

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES
MALDONADO – UNEMAT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE
PLANTAS – PGMP

VIVIANE MARTINS

**Etnovarietades de mandioca: caracterização molecular, qualidade
culinária e conservação pós-colheita de raízes minimamente
processadas**

ALTA FLORESTA
MATO GROSSO - BRASIL
MARÇO - 2022

VIVIANE MARTINS

Etnovarietades de mandioca: caracterização molecular, qualidade culinária e conservação pós-colheita de raízes minimamente processadas

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a Dra Ana Aparecida Bandini Rossi

Coorientadora: Prof^a Dra Auana Vicente Tiago

ALTA FLORESTA
MATO GROSSO - BRASIL
MARÇO - 2022

M379e MARTINS, Viviane.
Etnovarietades de Mandioca: Caracterização Molecular, Qualidade Culinária e Conservação Pós-Colheita de Raízes Minimamente Processadas / Viviane Martins - Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2022.
76 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022.
Orientador: Ana Aparecida Bandini Rossi
Coorientador: Auana Vicente Tiago

1. Caracterização Culinária. 2. Diversidade Genética. 3. Manihot Esculenta. I. Viviane Martins. II. Etnovarietades de Mandioca: Caracterização Molecular, Qualidade Culinária e Conservação Pós-Colheita de Raízes Minimamente Processadas: .
CDU 33.493

Etnovarietades de mandioca: Caracterização molecular, qualidade culinária e conservação pós-colheita de raízes minimamente processadas

VIVIANE MARTINS

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 18 de março de 2022

Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente
 ANA APARECIDA BANDINI ROSSI
Data: 18/03/2022 18:14:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi
Orientadora – UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado

Documento assinado digitalmente
 JULIANA DE FREITAS ENCINAS DARDENGO
Data: 20/03/2022 20:22:10-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Dra. Juliana de Freitas Encinas Dardengo
UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado

Documento assinado digitalmente
 AUANA VICENTE TIAGO
Data: 18/03/2022 18:51:21-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Auana Vicente Tiago
UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado

Documento assinado digitalmente
 JULIANA RODRIGUES LARROSA OLER
Data: 22/03/2022 10:51:15-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Juliana Rodrigues Larrosa Oler
IDSM – Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por todas as bênçãos concedidas, por dar-me força e paciência para continuar a caminhada e não permitir que eu desistisse. Sem Ele nada seria possível;

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) pela oportunidade de realização do curso de Mestrado;

À minha querida professora, Ana Aparecida Bandini Rossi, pela orientação, paciência, amizade, compreensão, incentivo e, principalmente, por acreditar em mim, sendo essa “mãezona” que acolhe e se preocupa, indo muito além de somente orientar;

À minha coorientadora Auana Vicente Tiago, por todo suporte prestado durante a realização deste trabalho;

Às integrantes da banca examinadora, Prof^a Dra. Auana Vicente Tiago, Prof^a Dra. Juliana de Freitas Encinas Dardengo e Prof^a Dra. Juliana Rodrigues Larrosa Oler pelas contribuições neste trabalho e por terem aceitado participar da banca;

Aos funcionários da universidade e aos colegas do laboratório GenBioMol, os meus sinceros agradecimentos, especialmente, a Eliane Cristina, sempre tão solícita, disposta a me ajudar;

Aos meus pais, Paulo e Maria Luiza, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e pela compreensão dos momentos mais estressantes, por todo incentivo, apoio, exemplo, confiança e acima de tudo por não me deixarem desistir. Vocês foram fundamentais para conclusão desta pós-graduação. Não existem palavras para descrever o quanto amo vocês e o quanto sou grata por tudo o que fizeram e fazem por mim;

Aos meus filhos, Pedro Henrique e Mateus, que diversas vezes tiveram que aceitar minha ausência (mesmo sem entender), para que esse trabalho fosse realizado. Inúmeras foram as vezes que às 2 ou 3 horas da manhã ouvi “mãe você não vai dormir?!”

A todos os meus familiares, pelo carinho, apoio, incentivo;

Enfim a todos que contribuíram de alguma maneira para condução e realização deste trabalho, recebam minha gratidão!

BIOGRAFIA

Viviane Martins, filha de Paulo Martins e Maria Luiza do Nascimento Martins. Nascida em 25 de julho de 1986 no município de Alta Floresta – Mato Grosso. Casada, mãe de Pedro Henrique e Mateus. No ano de 2006, ingressou no curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* de Alta Floresta, colando grau em fevereiro de 2013. Concluiu os cursos de Pós-graduação *lato sensu*: Didática do ensino superior (2015), Gestão ambiental e desenvolvimento sustentável (2016) e Neuropsicopedagogia: Educação especial e inclusiva (2018). Em 2020, iniciou o curso de Pós-graduação *stricto sensu* no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela UNEMAT – *Campus* de Alta Floresta, obtendo o título de Mestre em março de 2022, sob a orientação da Prof^a. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi. É servidora pública, atuando como Profissional Técnico do Ensino Superior na Universidade do Estado de Mato Grosso, desde 2014.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Caracterização, utilização e importância econômica.....	3
2.2. Marcadores ISSR.....	5
2.3. Características culinárias.....	6
2.4. Conservação pós-colheita das raízes.....	6
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
4. CAPÍTULOS.....	12
4.1 CAPÍTULO I.....	12
CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE QUINZE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO, BRASIL.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1. Amostragem e coleta do material vegetal.....	15
2.2. Caracterização molecular.....	17
2.2.1. Extração do DNA total.....	17
2.2.2. Amplificação via PCR – reação em cadeia da polimerase.....	18
2.3. Análise dos dados.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
4.2 CAPÍTULO II.....	36

CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E QUALIDADE CULINÁRIA DAS RAÍZES DE QUINZE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Obtenção e propagação do material.....	39
2.2 Caracterização fenotípica das raízes.....	41
2.3 Descascamento das raízes.....	41
2.4 Caracterização culinária.....	42
2.4.1 Cocção em panela convencional.....	43
2.4.2 Cocção em panela de pressão	43
2.4.3 Padrão da massa cozida	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.1 Caracterização fenotípica das raízes.....	45
3.2 Descascamento das raízes.....	50
3.3 Características culinárias	51
4. CONCLUSÕES	56
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
4.3 CAPÍTULO III.....	60
EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO E TIPO DE EMBALAGEM NA QUALIDADE CULINÁRIA DE QUINZE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA	60
1. INTRODUÇÃO	61
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
2.1. Etnovariedades avaliadas	63
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4. CONCLUSÕES	72
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela I- 1. Código atribuído às 15 etnovariedades de mandioca, nome denominado pelo agricultor e local de coleta no estado de Mato Grosso, Brasil	16
Tabela I- 2. Nome e sequência dos primers ISSR utilizados para a caracterização molecular das 15 etnovariedades de mandioca UBC = <i>University of British Columbia</i>	17
Tabela I- 3. Número total de fragmentos amplificados (NTF), número de fragmentos polimórficos (NFP), porcentagem de polimorfismo (%P) e índice de conteúdo polimórfico (PIC) para os 15 primers ISSR em relação as 15 etnovariedades de mandioca coletadas no estado de Mato Grosso, Brasil.....	21
Tabela I- 4. Matriz de dissimilaridade genética entre 15 etnovariedades de mandioca calculada com base no complemento do coeficiente de Jaccard, utilizando 139 fragmentos ISSR	24
Tabela I- 5. Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC), estresse e distorção dos Métodos Ward, UPGMA e Vizinheiro mais próximo (SL).....	26
Tabela I- 6. Agrupamento pelo método Tocher, baseado na matriz de dissimilaridade de Jaccard a partir da análise molecular por meio dos marcadores ISSR das 15 etnovariedades de mandioca	27
Tabela II- 1. Código atribuído às 15 etnovariedades de mandioca, nome denominado pelo agricultor e local de coleta no estado de Mato Grosso, Brasil. Alta Floresta – MT, 2021.....	37
Tabela II- 2. Resultado da análise química do solo da área experimental. Alta Floresta - MT, 2021	38
Tabela II- 3. Descrição utilizada para classificação do descascamento da película e do córtex da raiz de mandioca em fácil, mediano e difícil. Alta Floresta – MT, 2021.....	39
Tabela II- 4. Escala para avaliação do padrão de massa cozida de raízes de mandioca. Alta Floresta – MT, 2021	41
Tabela II- 5. Caracterização fenotípica das raízes de quinze etnovariedades de mandioca, quanto à textura e cores da película, córtex e polpa, de acordo com os descritores propostos por Fukuda e Guevara (1998). Alta Floresta – MT, 2021	42

