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de cultivares de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, nov. 2002.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G. Teor de cianeto em raízes frescas e processadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p. 71-76, fev. 1989.

BOURSIER, B. Applications alimentaires des amidons modifiés. **Industries Alimentaires et Agricoles**, Paris, v. 111, n. 9, p. 583-592, Sept. 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 554, de 30 de agosto de 1995. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 set. 1995.

BRUIJN, G. H. de. **Étude du caractère cyanogénétique du manioc (*Manihot esculenta* Crantz)**. Wageningen: Veenman & Zonen, 1971.

BRUIJN, G. H. de. The cyanogenic carácter of cassava (*Manihot esculenta*). In: CHRONIC CASSAVA TOXICITY, 1973, London. **Proceedings...** Ottawa: International Development Research Centre, 1973. p. 43-48.

CABELLO, C. et al Methodology for cooking and technologies analyses in different cassava's varieties **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 126-133, jan./fev. 2005.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. **Cultura de tuberosas amiláceas latinoamericanas**: volume 2. São Paulo: Fundação Cargill. 2002. 1 CD-ROM.

CARDOSO, E. M. R. et al. **Processamento e comercialização de produtos derivados de mandioca no nordeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. (Documentos nº102).

CARDOSO, E. T. et al. **Estabilidade e adaptabilidade do rendimento de raízes de Genótipos de mandioca em cinco ambientes do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul: [s.n], 2007. Disponível em: <http://www.cav.udesc.br/2004_1/estabilidade.pdf> Acesso em: 24 jan. 2007.

CARVALHO, C. R. L. **Determinação de isômeros geométricos de alguns carotenóides provitamínicos A por cromatografia líquida de alta eficiência**. 1996. 127 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, C. R. L. et al. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 2000.

CARVALHO, P. C. L. de; FUKUDA, W. M. G.; CARDOSO, S. C. Coleção de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para consumo “in natura”: **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, Cruz das Almas, p. 1-9, 2007. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br/catalogo/livrorg/macaxeira.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2007.

CARVALHO, P. C. L. et al. Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo “in natura”. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1-2, p. 7-15, set. 1995.

CARVALHO, P. R. N. et al. Cor e carotenoides provitamínicos em raízes de diferentes clones de mandioca (*Manihot esculenta crantz*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 1 CD-ROM.

CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. de R.; BOTREL, N. Produtividade e qualidade de raízes em diferentes épocas de colheita de cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1-2, p. 49-58, set. 1993.

CASTILHO, E.; FUKUDA, C.; TUPINAMBÁ, E. A. Podridão radicular da mandioca no Estado de Sergipe: isolamento e patogenicidade. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 9, n.1-2, p. 91-95, set. 1990.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003.

CEREDA, M. P. et al. **Propriedades gerais do amido**: volume 1. São Paulo: Fundação Cargill, 2001.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas**: volume 3. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 577-620.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; TAKAHASHI, M. Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas**: volume 3. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 30-46.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial e alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 1993.

CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**: volume 1. Zaragoza: Acribia, 1992.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças; fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL, 1990. p. 23-63.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. In: CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças; fisiologia e manuseio**. Lavras, ESAL, 2005. p. 687-689.

COELHO, A. H. R. **Efeito da idade de colheita sobre o grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1992. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca**. Cruz das Almas: UFBA/Embrapa, 1979.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, 1987.

COOKE, R. D. “An Enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)”. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 29, n. 4, p. 345-352, May 1978.

COPPES, Z.; PAVLISKO, A.; VECCHI, S. Texture measurements in fish and fish products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, New York, v. 11, n. 1, p. 89-105, Jan. 2002.

COSTA, I. R. S.; MORALES, E. A. V. Cassava genetics in South America. In: MEETING OF THE INTERNATIONAL NETWORK FOR CASSAVA GENETIC RESOURCES, 1., 1992, Cali. **Proceedings...** Cali: Meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources, 1994. p. 16-20.

COSTA, M. G. S. **Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração.** 2005. 58 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas.

COSTA, M. R.; CARDOSO, E. R.; OHAZE, M. M. M. Similaridade genética de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*) por meio de marcadores RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 158-164, 2003.

COURSEY, D. G. Cassava as food: toxicity and technology. In: CHONIC CASSAVA TOXICITY, 1973, London. **Proceedings...** Ottawa: International Development Research Centre, 1973. p. 27-36.

COZZOLINNO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes.** 4. ed. Baurueri: Manole, 2012.

CURY, R. **Distribuição da diversidade genética e associação de caracteres em etnovarietades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz).** 1998. 103 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and storage. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 40, n. 3, p. 173-289, May 2000.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry.** New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.

DI-TANNO, M. F. P. **Influência da temperatura, tempo e concentração de pectinase na textura, rendimento e características físico-química da mandioca (*Manihot esculenta* C.) durante a fermentação.** 2001. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba.

DOCUMENTS & RESOURCES TAR SMALL BUSINESSES & PROTESSIONALS. **Roteiro para elaboração de aulas práticas de farmacognosia**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2008. Disponível em: <<http://www.docstoc.com/docs/395309/Roteiro-de-aula-pr%C3%A1tica-de-farmacognosia>>. Acesso em: 24 jan. 2011.

EGAN .S. V.; YEOH, H. H.; BRADBURY, J. H. Simple picrate paper kit for determination of the cyanogenic potential of cassava flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 76, P. 39-48, 1998.

EMBRAPA, MANDIOCA E FRUTICULTURA. Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 2012. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-mandioca.phpmenu=2>. Acesso em: 27 nov. 2012.

EMBRAPA, MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Produção brasileira de mandioca em 2010**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2010. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/planilhas/Mandioca_Brasil_2010.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa lança duas cultivares biofortificadas de mandioca. **AGRONLINE**, Curitiba, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=1987>>. Acesso em: 2 out. 2012.

FARIAS, A. R. N.; BELLOTTI, A. C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos econômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 591-671.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar 576-70 quanto á cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheitas**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FERHMAN, H.; DIAMOND, A. E. Peroxidase activity and phytophthora resistance in different organs of the potato plant. **Phytopathology**, Lancaster, v. 57, p. 69-72, 1967.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar. exe: sistemas de análise de variância: versão 3.04.** Lavras: UFLA, 1999.

FERREIRA, V. L. P. et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos.** Campinas: SBCTA, 2000.

FILDER, J. C.; NORTH, C. J. The respiration of apples in CA storage conditins. **Bulletin de l'Institut Internatinal du Froid**, Annexe, v.1, p. 93-100, 1996.

FONSECA, H. Amadurecimento de frutas. In: FONSECA, H. et al. **Bioquímica de alimentos.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1974. p. 537-554.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production quantity (1000 tonnes) |cassava (fresh and dried).** [S.l.: s.n], 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/336/DesktopDefault.aspx?PageID=336>> Acesso em: 5 mar. 2007.

FREITAS R. A. et al. A rheological description of mixtures of a galactoxiloglucan with high amylose and waxy corn starches. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 51, p. 25-32, 2003.

FUKUDA, C. Doenças e seu controle. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos econômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 672-697.

FUKUDA, W. M. G. Embrapa pesquisa mandioca para indústria de amido. **Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca**, Paraná, v. 3, n. 11, p. 1, jul./set. 2005. Disponível em: <http://www.abam.com.br/revista/revista11/pesquisa_mandioca.php> Acesso em: 2 de março de 2007.