Tabela II- 6. Avaliação da facilidade de descascamento das quinze etnovariedades de mandioca aos 7 meses pós plantio, Alta Floresta, 2021	47
Tabela II- 7. Diferenciação (\neq) na massa (em gramas) das quinze etnovariedades de mandioca antes (AC) e após cozimento (PC) em panela convencional e panela de pressão. Alta Floresta – MT, 2021	48
Tabela III- 1. Código atribuído às 15 etnovariedades de mandioca, nome denominado pelo agricultor e local de coleta no estado de Mato Grosso, Brasil.....	59
Tabela III- 2. Escala para avaliação do padrão de massa cozida de raízes de mandioca.....	62
Tabela III- 3. Tempo de cocção em panela convencional em cada período de armazenamento em embalagens sem vácuo (SV) e com vácuo (CV) de quinze etnovariedades de mandioca, Mato Grosso, Brasil.....	63
Tabela III- 4. Classificação do padrão da massa cozida (PMC) das quinze etnovariedades (ETNO) de mandioca em função do período de armazenamento; tipo de panela utilizada na cocção, panela convencional (PC) e panela de pressão (PP); e tipo de embalagem utilizada, com vácuo (CV) e sem vácuo (SV)	65

LISTA DE FIGURAS

Figura I- 1. Localização geográfica dos pontos de coletas das 15 etnovariedades de mandioca nos sete municípios do Mato Grosso, Brasil.....	15
Figura I- 2. DNA total das 15 etnovariedades de mandioca (1-15). M: marcador de DNA de 50 ng/ μ L.....	17
Figura I- 3. Produtos de amplificação do DNA genômico de 15 etnovariedades de mandioca com o primer UBC 868. M: marcador 100 pb. Números em vermelho indicam os fragmentos polimórficos.....	22
Figura I- 4. Características das raízes das etnovariedades de mandioca mais e menos similares. Etnovariedades mais similares ETNO05 (A e B) e ETNO06 (C e D) possuem textura da raiz rugosa, cor da película marrom; ETNO15 (E e F), mais dissimilar em relação a ETNO05, possui textura da raiz lisa e cor da película branca.....	25
Figura I- 5. Dendrograma obtido pelo método UPGMA e complemento aritmético do índice de Jaccard como medida de dissimilaridade, em 15 etnovariedades de mandioca com base em marcadores ISSR.....	26
Figura I- 6. Etnovariedades que formaram grupos isolados nos dois métodos de agrupamento: UPGMA e Tocher. ETNO 01 (A e B); ETNO 02 (C e D) e ETNO 15 (E e F).....	28
Figura I- 7. Agrupamento das 15 etnovariedades de mandioca, em dois grupos genéticos (vermelho e verde), obtidos a partir do programa “Structure”. As linhas verticais ao longo do eixo X representam os indivíduos e os segmentos coloridos ao longo do eixo Y demonstram o coeficiente de associação de cada indivíduo atribuído a cada um dos K.....	29
Figura II- 1. Vista geral das etnovariedades de mandioca em campo, aos cinco meses após o plantio (A), e na ocasião da colheita aos 7 meses após o plantio (B).....	38
Figura II- 2. Cocção das raízes de mandioca. Preparo de cilindros de mandioca (5 cm) para avaliação (A); Pesagem dos cilindros antes da cocção (B); Cilindro em processo de cocção (C); Drenagem de água em escorredor de inox (D); Pesagem dos cilindros pós cocção (E).....	40
Figura II- 3. Distribuição percentual das classes das características fenotípicas avaliadas nas 15 etnovariedades de mandioca. Alta Floresta - MT, 2021.....	43

Figura II- 4. Diferenciação de raízes de quatro etnovariedades de mandioca, quanto às características da epiderme, cultivadas no norte de Mato Grosso. ETNO01: Rugosa, marrom escuro (A); ETNO 12: lisa, branca (B); ETNO 07: lisa, marrom claro (C) e ETNO 13: rugosa, marrom claro (D).	44
Figura II- 5. Cor da polpa de quatro etnovariedades antes e após o cozimento. ETNO01 polpa branca <i>in natura</i> e creme quando cozida (A); ETNO02 polpa branca <i>in natura</i> e branca após cozimento (B); ETNO09 polpa creme <i>in natura</i> e amarela quando cozida (C); ETNO04 polpa amarela antes e após cozimento (D).	46
Figura II- 6. Detalhe da película e córtex na avaliação de descascamento da ETNO02 - Liberata (A) e ETNO3 - Branca (B).	47
Figura II- 7. Diferenciação de peso em gramas da retenção de água para cada uma das 15 etnovariedades (ETNO01 a ETNO15) após o cozimento em panela convencional (PC) e panela de pressão (PP).	49
Figura II- 8. Comparação dos tempos de cozimento (em minutos) e das notas (0-10) atribuídas a classificação do padrão de massa cozida (PMC) em panela convencional aberta (PC) e panela de pressão (PP) para as quinze etnovariedades de mandioca.....	50
Figura III- 1. Vista geral do cultivo das etnovariedades de mandioca aos sete meses pós-plantio, Alta Floresta, MT, 2021.....	60
Figura III- 2. Processamento mínimo e armazenamento das raízes de <i>Manihot esculenta</i> . Raízes lavadas após descascamento manual (A); pesagem de cilindros de mandioca (B); raízes embaladas sem vácuo (C); raízes embaladas à vácuo (D); armazenamento do material minimamente processados (E).....	61
Figura III- 3. Parâmetro do padrão de massa cozida de mandioca, quanto à plasticidade após cozimento <i>in natura</i> em panela convencional aberta, ETNO 13 (A e B); ETNO 12 (C e D), ambas com nota 9.....	65
Figura III- 4. Parâmetro do padrão de massa cozida de mandioca, quanto à plasticidade após o cozimento em panela de pressão. ETNO 12, nota 4, aos 30 dias de armazenamento (A); ETNO 4, nota 5, aos 30 dias de armazenamento (B); ETNO 10, nota 6, aos 60 dias de armazenamento (C).	66