FUKUDA, W. M. G. et al. Comportamento de cultivares e clones de mandioca resistentes à bacteriose. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 2, n. 2, p. 23-31, fev. 1983.

FUKUDA, W. M. G. et al. Desenvolvimento de germoplasma de mandioca para ecossistemas semi-áridos. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 11, n. 1, p. 55-70, 1992.

FUKUDA, W. M. G. et al. Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Recursos Genéticos e **Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, Cruz das Almas, p. 1-14, 2005. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/mandioca.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2005.

FUKUDA, W. M. G. **Melhoramento genético de mandioca para adaptação em diferentes ecossistemas**. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1986.

FUKUDA, W. M. G.; ALVES, A. A. C. Germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 6, n. 2, p. 109-111, mar. 1987.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. de F. 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, n. 1-2, p. 7-19, jun. 1990.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C. Desenvolvimento de germoplasma de mandioca para as condições semi-áridas. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1-2, p. 17-38, 1995.

FUKUDA, W. M. G.; PORTO, M. C. M. A mandioca no Brasil. In: HERSHEY, C.H. (Ed.). **Mejoramiento genético de la yuca en América Latina**. Cali: CIAT, 1991. p. 15-42.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. de F. Avaliação qualitativa de cultivares de mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 7, n. 1, p. 63-71, jan. 1988.

FURTADO, J. L. B. et al. Cianeto em tiquiras: riscos e metodologia analítica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 694-700, out./dez. 2007.

GOMES, J. de C.; SILVA, J. da. Correção da acidez e adubação. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos econômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 213-247.

GOMES, J. de C.; SILVA, J. da; CARVALHO, P. C. L. de. Comportamento de cultivares de mandioca em diferentes níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.18, n. 2, p. 45-50, out. 2005.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de “Chips de Mandioca”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 79-86, dez. 2003. Suplemento.

GROSSMAN, J.; FREITAS, A. G. Determinação do teor de matéria seca pelo método do peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, Porto Alegre, v. 14, n. 160-162, p. 75-80, 1950.

HAQUE, M. R.; BRADBURY, J. H. **Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods**. Australia: Australian National University, 2001.

HENRIQUE, M. C.; PRATI, P.; SARMENTO, S. B. C. Alterações fisiológicas em raízes de mandioca minimamente processadas. **Pesquisa & Tecnologia**, São Bernardo do Campo, v. 7, n. 1, jan./jun 2010. Disponível em <www.apta regional.sp.gov.br/artigos>. Acesso em: 12 fev. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Lavoura temporária**: mandioca. São Paulo: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612ez=peo=20>>. Acesso em: 19 fev. 2012.

JONES, D. L. Organic acids in the rhizosphere: a critical review. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v. 205, p. 25-44, 1998.

KAWANO, K. et al. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 3, p. 373-376, 1978.

KETIKU, A.O.; OYENUGA, V.A. Changes in the carbohydrate constituents of cassava-root-tuber. **Journal Science Food Agriculture**, New York, v. 23, n. 12, p.1451-1456, Dec. 1972.

LORENZI, J. O. et al. Avaliação de cultivares de mandioca de mesa no Vale do Ribeira (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 141-146, 1996a.

LORENZI, J. O. **Mandioca**. Campinas: CATI, 2003. (Boletim Técnico, 245).

LORENZI, J. O. et al. **Variedades de mandioca para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996b. (Boletim Técnico, 162).

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. (Boletim Técnico, 211).

MAHUNGU, N. M. Selection for improved root quality in cassava. In: HERSHEY, C. H. (Ed). **Cassava breeding: a multidisciplinary review**. Cali: CIAT, 1987. p. 89-103.

MARRIOT, J.; BEEN, B. O.; PERKINS, C. The aetiology of vascular discoloration in cassava roots after harvesting: association with loss from wounds. **Physiologia Palntarum**, Copenhagen, v. 44, n. 1, p. 58-42, Sept. 1978.

MCMAHON, J. M.; WHITE, W. L. B.; SAYRE, R. T. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, n. 288, p. 731-741, July 1995.

MENDONÇA, H. A. de; MOURA, G. de M.; CUNHA, E. T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 761-769, jun. 2003.

MEZETTE, T. F. et al. Produtividade e tempo de cocção de clones de mandioca de mesa em processo de seleção. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, São Paulo, v. 3, p. 67-73, 2007.

MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.

MOHAMED, N. et al. An insight to the cleavage of β -carotene to vitamin A: a molecular mechanics study. **Journal of Molecular Structure: THEOCHEM, Amsterdam**, v. 538, n. 1, p. 245-252, Mar. 2001.

MOURA, G. de M. Avaliação de cultivares de mandioca em diferentes épocas de colheita, no Estado do Acre. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 17, n. 1-2, p. 13-23, set. 1998.

MOURA, G. de M.; SILVA, M. D. O. da. **Avaliação de resistência de cultivares de mandioca à podridão de raízes**. Rio Branco: Embrapa, 1997. (Comunicado Técnico, 76).

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 375-380, May 1944.

NORMANHA, E. S.; PEREIRA, A. S. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca (Manihot ultrissima,Pohl). **Bragantia**, Campinas, v. 10, p. 179-202, 1956.

NUNES, A. C. et al. Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 23, n. 11, p. 2003-2010, Nov. 2012.

O'BRIEN, G. M.; TAYLOR, A. J.; POULTER, N. H. Improved enzymatic assay for cyanogens in fresh and processed cassava. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 56, p. 277-289, 1991.

OLIVEIRA, J. O. A. P. de et al. Efeito de sistemas de preparo do solo na produtividade da cultura da mandioca (Manihot esculenta, crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 476-481, set./out. 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662007000500005&script=sci_arttext>. Acesso em: 25 jan. 2009.

OLIVEIRA, L. A. et al. Avaliação do conteúdo de carotenoides e compostos cianogênicos em híbridos de mandioca. **Revista Raízes e Tuberculos**, São Paulo, p. 805-809, 2009. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/compendio/artigos.html>>. Disponível em: 15 fev. 2012.

OLIVEIRA, M. A. et al. Comportamento físico, químico e culinário de raízes de mandioca cv IAC 576-70, processadas como “minimamente processadas”, tratadas com ácido cítrico e hipoclorito de sódio e embaladas à vácuo em sacos de polietileno, por 4 semanas à 40 C. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE RAÍCES E TUBERCULOS, 2., 2001, Lima. **Anais...** Molina: Universidad Nacional Agrária La Molina, 2001. p. 11.

OLIVEIRA, S. L. de et al. (Ed.). **Aspectos econômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 291-300.

PADONOU, W.; MESTRES, C.; NAGO, M. C. The quality of boiled cassava roots: instrumental and relationship with physicochemical properties and sensorial properties. **Food Chemistry**, London, v. 89, p. 261-270, 2005.

PAULA, J. F. **Comportamento de cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz) em Viçosa, Minas Gerais**. 1976. 31 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L. Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 1, p. 27-32, 1985.

PEREIRA, A. S.; PINTO, M. G. Determinação da toxicidade da mandioca pelo paladar das raízes “in natura”. **Bragantia**, Campinas, v. 2, n. 25, p. 145-150, 1962.

PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; ABRAMIDES, E. **Competição de variedades de mandioca**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1977. 7p. (Circular, 68).

PONCE, M. J. S. G. **Determinação cinética de cianeto livre pelo monitoramento espectrofotométrico da reação de o-dinitrobenzeno com p-nitrobenzaldeído**. 2004. 109 f. Tese (Doutor em Ciências), Universidade Estadual de Campinas, Campinas,

PONTING, J. D.; JOSLYN, M. A. Ascorbic acid and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 19, p. 47-63, 1948.

RICHARSDON, T. Enzymes. In: FENEMA, D. R. **Principes of food science: food chemistry**: volume 4. New York: Marcel Delker, 1976. Cap. 6, p. 285-345.

RICKARD, J. E. El deterioro en las raíces de yuca cosechada. **Yuca Boletín Informativo**, Cali, v. 8, n. 2, p. 3, Nov. 1984.

RICKARD, J. E. Physiological deterioratio of cassava roots. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 36, n. 3, p. 167-176, Mar. 1985.

RIMOLDI, F. et al. Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de mandioca de mesa coletadas no Estado do Paraná. 2006. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 63-69, jan./mar. 2006.

ROBSON, D. S.; ESKIN, N. A. M. **Oxidante enzymes in foods**. New York: Elsevier Applied Science, 1991.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Carotenoids in foods. In: RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. **Harvestplus handbook for carotenoid analysis**. Washington: IFPRI, 2004. p. 2-7.

SARMENTO, S. B. S. **Caracterização da fécula de mandioca (Manihot esculenta C.) no período de colheita de cultivares de uso industrial**. 1997. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo.

SHAAL, B. et al. Phylogenetic analysis of the Genus Manihot based on molecular marker. In: THE CASSAVA BIOTECHNOLOGY NETWORK, Borgon. **Proceedings...** Indonésia: CBN, 1994. p. 22-26.

SILVA, J. M. **Uso da atmosfera modificada no armazenamento de abacaxi (Ananás comusus L.) cv. Smooth cayenne.** 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, S. de O. E. **Capacidade de produção e características deraízes e ramos de 60 cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz).** 1977. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SKOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S.; GOMES, J. de C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: SOUZA, L. da S. et al. (Ed.). **Aspectos econômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 170-214.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **Cultivo da mandioca para a região do cerrado: irrigação.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/irrigacao.htm>. Acesso em: 25 jan. 2009.

SOUZA, W. A.; VILAS BOAS, O. M. G. C. A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, v. 12, n. 3, p. 173-179, Sept. 2002.

SRIROTH, K. et al. Cassava starch technology: the thai experience. **Starch: internationale zeitschrift fur die erforschung, verarbeitung und verwendung von kohlenhydraten und deren derivaten**, Weinheim, v. 52, n. 12, p. 439-449, Dec. 2000.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas, modos comprobados.** Madrid: Paz Montavalvo, 1967.

TELES, F. F. F. **Considerações sobre a análise do ácido cianídrico em mandioca e seus produtos manufaturados**. Fortaleza: Etene/BNB, 1972.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de Compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VALLE, T. L. et al. Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca (*Manihot esculenta ssp esculenta*) originados do cruzamento de variedades mansas e bravas. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 2, p. 221-226, 2004.

VALLE, T. et al. Mandioca: energia e alimento para o mundo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, p. 29-31, 2007.

VAN LELYVELD, L. J.; BRUYN, J. A. de. Poyphenoles, acorbic acid and related enzyme activities associated with black-beart in Cayenne pincapple fruit. **Agrochemophisica**, South Africa, v. 9, v. 1, p. 1-6, Mar. 1977.

VILAS BOAS, E. V. B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. Lavras: UFLA, 1999.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, Jan. 1995.

WHEATLEY, C. C. **Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância das análises realizadas nas quatro colheitas pelo teste Scott-Knott

Tabela 1A Quadrados médios da análise de variância da primeira colheita e respectivos níveis de significância para umidade, tempo de cozimento, teor de amido, teor de carotenóides, polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Umidade	Tempo de cozimento	Amido MI	Teor de Carotenóides	PFO	PER
Tratamento	20	61,3824*	14,8206*	50,2377*	57280,7532*	698,5512*	11214,4258*
Resíduo	42	3,6494	0,5873	2,9134	1,7832	2,9309	28,3190
Total	62						
CV (%)		2,61	4,84	7,76	0,54	2,82	2,53

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 2A Quadrados médios da análise de variância da primeira colheita e respectivos níveis de significância para acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis (SST), açúcar total, vitamina C e ácido cianídrico (HCN)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		ATT	pH	SST	Açúcar total	Vitamina C	HCN
Tratamento	20	0,0212*	0,0531ns	0,6057*	1,2969*	42,2112*	12,1863*
Resíduo	42	0,0058	0,0388	0,0209	0,0226	1,3068	0,0743
Total	62						
CV (%)		17,34	3,44	4,63	6,89	2,81	3,34

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 3A Quadros médios da análise de variância da segunda colheita e respectivos níveis de significância para umidade, tempo de cozimento, teor de amido, teor de carotenoides, polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER)

Fonte de variação	GL	Quadro médio					
		Umidade	Tempo de cozimento	Amido MI	Teor de carotenoides	PFO	PER
Tratamento	20	110,0998*	10,6634*	100,6016*	45846,8716*	375,2879*	6842,4756*
Resíduo	42	5,8302	0,3492	3,7787	0,7045	4,6751	40,2695
Total	62						
CV (%)		3,44	4,23	7,73	0,44	4,53	3,66

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 4A Quadros médios da análise de variância da segunda colheita e respectivos níveis de significância para acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis (SST), açúcar total, vitamina C e ácido cianídrico (HCN)

Fonte de variação	GL	Quadro médio					
		ATT	pH	SST	Açúcar total	Vitamina C	HCN
Tratamento	20	0,0399*	0,0680ns	0,4568*	0,5539*	33,8555*	158,0950*
Resíduo	40	0,0042	0,0023	0,0487	0,0397	1,8758	0,6735
CV (%)		16,50	0,79	8,92	11,58	3,30	5,84

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 5A Quadros médios da análise de variância da terceira colheita e respectivos níveis de significância para umidade, tempo de cozimento, teor de amido, teor de carotenóides, polifenoxidase (PFO) e peroxidase (PER)

Fonte de variação	GL	Umidade	Tempo de cozimento	Quadro médio			
				Amido MI	Teor de Carotenóides	PFO	PER
Tratamento	20	103,3426*	8,0714*	145,1523*	14317,6004*	307,7691*	4375,9031*
Resíduo	42	3,2804	0,3333	2,7946	4,2389	2,1225	42,4063
Total	62						
CV (%)		2,61	3,82	6,77	1,41	2,92	3,42

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 6A Quadros médios da análise de variância da terceira colheita e respectivos níveis de significância para acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis (SST), açúcar total, vitamina C e ácido cianídrico (HCN)

Fonte de variação	GL	Quadro médio					
		ATT	pH	SST	Açúcar total	Vitamina C	HCN
Tratamento	20	0,0149*	0,0482ns	0,7387*	0,7020*	66,3533*	27,1574*
Resíduo	42	0,0014	0,0007	0,0226	0,0357	3,2093	0,4817
Total	62						
CV (%)		18,60	0,42	5,62	9,35	4,82	7,57