RESUMO

MARTINS, Viviane; M. Sc. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO, março de 2022. Etnovarietades de mandioca: caracterização molecular, qualidade culinária e conservação pós-colheita de raízes minimamente processadas. Orientadora: Profa. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi; Coorientadora: Dra. Auana Vicente Tiago.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em diversas regiões brasileiras, sendo uma das culturas de maior importância socioeconômica para o país. Com vasta possibilidade de utilização, como na fabricação de produtos voltados para alimentação humana e animal. Este estudo objetivou realizar a caracterização molecular, fenotípica e culinária de raízes de 15 etnovarietades de mandioca cultivadas no norte de Mato Grosso. Para caracterização molecular utilizou-se folhas jovens, para extração de DNA, e 15 marcadores moleculares do tipo ISSR. A caracterização fenotípica das raízes foi realizada avaliando a textura da epiderme e cores da película, do córtex e da polpa. A qualidade culinária foi determinada analisando a facilidade de descascamento das raízes, o tempo de cocção, a variação de peso pré e pós cozimento e o padrão de massa cozida de raízes *in natura* e armazenadas no freezer em embalagens com e sem vácuo por 30, 60 e 90 dias. A caracterização molecular a partir dos marcadores ISSR confirmou a diversidade genética existente entre as 15 etnovarietades de mandioca avaliadas, por meio do percentual de polimorfismo e dos métodos de agrupamentos UPGMA, Tocher e Structure. A caracterização fenotípica evidenciou, para as 15 etnovarietades avaliadas, variação quanto à textura e cores da epiderme, córtex, película, polpa *in natura* e após cozimento das raízes, podendo ser um indicativo de variabilidade genética. Tal fato sugere a conservação dessas etnovarietades de mandioca. A avaliação das características culinárias demonstrou que as 15 etnovarietades avaliadas apresentaram tempo de cocção regular e bom padrão de massa cozida. Os três períodos (30, 60 e 90 dias) de armazenamento em freezer aumentaram o tempo de cocção das 15 etnovarietades avaliadas, quando comparado com as raízes *in natura*. Os tipos de embalagens plásticas (com e sem vácuo) não tiveram efeito sobre o tempo de cocção e padrão de massa cozida das raízes dessas 15 etnovarietades .

Palavras-chave: Caracterização culinária, diversidade genética, *Manihot esculenta*.

ABSTRACT

MARTINS, Viviane; M.Sc. Mato Grosso State University Carlos Alberto Reyes Maldonado, March 2022. Cassava landraces: molecular characterization, culinary quality and postharvest conservation of minimally processed roots. Advisor: Dr. Ana Aparecida Bandini Rossi; Co-advisor: Dr. Auana Vicente Tiago.

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is cultivated in several Brazilian regions, it is one of the crops of greatest socioeconomic importance for the country. It has a wide possibility of use, such as in the manufacture of food products for human and animal consumption. This study aimed to carry out the molecular, phenotypic and culinary characterization of roots of 15 of cassava landraces cultivated in the north of Mato Grosso state, Brazil. For the molecular characterization, young leaves were used for DNA extraction and 15 molecular markers of the ISSR type. The phenotypic characterization of the roots was performed by evaluating the texture of the epidermis, skin color, cortex color and pulp color. Culinary quality was determined by analyzing the facility of peeling the roots, the cooking time, the pre and post cooking weight variation and the cooked mass pattern of roots in natura and stored in the freezer in packages with and without vacuum for 30, 60 and 90 days. Molecular characterization, based on ISSR markers, confirmed the existing genetic diversity among the 15 evaluated cassava landraces, using the techniques percentage of polymorphism and the clustering methods UPGMA, Tocher and Structure. The phenotypic characterization showed a variation in the texture and colors of the epidermis, cortex, skin, pulp in natura and after cooking the roots for the 15 landraces evaluated. Such evidence may be an indicative of genetic variability, which suggests the conservation of these cassava landraces. The evaluation of the culinary characteristics showed that the 15 landraces evaluated presented regular cooking time and a good pattern of cooked pasta. The three periods (30, 60 and 90 days) of freezer storage increased the cooking time of the 15 evaluated landraces, when compared to the in natura roots. The types of plastic packaging (with and without vacuum) had no effect on the cooking time and pattern of cooked pasta of the roots of the 15 cassava landraces considered.

Keywords: Culinary characterization, genetic diversity, *Manihot esculenta*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Conhecida popularmente como mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, é um arbusto pertencente à família Euphorbiaceae, que se destaca pela importância comercial (Vieira et al., 2011). Suas raízes são fonte de amido e muito utilizadas na alimentação humana, animal e em agroindústrias de processamento na fabricação de diversos alimentos. Elas fornecem energia para milhões de pessoas ao redor do mundo (Wolf et al., 2020; Franco et al., 2020). Possui grande destaque na agricultura brasileira pela facilidade no manuseio, adaptação a condições edafoclimáticas e alta produtividade de raízes tuberosas, sendo uma importante cultura tropical, constituindo-se na principal fonte de calorias para mais de 600 milhões de pessoas na África, América do Sul e Oceania (Iyer et al., 2010; Nassar e Ortiz, 2010).

O gênero *Manihot*, originário do continente americano, abrange desde os Estados Unidos até a Argentina. São 98 espécies distribuídas em 19 seções, das quais 13 ocorrem no Brasil. A área abrangida pelo sul de Goiás e o oeste de Minas Gerais é considerada o maior centro de diversidade, seguido do sudeste do México, Nordeste do Brasil, sudeste de Mato Grosso e da Bolívia (Nassar, 2000). As espécies do gênero podem ocorrer em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo e variam quanto ao padrão de crescimento, podendo assumir a forma de arbustos, subarbustos ou árvores (Umanah e Hartmann, 1973)

A mandioca está entre as dez culturas que integram o ranking de maior valor da produção agrícola nacional (IBGE, 2022). Com uma produção mundial de 228.138,068 milhões de toneladas/ano, a mandioca constitui-se em uma das principais explorações agrícolas do mundo. Entre os continentes, a África é o maior produtor mundial, seguido pela Ásia, América Latina e Oceania. Destacando a Angola como o sétimo maior produtor de mandioca do mundo, o continente africano é responsável por 51,7% do volume total produzido (FAO, 2008; FAO, 2018).

A escassez de dados botânicos sobre as inúmeras variedades brasileiras de mandioca reforça a necessidade de reunir todo este material para ser avaliado em ensaios comparativos visando à obtenção de dados morfológicos, capazes de propiciar condições de melhor condução da cultura (Albuquerque et al., 2009). Neste

sentido, uma importante ferramenta de acesso às informações genéticas são os marcadores moleculares, destacando a importância de se estimar a estrutura e a variabilidade genética de populações naturais para que sejam elaboradas estratégias de conservação, manejo e exploração (Górski, 2015).

Os marcadores moleculares são importantes ferramentas que atuam diretamente no nível de DNA. Por serem pouco influenciados pelo ambiente, são considerados ilimitados, independentemente da idade da planta e sendo utilizados em procedimentos relacionados ao melhoramento de plantas (Ferreira e Grattapaglia, 1998). Alguns autores revelam que o uso dos marcadores moleculares tem substituído ou complementado a caracterização morfológica e agrônômica tradicional, afirmando ainda que os marcadores SSR e ISSR são úteis na identificação de cultivares, devido a sua alta reprodutibilidade (Toppa e Jadoski, 2013).

Além das características morfológicas das diversas etnovariedades de mandioca de mesa, outra característica importante a ser analisada remete a sua qualidade culinária, que se constitui de um conjunto de características físicas, químicas e sensoriais (Pedri et al., 2018). Essa caracterização da qualidade culinária está diretamente relacionada com o manuseio, comercialização e aceitação do consumidor. Para isso, o processamento mínimo tende a garantir a conservação da maioria das características nutricionais, sendo considerada uma alternativa para postergação da vida útil do produto para comercialização. As raízes de mandioca ao passar por processo de cocção em água resultam em produtos com características próprias e importantes para a aceitabilidade pelo consumidor (Butarelo et al., 2004).

A comercialização de mandioca minimamente processada tem sido uma alternativa para ampliação do período de oferta. No entanto, para que haja um tratamento pós colheita adequado, com um produto que realmente conserve as características sensoriais, torna-se importante estudar os fatores que afetam a conservação dessas características qualitativas (EMBRAPA, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização molecular de quinze etnovariedades de mandioca coletadas em sete municípios no norte do estado de Mato Grosso, assim como avaliar as características culinárias e o efeito de embalagens com e sem vácuo no armazenamento das mesmas, visando contribuir para pesquisas e/ou projetos de conservação e melhoramento genético da espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização, utilização e importância econômica

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertence à classe das Dicotiledôneas, ordem Euphorbiales, família Euphorbiaceae e ao gênero *Manihot*. É nativa do Brasil e está distribuída em todo o território nacional (Valle, 2005). Outras denominações como *M. utilíssima*, *M. dulcis*, *M. aipi* são consideradas sinônimos de *M. esculenta* (Rogers e Fleming, 1973). Quanto à ploidia, todas as espécies do gênero *Manihot* possuem $2n=36$ cromossomos (Raffailac e Second, 2001).

A mandioca possui raízes tuberosas alongadas e redondas. Seu caule pode apresentar entre 1 e 2.9 metros de altura, caracterizado pelo seu formato liso ereto e glabro. Possui látex branco e folhas com limbo peciololado cilíndrico, podendo ser simples, glabro ou lobado, com lobos elípticos, curtos, lanceolados, ovais, oblongos, panduriformes, medianos, ou maiores que os lobos laterais não sobrepostos. Apresenta estípulas triangulares persistentes. A Inflorescência é do tipo racemosa, na posição terminal, sendo bissexuada, apresentando a flor na posição pistilada basal (Flora do Brasil, 2020).

Apresenta forma de vida arbustiva terrícola, caracterizada por ser uma planta monóica, encontrando flores femininas e masculinas na mesma inflorescência, com polinização realizada principalmente por abelhas e vespas (Rogers e Fleming, 1973). As plantas do gênero *Manihot* são pertencentes ao grupo das plantas alógamas, possuindo maturação das flores femininas antecedendo a das flores masculinas (Cabral, 2001; Flora do Brasil, 2020).

A mandioca é produzida em todo o território brasileiro, mas a sua maior concentração é na região nordeste, cuja participação chega a 40%, destacando-se os estados da Bahia, Maranhão e Ceará. A Bahia representa 50% da produção nordestina, possui um centro de Pesquisa da EMBRAPA em Cruz das Almas-BA, e conta com centenas de “casas de farinha”. Na Região Norte, destaca-se o Estado do Pará, sendo o maior produtor nacional, com cinco milhões de toneladas por ano, contando com grande número de pequenas fábricas de farinha, além de apresentar o maior índice de consumo nacional de farinha, com 33 kg per capita ao ano. A

mandioca contribui com 2,4% no total do valor de produção nacional, estando entre os dez principais produtos da agricultura brasileira (SEAB, 2007; CONAB, 2017; IBGE, 2022).

Na região Centro-Oeste, onde predomina o Bioma Cerrado, apresenta 6,1% da produção nacional. Observando-se tendência de crescimento agrícola, puxada por algumas indústrias de fécula, principalmente no Mato Grosso do Sul. No estado de Mato Grosso, praticamente toda a produção de mandioca destina-se ao consumo animal e humano (SEAB, 2007; CONAB, 2017; Sousa et al., 2017). A mandioca apresenta ampla diversidade genética, uma vez que dezenas de etnovarietades são utilizadas por agricultores familiares tradicionais (Pantoja Franco et al., 2002). Fazendo com que o consumo culinário de suas raízes seja bastante difundido em todo o mundo.

A qualidade culinária de raízes frescas é um parâmetro importante na seleção de variedades de mandioca de mesa (Borges et al., 2002). Outra característica de importância econômica é o fato de as raízes poderem ser pedunculadas ou sésseis, pois isso resulta no engrossamento das raízes, assim como na identificação de variedades. Além disso, o pedúnculo protege as raízes contra podridão após colheita, visto que é menor a exposição de polpa aos agentes patogênicos (Pereira e Carvalho, 1979).

As instituições de pesquisa, extensão e os programas de melhoramento de mandioca estão envolvidos no processo contínuo de avaliação de cultivares “crioulas”, bem como na introdução de cultivares melhorados e/ou seleção de genótipos superiores. Tratam-se de estratégias para atender à demanda dos agricultores e/ou indústrias por materiais genéticos mais produtivos, com boa qualidade de raízes e adaptados às condições locais de cultivo (Chielle et al., 2007; Morales et al., 2009; Schwengber et al., 2009).

No Brasil, o pó de folhas de mandioca vem sendo utilizado como ingrediente de multimisturas ou adicionado à refeição no combate à desnutrição infantil, sendo acrescentadas às merendas escolares ou incluídas em cestas básicas para famílias carentes em várias regiões do país, além de ser um subproduto de ampla disponibilidade e baixo custo (Wobeto et al., 2004).

Devido a características de rusticidade e agronômicas, a mandioca de mesa tem se tornado fonte básica de alimento junto a cereais, fazendo parte das culturas

essenciais produzidas, principalmente, pela agricultura familiar. Sua comercialização na forma *in natura* em feiras livres junto às hortaliças tem induzido essa cultura ser a classificada como olerícola (Aguiar et al., 2013).

Aguiar et al. (2013), em pesquisa realizada no Distrito Federal, constataram que os consumidores de mandioca de maior poder aquisitivo se dispõem a consumir mais raízes de mandioca e a adquirir o produto a um preço mais elevado, desde que tivessem a certeza de estarem consumindo um produto com características culinárias e sanitárias superiores. Esse fato destaca o potencial da cultura e a necessidade de investimentos na qualidade do produto final oferecido aos consumidores.

2.2. Marcadores ISSR

Entre os marcadores moleculares baseados em PCR (Polimerase Chain Reaction), podemos citar o RAPD (*Random Amplified Polymorphism DNA*), SSR (*Simple Sequence Repeats*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) e o ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*).

Os marcadores ISSR têm se mostrado uma poderosa ferramenta para análise da diversidade genética, bem como para a caracterização de distintas espécies vegetais, dentre elas a *Manihot esculenta* Crantz. Por se tratar de um marcador que não requer conhecimento prévio do DNA a ser avaliado (Gupta et al., 1994), o ISSR é uma técnica universal, de baixo custo, fácil manuseio e de alta reprodutibilidade (Matthews et al., 1999). O ISSR utiliza uma sequência simples repetida como oligonucleotídeo iniciador para amplificar um fragmento de DNA delimitado por dois microssatélites invertidos, o que gera um alto nível de polimorfismo.

A técnica descrita por Meyer et al. (1993), a qual essencialmente combina os benefícios do RAPD (grande número de marcadores obtidos distribuído sobre o genoma), aliados ao aumento na reprodutibilidade e especificidade, são os marcadores ISSR (*Inter-simple sequence repeats*). ISSR é uma técnica baseada em SSR em que a amplificação é realizada com um único primer consistindo de várias repetições e ancorado geralmente com 2 a 4 nucleotídeos arbitrários. A reprodutibilidade decorre do fato de serem utilizados *primers* mais longos para amplificação por PCR em comparação com RAPD, e a utilização de temperaturas de anelamento mais altas na PCR.

Bastante utilizados na caracterização molecular de acessos de mandioca, os marcadores moleculares têm se destacado como ferramenta importante, por possuírem alta capacidade de detecção das informações contidas no genoma (Vieira et al., 2011).

2.3. Características culinárias

As raízes de mandioca, apresentam diversas características que agregam qualidade, como as diferentes colorações de polpa, o tempo de cocção e a presença de fibras. Quando resfriadas ou congeladas, possuem um tempo maior de prateleira aumentando sua comercialização (Fialho e Vieira, 2013).

A qualidade culinária da mandioca, de acordo com Lorenzi (1994), está relacionada com diferentes variáveis como a massa cozida, a textura, a pegajosidade e a plasticidade. Estas características são associadas ao tempo de cozimento das raízes, sendo que, quanto menor for o tempo de cozimento, maior será a qualidade da massa cozida.