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 7A Quadros médios da análise de variância da quarta colheita e respectivos níveis de significância para umidade, tempo de cozimento, teor de amido, teor de carotenóides, polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER)

Fonte de variação	GL	Quadro médio					
		Umidade	Tempo de cozimento	Amido MI	Teor de carotenóides	PFO	PER
Tratamento	20	138,0231*	15,3666*	121,8418*	9124,7897*	1350,8340*	5719,8665*
Resíduo	42	0,9245	0,3015	1,1987	2,4138	2,4493	49,4374
Total	62						
CV (%)		1,42	3,58	3,96	1,29	2,06	2,86

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

Tabela 8A Quadros médios da análise de variância da quarta colheita e respectivos níveis de significância para acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis (SST), açúcar total, vitamina C e ácido cianídrico (HCN)

Fonte de variação	GL	Quadro médio					
		ATT	pH	SST	Açúcar total	Vitamina C	HCN
Tratamento	20	0,0250*	0,0635ns	1,1036*	0,9865*	151,2650*	9,4376*
Resíduo	42	0,0025	0,0017	0,0190	0,0128	4,6485	0,1469
Total	62						
CV (%)		10,18	0,66	5,56	6,28	7,62	6,88

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

APÊNDICE B

Tabela 1B Médias¹ de umidade (g 100 g⁻¹) e tempo de cozimento (min) na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Umidade (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Tempo cozimento (min)
T7	66,75 a	T15	13,33 a
T19	67,51 a	T5	13,33 a
T3	67,95 a	T21	13,33 a
T6	68,53 a	T2	13,66 a
T2	69,92 a	T16	14,33 a
T4	71,02 b	T8	14,66 b
T11	71,18 b	T3	14,66 b
T14	71,27 b	T20	15,00 b
T20	71,40 b	T4	15,33 b
T18	71,62 b	T18	15,33 b
T17	72,01 b	T17	15,33 b
T8	72,43 b	T14	15,66 b
T9	74,16 c	T11	15,66 b
T5	74,39 c	T1	15,66 b
T21	74,68 c	T12	15,66 b
T16	75,34 d	T6	16,00 b
T13	76,65 d	T7	16,66 b
T10	77,88 d	T13	18,00 c
T15	80,54 e	T9	18,66c
T1	81,88 e	T19	20,00 d
T12	82,30 e	T10	22,00 e

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 2B Médias¹ teor de amido (g 100 g⁻¹), teor de carotenóides (µg⁻¹) na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Amido (g 100 g ⁻¹)	Tratamento	Carotenóides (µg ⁻¹)
T15	14,48 d	T14	91,11 r
T12	14,75 d	T11	118,65 q
T1	15,63 d	T4	120,43 q
T13	17,46 d	T17	130,85 p
T10	19,45 c	T7	131,94 p
T21	20,29 c	T2	133,86 o
T8	20,93 c	T13	135,49 o
T16	20,96 c	T10	160,67 n
T14	21,02 c	T8	163,23 m
T4	22,01 b	T21	190,51 l
T9	22,31 b	T5	191,57 l
T5	23,09 b	T1	230,56 j
T18	23,50 b	T9	249,54 i
T17	23,52 b	T19	258,51 h
T20	23,82 b	T15	290,77 g
T11	23,84 b	T12	340,19 f
T6	24,72 b	T6	350,44 e
T3	25,43 b	T16	397,07 d
T2	26,82 a	T18	450,88 c
T19	28,70 a	T3	479,63 b
T7	29,22 a	T20	582,36 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 3B Médias¹ do teor de vitamina C (g 100 g⁻¹) na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Vitamina C (g 100 g ⁻¹)
T1	31,71 e
T6	32,74 e
T8	36,02 d
T5	36,21 d
T4	37,52 c
T10	38,77 c
T19	40,89 b
T12	40,99 b
T15	42,05 b
T16	42,08 b
T18	42,16 b
T14	42,21 b
T13	42,46 b
T2	42,55 b
T11	43,05 a
T3	43,08 a
T9	43,26 a
T21	43,81 a
T20	44,05 a
T17	44,13 a
T7	44,71 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 4B Médias¹ do teor de acidez total titulável (mEq g⁻¹ 10 g⁻¹), polifenoloxidase (U g⁻¹ minuto⁻¹), na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Acidez total titulável (mEq g ⁻¹ 10 g ⁻¹)	Tratamentos	Polifenoloxidase U g ⁻¹ minuto ⁻¹
T11	0,30 a	T8	42,93 a
T12	0,30 a	T2	44,83 a
T14	0,33 a	T6	45,78 a
T20	0,36 a	T3	47,68 b
T15	0,40 a	T19	48,74 b
T13	0,40 a	T15	48,97 b
T17	0,40 a	T16	51,41 c
T2	0,40 a	T21	52,51 c
T19	0,40 a	T12	55,03 d
T1	0,43 a	I	56,32 e
T21	0,43 a	T17	57,48 e
T4	0,43 a	T4	57,77 e
T18	0,46 b	T11	61,31 f
T3	0,46 b	T14	63,37 g
T9	0,46 b	T20	64,03 g
T6	0,50 b	T10	64,04 g
T7	0,50 b	T1	67,14 h
T5	0,51 b	T13	69,58 h
T8	0,53 b	T5	81,74 i
T16	0,56 b	T7	89,40 j
T10	0,63 b	T18	102,87 l

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 5B Médias¹ do teor de peroxidase (U g⁻¹ minuto⁻¹) e pH na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Peroxidase U g ⁻¹ minuto ⁻¹	Tratamentos	pH
T15	112,52 a	T10	5,34 a
T2	131,17 b	T12	5,53 a
T8	150,15 c	T8	5,60 a
T3	161,70 d	T6	5,62 a
T21	169,75 e	T13	5,64 a
T1	171,96 e	T15	5,67 a
T19	177,35 e	T1	5,69 a
T6	184,32 f	T16	5,71 a
T16	187,26 f	T17	5,71 a
T9	190,45 f	T2	5,74 a
T12	198,51 g	T18	5,75 a
T11	202,02 g	T3	5,76 a
T14	202,65 g	T4	5,76 a
T4	211,22 h	T20	5,79 a
T20	219,01 h	T5	5,79 a
T13	247,52 i	T21	5,81 a
T10	248,90 i	T9	5,82 a
T17	270,71 j	T11	5,86 a
T5	298,12 l	T7	5,88 a
T18	328,17 m	T19	5,89 a
T7	347,86 n	T14	5,89a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 6B Médias¹ do teor de sólidos solúveis (SST °Brix), açúcares totais (g glicose 100g⁻¹), na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	SST (°Brix)	Tratamentos	Açúcares totais (g glicose 100g ⁻¹)
T12	2,40 e	T13	1,32 f
T8	2,40 e	T21	1,43 f
T20	2,40 e	T8	1,44 f
T9	2,80 d	T4	1,50 f
T21	2,80 d	T18	1,60 e
T13	2,80 d	T20	1,63 e
T11	2,80 d	T6	1,65 e
T18	2,93 d	T19	1,67 e
T15	2,93 d	T9	1,93 d
T16	3,06 d	T12	2,01 d
T14	3,20 c	T1	2,26 c
T1	3,20 c	T11	2,31 c
T10	3,20 c	T14	2,34 c
T4	3,33 b	T10	2,39 c
T5	3,40 b	T15	2,42 c
T6	3,46 b	T16	2,46 c
T3	3,46 b	T3	2,47 c
T	3,60 a	T17	2,87 b
T7	3,80 a	T5	3,06 b
T2	3,80 a	T2	3,44 a
T17	3,80 a	T7	3,57 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 7B Médias¹ do teor de vitamina C (mg 100 g⁻¹), ácido cianídrico (HCN mg de eq. HCN Kg⁻¹), na primeira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Vitamina C mg 100 g ⁻¹	Tratamentos	HCN mg de eq. HCN Kg ⁻¹
T1	31,70 d	T20	3,57 a
T6	32,74 d	T6	6,03 b
T8	36,02 c	T12	6,05 b
T5	36,21 c	T21	6,15 b
T4	37,52 c	T14	6,93 c
T10	38,77 c	T7	7,04 c
T19	40,88 b	T11	7,08 c
T12	40,99 b	T2	7,10 c
T15	42,05 b	T3	7,55 d
T16	42,08 b	T8	8,11 d
T18	42,16 b	T4	8,29 d
T14	42,21 b	T9	8,34 d
T13	42,46 b	T10	8,57 e
T2	42,54 b	T1	8,76 e
T11	43,05 a	T19	8,76 e
T3	43,07 a	T5	8,86 e
T9	43,26 a	T18	9,76 f
T21	43,81 a	T17	9,88 f
T20	44,05 a	T15	10,99 g
T17	44,12 a	T16	11,00 g
T7	44,71 a	T13	12,48 h