A variação no tempo de cozimento das raízes entre variedades é um fator crítico na seleção de mandioca de mesa (Borges et al., 2002). Neste sentido, estudos em que diferenças na cocção de raízes de mandioca, não só entre as variedades, mas também entre épocas de colheita foram encontradas, mostraram-se importante na seleção de variedades para consumo na forma de raízes frescas (Pereira et al., 1985; Fukuda e Borges, 1988).

2.4. Conservação pós-colheita das raízes

Por controlar ambos os tipos de deterioração - fisiológica e microbiológica - o congelamento é um método eficiente para armazenar raízes de mandioca. No entanto, têm sido observadas algumas alterações de textura e qualidade das raízes, com a utilização desse método. O que pode ocorrer pelo ponto de congelação dos alimentos ser mais baixo do que o da água pura. De modo geral, os alimentos podem congelar de 0 °C a - 4 °C (Gava, 1999).

O armazenamento das raízes pode alterar suas características físico-químicas. Menezes (2012) conseguiu adequar uma variedade denominada 'vassourinha' para o processamento mínimo no norte de Minas Gerais com influência entre a variedade e idade da planta. Apesar de ser bastante comercializadas *in natura*,

uma alternativa para ampliar esta comercialização é o processamento mínimo ou congelamento. Aguiar et al. (2013), em pesquisa realizada no Distrito Federal, constataram que os consumidores de mandioca com maior poder aquisitivo se dispõem a consumir mais raízes de mandioca e a adquirir o produto a um preço mais elevado, desde que tivessem a certeza de estarem consumindo um alimento com características culinárias e sanitárias superiores. Fato este que realça o potencial da cultura e a necessidade de investimentos na qualidade do produto final oferecido aos consumidores.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J. L. P.; SOUSA, T. C.; LÔBO, C. F. Aspectos econômicos e de mercado do cultivo de mandioca. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. (Ed.). **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas**. 2. ed. Planaltina: Embrapa, 2013. p.161-203.

MARTINS, M. L. L.; ORLANDINI, P.; MENDOZA F., J. M.; SILVEIRA, T. C. 2020. Manihot in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17600>>. Acesso em: 27 mar. 2022.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, C. S.; ALVES, J. M. A.; NETO, F. A. Caracterização morfológica e agrônômica de clones de mandioca cultivados no Estado de Roraima. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4: 388-394, 2009.

BORGES, M. F., FUKUDA, W. M. G., ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesq. Agropec. Bras. Brasília**, v. 37, n.11: 1559-1565, 2002.

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

CABRAL, B. L. R. **Variabilidade isoenzimática de 200 acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001. 78 p. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

CHIELLE, Z. G.; MORALES, C. F. G.; BECKER, L. Desempenho agrônômico em 1º e 2º ciclos de cultivares de mandioca em Vera Cruz, RS. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** v. 3: 1-4. 2007.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Mandioca**. Brasília: CONAB, v. 4, n.1, 2017. 90p.

EMBRAPA. **Processamento mínimo: uma alternativa para os produtores de mandioca de mesa do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 46p.

FAO (2018). **World food and agriculture – Statistical pocketbook 2018**. Rome 254 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FAO. **A produção mundial de mandioca**. 2008. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/ak341e/ak341e06.htm#32>. Acesso em: 12 fev. 2020.

FERREIRA, M. E.; GRATAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3 ed. Brasília: Embrapa - CENARGEM, 1998. 220p.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. v.2, 202p.

FRANCO, P. C. I.; FARIA, M. L.; BILCK, A. P.; SOARES, E. A. Atividade antimicrobiana e caracterização de filmes de amido de mandioca/quitosana, reforçados com fibras de cana-de-açúcar. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 8766-8779, 2020.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. DE F. Avaliação qualitativa de cultivares de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, v. 7, n. 1: 63-71. 1988.

GAVA, J. A. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1999.132p.

GÓRSKI, F. **Seleção de primers ISSR e estrutura genética populacional de *Baccharis crispa* Spreng. (Asteraceae) do sul do Brasil**. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro Oeste, 2015. 72p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Biológicas).

GUPTA, M.; CHYI, Y. S.; ROMERO-SEVERSON, J.; OWEN, J. L. Amplification of DNA markers from evolutionarily diverse genomes using single primers of simple-sequence repeats. *Theoretical and Applied Genetics*, v.89: 998-1006, 1994.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>> Acesso em: 27 mar. 2022.

IYER, S; MATINSON, D. S.; FELLMAN, J. K. Study of the early events leading to cassava root postharvest deterioration. *Tropical Plant Biology* 3, p. 151-165, 2010.

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

MATTHEWS, D.; MCNICOLL, J.; HARDING, K.; MILLAM, S. 5'-anchored simple-sequence repeat primers are useful for analysing potato somatic hybrids. *Plant Cell Reports*, v. 19: 210-212, 1999.

MENEZES, J. B. C. **Caracterização, avaliação e processamento mínimo de seis variedades de mandioca cultivadas no norte de Minas Gerais**. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, 2012. 76p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Agrárias).

MEYER, W.; MITCHELL, T. G.; FREEDMAN, E. Z.; VILGALYS, R. Hybridization probes for conventional DNA fingerprinting used as single primers in the polymerase chain reaction to distinguish strains of *Cryptococcus neoformans*. *J Clin Microbiol* 31: 2274–80. 1993.

MORALES, C. F. G; CHIELLE, Z. G.; DORNELLES, M. A.; TEIXEIRA, C. D.; COUTINHO, A. Avaliação de cultivares e genótipos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), no município de Rio Pardo, Rio Grande do Sul, 2008/2009. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 5: 230-234, 2009.

NASSAR, N. M. A. Wild cassava *Manihot* spp.: biology and potentialities for genetic improvement. **Genetics and Molecular Biology**, v.23: 201-212, 2000.

NASSAR, N.; ORTIZ, R. Breeding cassava to feed the poor. **Scientific American**, v. 302, n. 5, p. 78-85, 2010.

PANTOJA FRANCO, M. C. P.; ALMEIDA, M. B.; CONCEIÇÃO, M. G., LIMA, E. C.; AQUINO, T. V.; IGLESIAS, M. P.; MENDES, M. Botar roçados. In: CUNHA, M.C. E.; ALMEIDA, M. B. (orgs.) **Enciclopédia da Floresta**. O Alto Juruá: práticas e conhecimentos das populações. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. p. 249–283.

PEDRI, E. C. M; ROSSI, A. A. B.; CARDOSO, E. S.; TIAGO, A. V.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Morphological characteristics and culinary quality of cassava ethnovarieties at different harvesting. **Braz. J. Food Technol.** v. 21, p. 1-8, 2018.

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

PEREIRA, S. C.; CARVALHO, D. Botânica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 59/60: 31-36, 1979.

RAFFAILAC, J.; SECOND, G. Cassava. In: **TROPICAL plant breeding**. Science, Enfield and Cirad: Science Publishers, 2001, p. 30-54.

ROGERS, D. S.; FLEMING, H. S. A monograph of *Manihot esculenta* with an explanation of the taximetrics methods used. **Economic Botanic**. v. 27, n. 1: 1-113, 1973.

SCHWENGBER, J. E.; MORALES, C. F. G.; SCHUBERT, R. N.; WATTHIER, M.; MORAES, R. T.; ZANATTA, T. Desempenho agrônômico de cultivares de aipins sob manejo orgânico em Pelotas, RS. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 13, Botucatu, 2009. **Anais...** Botucatu: CERAT-UNESP, 2009.

SEAB, **Análise da conjuntura agropecuária. 2007**. Disponível em: <www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/.../mandioca_2007_08.doc>. Acesso em: 12 fev. 2020.

SOUSA, D. M. G.; FIALHO, J. F.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; REIN, T. A.; VIEIRA, E. A. Calagem e adubação. In: FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; BORGES, A. L. (Ed.). **Cultivo da mandioca para região do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2017. p. 8-15. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167777/1/Cultivo-da-Mandioca-para-Regiao-do-Cerrado.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

TOPPA, E. V. B.; JADOSKI, C. J. O uso dos marcadores moleculares no melhoramento genético de plantas. **Scientia Agraria Paranaensis** v.12, n. 1: 1-5, 2013.

UMANA, E. E.; HARTMANN, R. W. Chromosome numbers and karyotypes of some *Manihot* species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.98: 272-274, 1973.

VALLE, T. L. Mandioca: dos índios à agroindústria. **ABAM - Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca**, n.11: 24-25, 2005.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. O. F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONCECA, K. G.; CARVALHO, L. J. C. B. Molecular characterization of sugary and nonsugary cassava accessions. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3: 455-461, 2011.

WOBETO, C.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, D. C. Cianeto nas folhas e farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência Agrotecnologia**, v.28, n. 5: 1115-1118, 2004.

WOLF, M. S.; SANTOS, L. L.; PEDRI, E. C. M.; TIAGO, A. V.; ROSSI, A. A. B. Citoquímica e viabilidade polínica de etnovarietades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.17 n. 32; p. 214, 2020.

4. CAPÍTULOS

4.1 CAPÍTULO I

**CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE QUINZE ETNOVARIEDADES DE
MANDIOCA CULTIVADAS NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO
GROSSO, BRASIL**

1. INTRODUÇÃO

Manihot esculenta Crantz (mandioca) é uma das fontes alimentares mais importantes para milhões de pessoas em todo o mundo devido ao seu valor nutricional (Lebot, 2009). Consiste em uma das culturas mais antiga e relevante no contexto socioeconômico brasileiro, representando papel fundamental na construção de identidade cultural e da agricultura de algumas regiões. Possui as mais inúmeras formas e utilidades nos países que a produzem alavancando sua importância socioeconômica mundial e, por conseguinte, constituindo-se como a principal fonte de carboidratos para 800 milhões de pessoas, especialmente nos continentes americano, africano e asiático (Gusmão et al., 2016)

A mandioca faz parte da alimentação indígena desde de antes da chegada dos europeus no continente americano, território que se tornaria o Brasil, e sua produção teve grande importância econômica no país após meados do século XVII (Vieira e Silva, 2016). O cultivo da mandioca se espalhou rapidamente por todo país, devido a fácil adaptação da espécie a diferentes tipos de solo, até mesmo solos arenosos, pouco produtivos e comuns nas regiões litorâneas (Leandro, 2007). Isso propiciou que a mandioca fosse cultivada, principalmente, por agricultores familiares, que atuam como mantenedores da diversidade local, uma vez que mantêm em suas roças grande diversidade de etnovariedades. Eles as cultivam ano após ano e desenvolvem atividades de troca de manivas entre si (Galera e Valle, 2007; Martins e Oliveira, 2009). O modelo de dinâmica evolutiva da mandioca, proposto por Cury (1993), pressupõe que a roça é a unidade básica evolutiva, local onde atuam os processos de geração, amplificação e manutenção da variabilidade genética, portanto indicando que a variabilidade genética está concentrada dentro da roça.

Estudos que visam à caracterização molecular de etnovariedades cultivadas em roças de agricultores familiares são muito importantes, pois geram informações úteis na escolha de diferentes estratégias para conservação *ex situ*, *in situ* e *on farm* (Ferreira, 2011). A conservação *on farm*, também conhecida como conservação em cultivo, é uma modalidade na qual existe a participação de agricultores, comunidades tradicionais ou indígenas. O conhecimento dos padrões de variabilidade entre e dentro das roças de mandioca é uma poderosa e indispensável ferramenta, pois fornece

subsídios para adoção de estratégias na conservação de recursos vegetais (Renau-Morata *et al.*, 2005), assim como os mantidos pelos agricultores em seus cultivos. A diversidade genética entre as etnovariedades de mandioca pode ser compreendida por meio de estudos com marcadores moleculares, que permitem acessar a variabilidade diretamente no genoma, identificar as variações no DNA, excluindo os efeitos do ambiente (Ferreira e Grattapaglia, 2008).

Dentre os marcadores moleculares para estudos de variabilidade genética destacam-se os *Inter Simple Sequence Repeat* (ISSR) (Zietkiewicz *et al.*, 1994), que podem revelar o polimorfismo genético entre indivíduos de uma mesma espécie. Diferentes estudos mostraram que marcadores ISSR forneceram suficiente polimorfismo e perfis de *fingerprinting* reprodutíveis para avaliar a diversidade genética de *M. esculenta* (Tiago *et al.*, 2016; Figueredo *et al.*, 2019; Afonso *et al.*, 2019; Asha *et al.*, 2019 e Asha *et al.*, 2020). O ISSR é uma técnica baseada em microssatélite, em que a amplificação é realizada com um único *primer* consistindo de várias repetições, além disso, se destaca por apresentar alto grau de polimorfismo e reprodução, não exigir um conhecimento prévio do genoma (Turchetto-Zole e Zanella, 2017).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a diversidade genética de quinze etnovariedades de mandioca cultivadas por agricultores em sete municípios do estado de Mato Grosso, por meio de marcadores moleculares ISSR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostragem e coleta do material vegetal

Foram amostradas quinze etnovariedades de mandioca de mesa em sete municípios localizados no norte do estado de Mato Grosso (Figura I- 1). Estas etnovariedades foram selecionadas por serem cultivadas, visando atender o comércio local, escolas públicas e feiras livres municipais.

Os termos etnovariedades ou variedades locais são citadas por Cleveland *et al.* (1994), como populações originadas a partir de processo de seleção local, realizada pelos agricultores. Portanto, neste contexto, utiliza-se etnovarietade para referir-se às variedades de mandioca cujo plantio e manuseio são realizados por pequenos produtores tradicionais que atuam como mantenedores da variabilidade genética e dos conhecimentos culturais da mandioca.