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 8B Médias¹ do teor de umidade (g 100 g⁻¹) e tempo de cozimento (min) na segunda colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Umidade (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Tempo de cozimento (min)
T15	60,40 a	T21	12,00 a
T21	60,75 a	T10	12,33 a
T18	62,87 a	T18	12,33 a
T7	65,16 a	T9	12,33 a
T6	65,82 b	T14	12,66 a
T13	67,13 b	T2	13,00 a
T10	67,41 b	T16	13,00 a
T14	67,59 b	T8	13,33 a
T9	68,27 b	T17	13,66 b
T11	69,15 b	T1	13,66 b
T4	69,81 b	T7	13,66 b
T20	69,88 b	T3	14,00 b
T17	69,90 b	T13	14,00 b
T1	71,66 b	T6	14,00 b
T5	72,70 c	T5	14,00 b
T19	74,38 c	T20	14,33 b
T12	74,68 c	T11	14,33 b
T2	75,87 c	T4	14,66 b
T3	78,75 d	T12	15,33 c
T16	81,33 d	T15	15,66 c
T8	82,30 d	T19	21,00 d

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 9B Médias¹ teor de amido (g 100 g⁻¹), teor de carotenóides (µg⁻¹) na segunda colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Amido (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Carotenóides (µg ⁻¹)
T8	13,44 d	T4	69,56 s
T16	15,62 d	T14	103,79 r
T3	18,84 c	T5	108,71 q
T5	19,77 c	T13	117,24 p
T19	20,20 c	T15	131,73 o
T9	21,73 c	T9	136,95 n
T2	21,77 c	T11	137,10 n
T1	22,05 c	T1	144,18 m
T12	22,42 c	T21	144,72 m
T4	25,99 b	T7	154,30 l
T17	26,13 b	T6	168,67 j
T20	26,92 b	T16	173,16 i
T14	27,49 b	T2	173,35 i
T11	27,83 b	T3	175,54 h
T13	28,21 b	T10	182,73 g
T10	28,68 b	T17	187,32 f
T6	28,91 b	T19	189,36 e
T7	30,50 b	T8	203,80 d
T21	32,88 a	T18	267,56 c
T18	33,40 a	T12	457,97 b
T15	35,12 a	T20	612,14 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 10B Médias¹ do teor de vitamina C (g 100 g⁻¹), açúcares totais (g glicose 100g⁻¹) na segunda colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Vitamina C (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Açúcares totais (g glicose 100g ⁻¹)
T10	36,08 d	T19	1,15 b
T12	36,48 d	T3	1,25 b
T4	36,80 d	T16	1,38 b
T20	37,22 d	T7	1,41 b
T1	37,79 d	T15	1,42 b
T18	38,33 c	T5	1,45 b
T7	39,38 c	T4	1,46 b
T3	40,51 c	T12	1,48 b
T15	41,35 b	T9	1,48 b
T13	41,51 b	T11	1,49 a
T21	42,46 b	T6	1,68 a
T11	42,88 b	T14	1,71 a
T2	43,39 b	T17	1,71 a
T9	43,96 a	T8	1,81 a
T17	43,97 a	T20	1,83 a
T14	44,08 a	T2	1,85 a
T8	44,29 a	T13	1,87 a
T5	44,54 a	T1	1,88 a
T6	45,31 a	T18	2,19 a
T19	46,16 a	T21	2,76 a
T16	46,32 a	T10	2,79 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 11B Médias¹ do teor de sólidos solúveis (SST °Brix), ácido cianídrico (mg de eq. HCN Kg⁻¹), na segunda colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	SST (°Brix)	Tratamentos	HCN (mg de eq. HCN Kg ⁻¹),
T7	1,66 d	T14	2,27 a
T16	1,90 d	T5	3,05 a
T9	2,06 d	T20	5,31 b
T8	2,06 d	T21	8,07 c
T14	2,20 c	T10	9,35 c
T17	2,26 c	T9	10,52 d
T5	2,33 c	T11	10,69 d
T15	2,35 c	T18	11,03 d
T2	2,40 c	T17	11,04 d
T4	2,40 c	T13	11,65 e
T6	2,40 c	T3	12,32 e
T20	2,46 c	T7	12,62 e
T11	2,60 b	T12	13,69 f
T12	2,60 b	T1	16,15 g
T1	2,66 b	T8	17,03 g
T18	2,73 b	T16	17,98 h
T19	2,80 b	T2	22,24 i
T3	2,80 b	T19	22,27 i
T13	2,80 b	T15	22,60 i
T10	3,20 a	T6	25,36 j
T21	3,23 a	T4	29,64 l