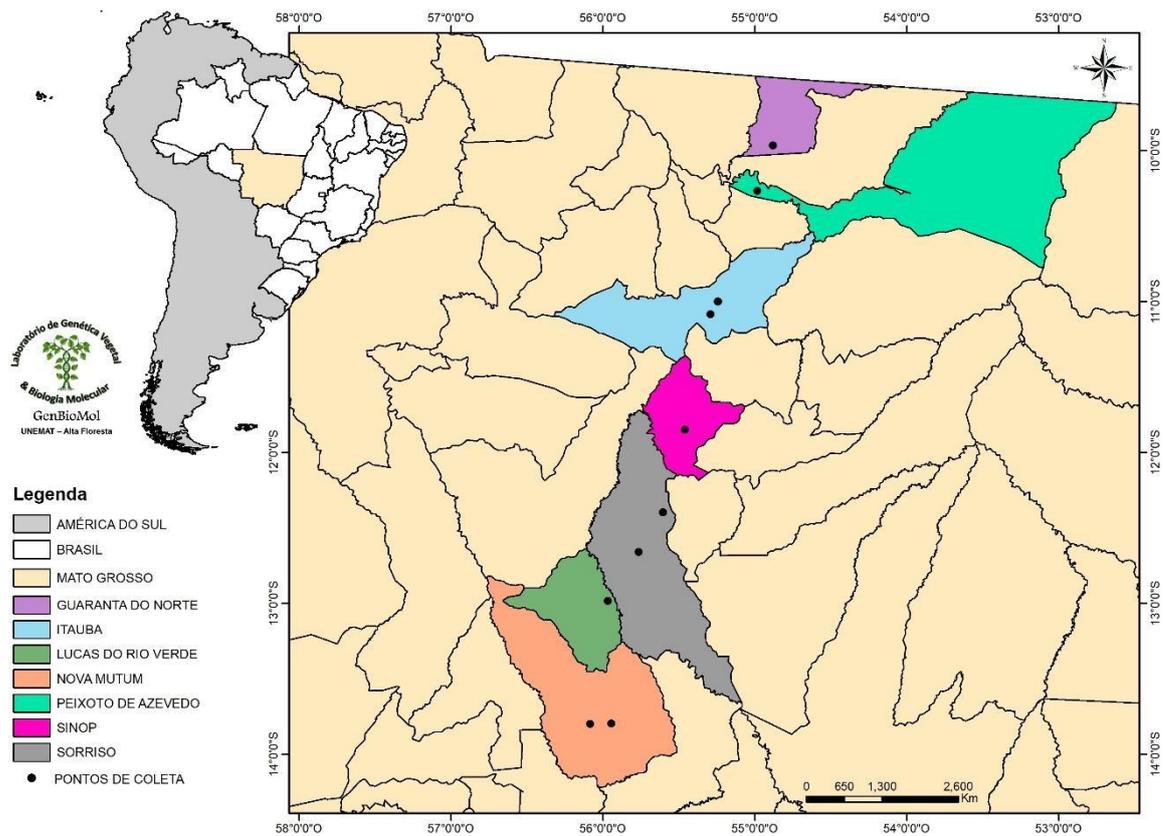


Figura I- 1. Localização geográfica dos pontos de coleta das 15 etnovariedades de mandioca em sete municípios de Mato Grosso, Brasil.

Foram coletadas folhas jovens das 15 etnovariedades de mandioca (Tabela I-1), para posterior extração de DNA. O material foliar foi identificado, ainda em campo, armazenado em envelopes de papel alumínio, acondicionado em sacos plásticos do tipo ZipLock e mantido em caixa térmica com gelo. Em seguida, o material foi encaminhado ao laboratório de Genética Vegetal e Biologia Molecular (GenBioMol), do Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM) da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, *campus* universitário de Alta Floresta-MT, e conservado em freezer a temperatura de -20 °C.

Tabela I- 1. Código atribuído às 15 etnovariedades de mandioca, nome denominado pelo agricultor e local de coleta no estado de Mato Grosso, Brasil

Código	Etnovariedade	Local de coleta
ETNO01	Cascatinha	Nova Mutum
ETNO02	Liberata	Nova Mutum
ETNO03	Branca	Lucas do Rio Verde
ETNO04	Folha roxa	Lucas do Rio Verde
ETNO05	Mandioca de fritar sem cozinhar	Sorriso
ETNO06	Capelari	Sorriso
ETNO07	Branca	Sorriso
ETNO08	Amarelinha	Sorriso
ETNO09	Amarelinha	Sinop
ETNO10	Casca roxa	Itaúba
ETNO11	Branca 1	Itaúba
ETNO12	Branca 2	Itaúba
ETNO13	Amarelinha	Peixoto de Azevedo
ETNO14	Castelinha	Guarantã do Norte
ETNO15	Casca branca	Guarantã do Norte

2.2. Caracterização molecular

2.2.1. Extração do DNA total

O DNA foi extraído de, aproximadamente, 100 mg de tecido foliar com base no protocolo de CTAB (Brometo de Cetil Trimetil Amônio) descrito por Doyle e Doyle (1990), com modificações citadas por Tiago et al. (2016), sendo o aumento da concentração de polivinil pirrolidona (PVP) de 1% para 2% e de β -mercapto etanol de 0,2% para 3% no tampão de extração, além da redução do tempo de incubação a 65°C de 60 min. para 30 min.

A qualidade e a concentração do DNA extraído foram confirmadas por eletroforese em gel de agarose a 1% (Figura I- 2), preparado em tampão TBE 1x (Tris-Borato-EDTA) e corado com a solução brometo de etídio (10 mg mL^{-1}), essa, por sua vez, preparada a partir 1 g de brometo de etídio para 100 mL de água destilada e autoclavada. Esta solução foi utilizada para corar o gel de agarose a 1%, adicionando-se 1 μ L para cada 50mL de gel. A quantificação foi realizada por comparação com o

DNA- λ (50 ng μL^{-1}). Posteriormente, diluiu-se o DNA extraído à concentração de 20 ng/ μL^{-1} sendo então estocado a -20°C para as posteriores ampliações.

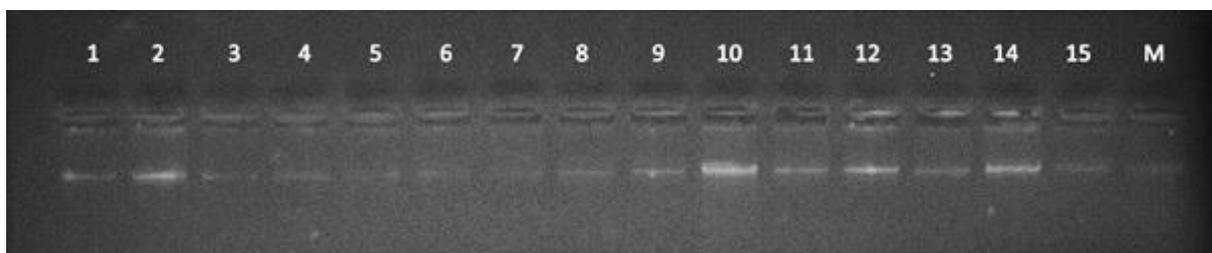


Figura I- 2. DNA total das 15 etnovarieties de mandioca (1-15). M: marcador de DNA de 50 ng/ μL .

2.2.2. Amplificação via PCR – reação em cadeia da polimerase

Após padronização e quantificação do DNA extraído, foram utilizados 15 *primers* ISSR, de 15-18 nucleotídeos de comprimento (Tabela I- 2), para a amplificação do DNA via PCR.

Tabela I- 2. Nome e sequência dos primers ISSR utilizados para a caracterização molecular das 15 etnovarieties de mandioca UBC = *University of British Columbia*

Nome do <i>Primer</i>	Sequência do iniciador (5'----3')	T _m (°C)*
-TRI(GTG) ₅	GTGGTGGTGGTGGTG	58,9
UBC 807- Di(AG) ₈ 3'T	AGAGAGAGAGAGAGAGT	47,0
UBC 808- Di(AG) ₈ 3'C	AGAGAGAGAGAGAGAGC	48,8
UBC 811- Di(GA) ₈ 3'C	GAGAGAGAGAGAGAGAC	52,8
UBC 815- Di(CT) ₈ 3'G	CTCTCTCTCTCTCTG	52,8
UBC 828- Di(TG) ₈ 3'A	TGTGTGTGTGTGTGTGA	51,3
UBC 834- Di(AG) ₈ 3'YT	AGAGAGAGAGAGAGAGYT*	49,2
UBC 835- Di(AG) ₈ 3'YC	AGAGAGAGAGAGAGAGYC*	51,0
UBC 840- Di(GA) ₈ 3'YT	GAGAGAGAGAGAGAGAYT*	47,4
UBC 844- Di(CT) ₈ 3'RC	CTCTCTCTCTCTCTRC	48,6
UBC 856- Di(AC) ₈ 3'YA	ACACACACACACACACYA*	51,0
UBC 857- Di(AC) ₈ 3'YG	ACACACACACACACACYG*	52,0
UBC 868- Tri(GAA) ₆	GAAGAAGAAGAAGAAGAA	50,0
UBC 888- Di(CA) ₇ 5'BDB	BDBCACACACACACA	49,0
UBC 891- Di(TG) ₇ 5'HVH	HVHTGTGTGTGTGTGTG	47,0

*Y = C ou T; R = A ou G; V = A, C ou G; H = A, C ou T. *Temperatura de anelamento.