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 12B Médias¹ do teor de acidez titulável (mEq g 10 g⁻¹) e pH, na segunda colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Acidez titulável (mEq g 10 g ⁻¹)	Tratamentos	pH
T3	0,23 a	T16	5,73 f
T5	0,23 a	T2	5,85 e
T2	0,23 a	T8	5,88 e
T20	0,26 a	T5	5,93 d
T16	0,26 a	T12	6,00 d
T19	0,30 a	T3	6,00 d
T4	0,30 a	T11	6,02 d
T10	0,36 b	T9	6,08 c
T11	0,36 b	T19	6,08 c
T9	0,36 b	T10	6,10 c
T18	0,40 c	T1	6,10 c
T6	0,46 c	T6	6,11 c
T7	0,46 c	T4	6,11 c
T12	0,46 c	T21	6,20 b
T8	0,46 c	T15	6,20 b
T21	0,46 c	T17	6,21 b
T1	0,50 c	T13	6,21 b
T15	0,50 c	T20	6,22 b
T17	0,50 c	T14	6,24 b
T13	0,53 c	T18	6,26 b
T14	0,63 c	T7	6,33 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 13B Médias¹ do teor de polifenoloxidase (U g⁻¹ minuto⁻¹), peroxidase (U g⁻¹ minuto⁻¹) na segunda colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Polifenoloxidase (U g ⁻¹ minuto ⁻¹)	Tratamentos	Peroxidase (U g ⁻¹ minuto ⁻¹)
T12	32,69 a	T12	103,043 a
T11	37,18 b	T17	118,053 b
T13	37,23 b	T21	124,18 b
T6	38,06 b	T18	139,59 c
T21	39,39 b	T2	141,44 c
T17	44,22 c	T11	142,81 c
T19	44,71 c	T8	146,66 c
T3	45,16 c	T9	152,82 d
T9	45,18 c	T6	154,36 d
T2	45,27 c	T3	159,43 e
T1	46,70 c	T16	166,72 e
T5	46,76 c	T13	168,34 e
T8	47,92 d	T1	171,48 e
T16	48,21 d	T15	183,27 f
T20	49,12 d	T5	183,59 f
T10	49,44 d	T14	189,96 f
T14	49,80 d	T19	194,67 g
T15	53,52 e	T10	200,84 g
T7	56,49 e	T7	226,03 h
T4	57,59 e	T20	283,97 i
T18	88,13 f	T4	290,15 i

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 14B Médias¹ do teor de umidade (g 100 g⁻¹) e tempo de cozimento (min) na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Umidade (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Tempo cozimento (min)
T9	62,69 a	T4	13,33 a
T13	62,87 a	T7	13,33 a
T16	62,98 a	T10	13,33 a
T5	64,53 a	T8	13,66 a
T4	64,59 a	T14	13,66 a
T10	65,00 a	T11	13,66 a
T20	65,25 a	T9	13,66 a
T17	66,06 a	T2	14,00 a
T21	66,55 a	T6	14,00 a
T6	66,84 a	T1	14,33 b
T14	67,32 b	T18	14,67 b
T18	68,21 b	T3	14,67 b
T19	69,54 b	T16	15,67 c
T7	70,39 b	T17	15,67 c
T2	71,24 b	T20	16,00 c
T8	72,25 c	T13	16,33 c
T1	75,06 d	T5	16,33 c
T12	76,03 d	T12	16,67 c
T15	78,76 e	T21	17,67 d
T3	80,46 e	T15	17,67 d
T11	81,50 e	T19	18,67 e

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 15B Médias¹ do teor de amido (g 100 g⁻¹), teor de carotenóides (µg⁻¹) na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Amido (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Carotenóides (µg ⁻¹)
T3	10,15 f	T13	43,58 p
T11	11,21 f	T12	52,10 o
T12	15,12 e	T4	65,40 n
T15	15,95 e	T11	92,51 m
T18	18,92 d	T5	115,04 l
T8	21,66 c	T19	115,83 l
T7	22,08 c	T10	117,61 l
T1	22,17 c	T8	122,33 j
T2	24,94 b	T14	127,07 i
T14	26,22 b	T3	128,79 i
T20	26,94 b	T9	128,91 i
T19	27,39 b	T1	132,20 h
T17	28,37 b	T17	138,30 g
T21	29,50 a	T21	168,33 f
T6	30,01 a	T16	174,77 e
T10	30,09 a	T6	176,42 e
T16	30,58 a	T15	183,85 d
T5	31,24 a	T2	184,00 d
T4	31,74 a	T18	206,90 c
T9	32,14 a	T7	215,46 b
T13	32,39 a	T20	366,67 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 16B Médias¹ do teor de vitamina C (g 100 g⁻¹), açúcares totais (g glicose 100g⁻¹) na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Vitamina C (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Açúcares totais (g glicose 100g ⁻¹)
T20	29,24 c	T15	1,16 d
T11	30,19 c	T8	1,37 d
T3	30,21 c	T4	1,44 d
T8	31,57 c	T18	1,58 c
T7	33,68 b	T16	1,59 c
T19	34,49 b	T21	1,68 c
T1	34,79 b	T17	1,74 c
T2	35,40 b	T3	1,78 c
T10	35,76 b	T11	1,81 c
T18	36,45 b	T14	1,82 c
T17	36,70 b	T2	1,88 c
T5	36,82 b	T10	1,97 c
T14	37,04 b	T9	2,18 b
T16	38,82 a	T20	2,30 b
T9	41,49 a	T6	2,43 b
T12	41,54 a	T1	2,44 b
T15	42,17 a	T19	2,48 b
T4	42,40 a	T5	2,58 a
T13	43,12 a	T7	2,68 a
T21	43,81 a	T12	2,73 a
T6	44,08 a	T13	2,75 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 17B Médias¹ do teor de sólidos solúveis (SST °Brix), ácido cianídrico (HCN mg de eq. HCN Kg⁻¹), na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	SST (°Brix)	Tratamentos	HCN (mg de eq. HCN Kg ⁻¹)
T15	1,86 d	T21	4,73 a
T3	2,03 d	T14	5,94 b
T8	2,03 d	T8	6,03 b
T18	2,10 d	T20	6,06 b
T14	2,14 d	T9	6,55 b
T4	2,17 d	T19	7,30 c
T2	2,21 d	T10	7,62 c
T10	2,53 c	T3	7,69 c
T17	2,53 c	T2	7,79 c
T9	2,62 c	T17	8,61 d
T20	2,63 c	T13	8,75 d
T21	2,85 b	T1	9,03 d
T16	2,93 b	T12	9,09 d
T19	3,06 b	T5	9,96 e
T11	3,06 b	T18	10,33 e
T7	3,16 a	T7	10,66 e
T13	3,18 a	T6	10,98 e
T1	3,20 a	T15	11,39 e
T6	3,20 a	T4	12,83 f
T5	3,31 a	T11	14,07 g
T12	3,34 a	T16	17,18 h

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 18B Médias¹ do teor de acidez titulável (mEq g 10 g⁻¹) e pH, na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Acidez titulável (mEq g 10 g ⁻¹)	Tratamentos	pH
T13	0,10 a	T12	6,10 h
T6	0,10 a	T2	6,14 g
T3	0,13 a	T15	6,15 g
T19	0,13 a	T3	6,18 g
T2	0,13 a	T11	6,21 f
T17	0,16 b	T5	6,21 f
T5	0,16 b	T8	6,25 e
T16	0,20 b	T14	6,26 e
T18	0,20 b	T19	6,30 e
T15	0,20 b	T1	6,34 d
T21	0,20 b	T16	6,35 d
T1	0,20 b	T10	6,37 d
T4	0,20 b	T20	6,37 d
T9	0,20 b	T6	6,39 d
T8	0,20 b	T7	6,41 c
T20	0,23 c	T17	6,42 c
T10	0,27 c	T21	6,43 c
T7	0,27 c	T4	6,44 c
T14	0,27 c	T13	6,45 c
T12	0,30 c	T18	6,48 b
T11	0,40 d	T9	6,57 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 19B Médias¹ do teor de polifenoxidase ($\text{U g}^{-1} \text{minuto}^{-1}$), peroxidase ($\text{U g}^{-1} \text{minuto}^{-1}$) na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Polifenoxidase ($\text{U g}^{-1} \text{minuto}^{-1}$)	Tratamentos	Peroxidase ($\text{U g}^{-1} \text{minuto}^{-1}$)
T3	31,44 a	T13	126,18 a
T21	36,49 b	T8	153,64 b
T13	37,31 b	T11	156,08 b
T8	37,95 b	T19	160,03 b
T11	38,14 b	T2	161,49 b
T14	41,29 c	T12	168,59 c
T7	42,86 c	T18	171,19 c
T16	47,01 d	T14	172,97 c
T4	47,53 d	T17	175,71 c
T12	49,56 e	T15	176,35 c
T15	52,82 f	T3	176,82 c
T18	52,85 f	T10	194,31 d
T19	53,13 f	T16	198,62 d
T6	53,53 f	T7	204,47 e
T1	57,23 g	T4	206,01 e
T9	57,97 g	T1	208,67 e
T5	58,18 g	T9	210,21 e
T17	60,68 h	T21	213,42 e
T10	60,82 h	T6	214,29 e
T2	64,84 i	T5	239,33 f
T20	66,23 i	T20	309,85 g

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$)

Tabela 20B Médias¹ do teor de umidade (g 100 g⁻¹) e tempo de cozimento (min) na quarta colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Umidade (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Tempo cozimento (min)
T9	58,45 a	T10	12,66 a
T17	59,59 a	T18	12,66 a
T20	59,78 a	T11	13,66 b
T18	60,51 b	T15	13,66 b
T10	61,99 b	T12	13,66 b
T2	64,32 c	T6	13,66 b
T5	64,34 c	T3	13,66 b
T14	64,44 c	T5	13,66 b
T19	65,98 d	T8	14,00 b
T16	66,20 d	T13	14,33 b
T11	67,08 e	T17	14,33 b
T1	67,52 e	T14	15,33 c
T15	67,87 e	T20	15,66 c
T7	67,90 e	T16	15,66 c
T13	69,30 f	T4	16,00 c
T4	69,58 f	T21	16,33 d
T8	70,67 f	T7	17,33 e
T21	76,58 g	T9	17,66 e
T12	76,91 g	T1	17,66 e
T3	79,73 h	T19	18,66 f
T6	83,81 i	T2	21,66 g

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 21B Médias¹ do teor de amido (g 100 g⁻¹), teor de Carotenóides (µg⁻¹) na quarta colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Amido (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Carotenóides (µg ⁻¹)
T6	11,61 i	T13	31,67 s
T3	16,32 h	T12	47,08 r
T12	19,43 g	T2	57,68 q
T21	20,47 g	T1	66,28 p
T8	24,88 f	T19	68,98 o
T1	25,15 f	T4	85,38 n
T4	26,77 e	T14	86,61 n
T5	26,85 e	T21	94,44 m
T13	27,30 e	T15	97,06 l
T15	27,73 e	T16	103,64 j
T7	29,12 d	T11	108,40 i
T11	29,17 d	T17	116,82 h
T16	29,41 d	T10	135,80 g
T19	29,71 d	T7	147,52 f
T14	31,27 c	T18	147,54 f
T2	32,71 c	T9	161,55 e
T10	32,75 c	T8	171,56 d
T18	33,71 c	T3	181,46 c
T17	34,62 b	T5	183,38 c
T20	34,69 b	T6	210,13 b
T9	36,63 a	T20	231,25 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 22B Médias¹ do teor de vitamina C (g 100 g⁻¹), açúcares totais (g glicose 100g⁻¹) na quarta colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Vitamina C (g 100 g ⁻¹)	Tratamentos	Açúcares totais (g glicose 100g ⁻¹)
T6	14.19 b	T16	1,15 g
T16	15.89 b	T19	1,16 g
T15	18.06 b	T2	1,19 g
T5	22.41 c	T7	1,31 f
T17	24.85 c	T10	1,37 f
T19	25.54 c	T1	1,44 f
T13	25.67 c	T13	1,51 e
T2	26.08 c	T17	1,52 e
T7	26.17c	T20	1,54 e
T3	26.72 c	T21	1,56 e
T10	28.60 b	T3	1,57 e
T14	28.76 b	T5	1,71 d
T11	30.17 b	T14	1,72 d
T18	30.68 b	T6	1,73 d
T8	30.86 b	T8	1,82 d
T21	32.80 b	T11	1,95 d
T4	32.98 b	T18	2,39 c
T12	37.02 a	T9	2,64 b
T9	38.73 a	T12	2,69 b
T1	39.04 a	T4	2,92 a
T20	39.20 a	T15	2,95 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 23B Médias¹ do teor de sólidos solúveis (SST °Brix), ácido cianídrico (mg de eq. HCN Kg⁻¹), na quarta colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	SST (°Brix)	Tratamentos	HCN (mg de eq. HCN Kg ⁻¹)
T19	1,85 b	T11	2,71 a
T5	2,00 b	T3	3,26 a
T6	2,00 b	T21	3,37 a
T7	2,00 b	T5	4,00 b
T21	2,06 b	T6	4,15 b
T1	2,13 c	T18	4,50 b
T14	2,15 c	T12	4,52 b
T20	2,17 c	T15	4,66 c
T17	2,22 c	T1	4,74 c
T13	2,26 c	T16	4,82 c
T3	2,26 c	T13	5,14 c
T8	2,26 c	T4	5,31 c
T10	2,26 c	T2	6,01 d
T2	2,33 c	T17	6,17 d
T11	2,40 c	T7	6,31 d
T16	2,40 c	T10	7,20 e
T9	2,85 b	T8	7,38 e
T15	3,60 a	T19	7,51 e
T12	3,61 a	T14	7,76 e
T18	3,61 a	T20	8,62 f
T4	3,71 a	T9	8,81 f

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 24B Médias¹ do teor de acidez titulável (mEq g 10 g⁻¹) e pH, na quarta colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Acidez Titulável (mEq g 10 g ⁻¹)	Tratamentos	pH
T8	0,33 a	T12	6,05 a1
T10	0,40 a	T2	6,13 b
T18	0,40 a	T3	6,15 b
T7	0,43 b	T6	6,17 b
T15	0,46 b	T8	6,23 c
T9	0,46 b	T18	6,28 c
T3	0,46 b	T1	6,30 c
T1	0,46 b	T17	6,31 c
T4	0,46 b	T4	6,31 c
T2	0,46 b	T5	6,31 c
T21	0,46 b	T15	6,32 c
T14	0,50 c	T21	6,32 c
T13	0,50 c	T13	6,36 c
T6	0,50 c	T11	6,39 b
T17	0,50 c	T7	6,42 b
T20	0,53 c	T10	6,49 a
T19	0,53 c	T14	6,49 a
T11	0,53 c	T9	6,51 a
T16	0,56 c	T19	6,53 a
T5	0,60 c	T20	6,55 a
T12	0,80 d	T16	6,57 a

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Tabela 25B Médias¹ do teor de polifenoloxidase (U g⁻¹ minuto⁻¹), peroxidase (U g⁻¹ minuto⁻¹) na terceira colheita das raízes de mandioca

Tratamentos	Polifenoloxidase (U g ⁻¹ minuto ⁻¹)	Tratamentos	Peroxidase (U g ⁻¹ minuto ⁻¹)
T21	39,66 a	T21	174,55 a
T17	50,90 b	T11	181,86 a
T6	51,32 b	T17	195,30 b
T13	55,92 c	T9	199,16 b
T12	55,97 c	T12	220,18 c
T7	62,34 d	T4	220,98 c
T8	63,81 d	T2	222,90 c
T9	65,12 d	T8	224,16 c
T18	67,69 e	T13	231,90 d
T1	72,55 f	T6	237,10 d
T15	77,93 g	T1	246,44 e
T14	79,27 g	T15	250,19 e
T11	80,24 g	T3	250,69 e
T2	81,08 g	T18	255,46 e
T3	83,00 h	T7	256,01 e
T5	83,12 h	T14	260,46 e
T19	85,83 i	T20	281,90 f
T16	102,05 j	T19	299,35 g
T4	104,08 j	T5	307,19 g
T20	115,46 l	T10	311,24 g
T10	118,76 m	T16	340,84 h

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

APÊNDICE C

Tabela 1C Médias para os atributos das raízes de mandioca para sabor, textura, impressão global (IG), aparência e cor na primeira colheita aos 11 meses

TRATAMENTO	SABOR	TEXTURA	IG	APARÊNCIA	COR
1	5,58	5,84	6,17	6,58	6,60
2	5,70	5,62	5,87	5,86	5,68
3	6,02	6,24	6,18	6,06	6,42
4	5,72	6,24	5,86	5,42	6,40
5	6,46	6,84	6,31	5,40	6,30
6	4,90	5,02	5,70	5,98	6,56
7	5,58	5,50	5,92	6,52	6,28
8	5,32	5,58	5,57	5,48	5,48
9	5,36	5,88	5,20	4,44	4,88
10	5,38	5,68	4,96	4,12	4,22
11	5,46	5,28	6,31	6,76	7,02
12	6,16	6,24	6,48	6,80	6,90
13	5,92	6,14	6,58	7,32	7,10
14	6,14	5,78	5,68	4,96	5,18
15	6,40	7,18	6,99	7,04	6,90
16	6,32	6,26	6,37	6,20	6,50
17	6,10	6,30	5,89	5,44	5,90
18	5,88	5,44	6,54	6,82	6,98
19	6,86	6,52	6,82	6,86	7,38
20	5,74	6,32	6,70	6,80	6,50
21	5,88	5,70	5,76	5,52	5,54

Tabela 2C Médias para os atributos das raízes de mandioca para sabor, textura, impressão global (IG), aparência e cor na segunda colheita aos 14 meses

TRATAMENTO	SABOR	TEXTURA	IG	APARÊNCIA	COR
1	5,80	5,88	6,19	6,34	6,48
2	6,30	6,36	6,63	6,72	6,54
3	5,74	5,74	5,76	5,78	6,12
4	6,80	6,94	7,08	7,36	7,38
5	6,60	6,58	7,00	7,20	7,40
6	6,88	7,04	7,21	7,52	7,34
7	6,02	5,92	6,11	6,08	6,18
8	6,00	5,98	5,66	5,18	5,76
9	5,42	6,20	6,65	7,46	7,12
10	5,38	6,14	6,37	6,70	6,66
11	5,38	5,44	6,71	6,92	7,14
12	6,64	6,42	6,72	6,46	7,24
13	4,60	5,02	4,73	4,18	3,40
14	5,96	5,68	6,01	5,98	6,10
15	6,04	5,92	6,15	6,00	6,44
16	6,16	5,92	6,61	6,78	7,32
17	6,46	6,76	6,45	6,18	6,30
18	5,52	5,64	6,22	6,66	6,86
19	5,74	5,56	5,46	4,88	5,34
20	5,96	6,26	5,73	5,18	5,46
21	5,62	5,78	6,12	5,98	6,54

Tabela 3C Médias para os atributos das raízes de mandioca para sabor, textura, impressão global (IG), aparência e cor na terceira colheita aos 17 meses

TRATAMENTO	SABOR	TEXTURA	IG	APARÊNCIA	COR
1	6,18	6,68	6,81	6,76	7,18
2	5,72	5,98	6,14	6,40	6,48
3	5,14	4,70	5,15	5,12	5,16
4	4,58	5,40	5,37	5,86	5,92
5	6,12	5,92	5,20	4,14	4,42
6	6,12	5,66	5,21	4,18	4,40
7	5,96	6,66	6,69	6,78	6,94
8	4,48	5,90	5,79	6,74	6,10
9	6,28	5,98	5,29	4,26	4,54
10	6,80	7,04	6,15	4,78	5,30
11	5,94	6,54	6,66	7,02	7,06
12	5,30	5,40	6,18	6,88	7,14
13	5,50	6,20	6,35	6,76	6,98
14	6,42	6,22	6,09	5,60	6,46
15	6,00	6,18	6,20	6,24	6,18
16	6,22	6,32	6,00	5,72	5,56
17	6,16	6,52	6,73	7,00	7,10
18	5,74	5,48	5,47	5,10	4,96
19	6,74	6,72	6,99	7,22	7,38
20	6,46	6,82	6,22	5,74	5,60
21	6,54	6,68	6,80	6,78	6,90

Tabela 4C Médias para os atributos das raízes de mandioca para sabor, textura, impressão global (IG), aparência e cor na quarta colheita aos 20 meses

TRATAMENTO	SABOR	TEXTURA	IG	APARÊNCIA	COR
1	6,44	6,50	6,84	7,18	6,84
2	6,06	6,92	6,55	6,62	6,40
3	6,14	6,26	6,35	6,40	6,94
4	3,74	5,04	4,49	4,74	5,48
5	5,30	5,90	5,63	5,48	5,60
6	5,02	5,30	6,24	7,40	7,52
7	6,48	6,18	5,60	4,80	5,02
8	5,08	4,78	5,42	5,80	5,80
9	5,90	6,46	6,07	5,60	5,98
10	6,74	6,62	6,25	5,92	5,84
11	6,30	6,32	6,20	5,90	6,62
12	4,88	5,18	5,92	6,50	6,96
13	5,70	6,14	6,43	6,76	6,98
14	6,86	7,02	5,55	3,86	4,28
15	4,46	5,04	4,93	4,98	4,66
16	4,82	5,12	4,72	4,28	4,88
17	5,86	6,36	6,62	6,92	6,96
18	6,00	6,62	6,38	6,32	6,54
19	5,80	6,56	6,68	7,16	7,32
20	5,88	6,22	5,03	3,80	3,92
21	7,00	6,92	7,11	7,32	7,34

ANEXOS

ANEXO A – Ficha do teste de aceitação usando na análise sensorial

Avaliação Sensorial de Mandioca

Nome: _____

Data: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

Frequência de consumo de Mandioca: () 1 vez ao mês; () 2 vezes ao mês; () 1 vez por semana;
() 2 vezes por semana; () todos os dias

Faixa etária: () 15 a 30 anos; () 31 a 45 anos; () 45 a 60 anos; () mais que 60 anos

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e avalie, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência, do aroma, do sabor, da textura e da impressão global de cada uma delas. Lave a boca com água entre uma amostra e outra.

9 – Gostei extremamente

Nº amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

6 – Gostei ligeiramente

5 – Nem gostei/nem desgostei

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei extremamente

Agora avalie, de acordo com a escala abaixo, a intenção de compra dos biscoitos.

5 – Certamente compraria

4 – Provavelmente compraria

3 – Tenho dúvidas se compraria

2 – Provavelmente não compraria

1 – Certamente não compraria

Nº amostra	Intenção de compra

Figura 1A Ficha do teste de aceitação