As reações de amplificações via PCR foram realizadas em um volume final 20 μL , contendo: 4,6 μL de H_2O , 2 μL de DNA (20 ng), 2 μL de tampão 10x (1M KCl; 1M Tris pH 8.3; 10% Tween 20), 3,2 μL de MgCl_2 (25 mM), 3 μL de primer (0,2 mM), 4 μL dNTP (0,1 mM de cada dNTP), 1 μL DMSO e 0,2 μL de Taq polimerase (5U/ μL).

O programa de amplificação foi o descrito por Silva et al. (2011), com uma fase inicial de desnaturação a 94°C por 4 min, seguidas de 35 ciclos nas seguintes condições: 30 segundos para desnaturação a 94°C; 35 segundos para anelamento a 47 – 58,9°C (variando de acordo com o *primer* utilizado) e 2 minutos para extensão a 72°C. A extensão final foi de 72°C por sete minutos.

Os produtos das amplificações foram separados por eletroforese em gel de agarose a 1,5%, em cuba horizontal, com tampão TBE 1 x, com voltagem constante de 80 V por, aproximadamente, quatro horas. Após a corrida eletroforética os géis foram corados em recipiente com solução de brometo de etídeo (0,6 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$), por 20 minutos. Em seguida, visualizados em transiluminador UVB LTB-21x26 (Loccus Biotecnologia®) e fotodocumentados, sendo o tamanho dos fragmentos amplificados comparados com o marcador molecular KAPA Universal de 100pb.

2.3. Análise dos dados

Os fragmentos amplificados foram analisados e codificados como caracteres binários, convertidos em uma matriz binominal: presença (1) ou ausência (0) de bandas. A matriz binária foi utilizada para calcular o percentual de polimorfismo de cada *primer*, por meio da equação 1:

$$\text{Equação 1: } P = \frac{nbp}{nbt} * 100$$

Em que P = porcentagem de polimorfismo; nbp = número de bandas polimórficas e nbt = número de bandas total.

Para determinar o poder discriminatório de cada *primer* calculou-se o conteúdo de informação polimórfica (*Polymorphism Information Content* - PIC), proposto por Anderson et al. (1993), em função do número de alelos detectados, da sua distribuição e frequência nos indivíduos estudados. Os valores de PIC para cada marcador foram determinados pela equação 2:

$$\text{Equação 2: } PIC = 1 - \sum_{j=1}^n P_{ij}^2$$

P_{ij} é a frequência do alelo "j" no marcador "i" (a soma se estende por todos os alelos).

O cálculo foi baseado no número de alelos detectados por marcador para um determinado loco e a frequência relativa de cada alelo no conjunto dos genótipos analisados. O valor do PIC varia de "0", para perfis monomórficos, até "1", para perfis altamente polimórficos.

A dissimilaridade entre as etnovarietades de mandioca foi realizada por meio da matriz binária, convertida em uma matriz de dissimilaridade genética, utilizando o índice de Jaccard através do complemento aritmético. Esse coeficiente consiste na comparação do número de presenças de bandas comuns e o número total de bandas envolvidas, excluindo o número de ausências conjuntas (Meyer, 2002) por meio da equação 3:

$$\text{Equação 3: } D_{ij} = 1 - S_{ij}$$

Onde:

$$S_{ij} = \frac{a}{a + b + c}$$

Sendo, a = número de casos em que ocorre a presença da banda em ambos os indivíduos; b = número de casos em que ocorre a presença da banda somente no indivíduo i, e, c = número de casos em que ocorre a presença da banda somente no indivíduo j.

A partir da matriz de dissimilaridade, obtida pelo índice de Jaccard, foram realizadas análises de agrupamento das etnovarietades por meio dos métodos de agrupamento UPGMA, vizinho mais próximo (SL) e WARD.

Para cada agrupamento testado, calculou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC), estresse, distorção e ponto de corte de acordo com Mojena (1977). Posteriormente, foi selecionado o método de agrupamento que melhor representou a divergência do material em estudo.

A matriz de saída gerada pelo Índice de Jaccard também foi utilizada para agrupar os indivíduos pelo método de otimização de Tocher. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa GENES (Cruz, 2013).

O programa "Structure" versão 2.3.4 (PRITCHARD et al., 2000), baseado no modelo de agrupamento Bayesiano, foi utilizado para inferir número de grupos (K), usando Markov chain Monte Carlo (MCMC). Para determinar o melhor K encontrado

na população, utilizou-se do arquivo de saída do “Structure” baseado no STRUCTURE HARVEST (Earl et al., 2012) determinado pelo ΔK . Com os dados particionados em dois grupos ($K=2$), conforme obtido pelo programa Structure, foi possível revelar a distribuição da diversidade genética dentro do grupo de etnovariedades de mandioca estudadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 15 *primers* amplificaram um total de 139 fragmentos, sendo 101 polimórficos (72,94%) (Tabela I- 3). Isso evidencia a existência de variabilidade genética entre as etnovariedades avaliadas. O número total de fragmentos (NTF) por *primer* variou de 7 (UBC 828 e 857) a 12 (UBC 891), com média de 9,27 por *primer*. Já o número de fragmentos polimórficos (NFP) variou de 4 (UBC 857 e UBC 868) a 11 (TRI e UBC 888).

Tabela I- 3. Número total de fragmentos amplificados (NTF), número de fragmentos polimórficos (NFP), porcentagem de polimorfismo (%P) e índice de conteúdo polimórfico (PIC) para os 15 primers ISSR em relação as 15 etnovariedades de mandioca coletadas no estado de Mato Grosso, Brasil

Primer	NTF	NFP	%P	PIC
TRI (GTG)	11	11	100,00	0,61
UBC 807	10	07	70,00	0,53
UBC 808	08	05	62,50	0,45
UBC 811	09	07	77,77	0,47
UBC 815	10	07	70,00	0,40
UBC 828	07	07	100,00	0,60
UBC 834	08	06	75,00	0,38
UBC 835	08	05	62,50	0,48
UBC 840	09	07	77,77	0,51
UBC 844	10	08	80,00	0,51
UBC 856	08	06	75,00	0,43
UBC 857	07	04	57,14	0,39
UBC 868	11	04	36,36	0,32
UBC 888	11	11	100,00	0,62
UBC 891	12	06	50,00	0,33
Total	139	101	-	-
Média	9,27	6,73	72,94	0,47

Resultados semelhantes foram encontrados por Tiago et al. (2016), com o total de 61,67% de polimorfismo, ao avaliarem 17 etnovariedades de *M. esculenta*

cultivadas por agricultores no município de Alta Floresta, Mato Grosso. Silva et al. (2011) encontraram um quantitativo maior de polimorfismo (89,7%) em seu estudo avaliando genótipos de mandioca de diferentes países (Brasil, Indonésia e Tailândia). Melo (2016), em seu trabalho com mandioca, obteve um valor médio total de 88,3% de polimorfismo entre os genótipos avaliados, enquanto que Vidal et al., (2015) utilizando-se 24 *primers* ISSR em diferentes genótipos de mandioca, obtendo um percentual de 57,1% de polimorfismo. O número de polimorfismo observado decorre, entre outros fatores, da particularidade das etnovariedades em estudo, assim como do número de indivíduos avaliados (Silva et al., 2018).

O perfil eletroforético dos 15 indivíduos de *M. esculenta* com o *primer* UBC 868 pode ser observado na Figura I- 3.

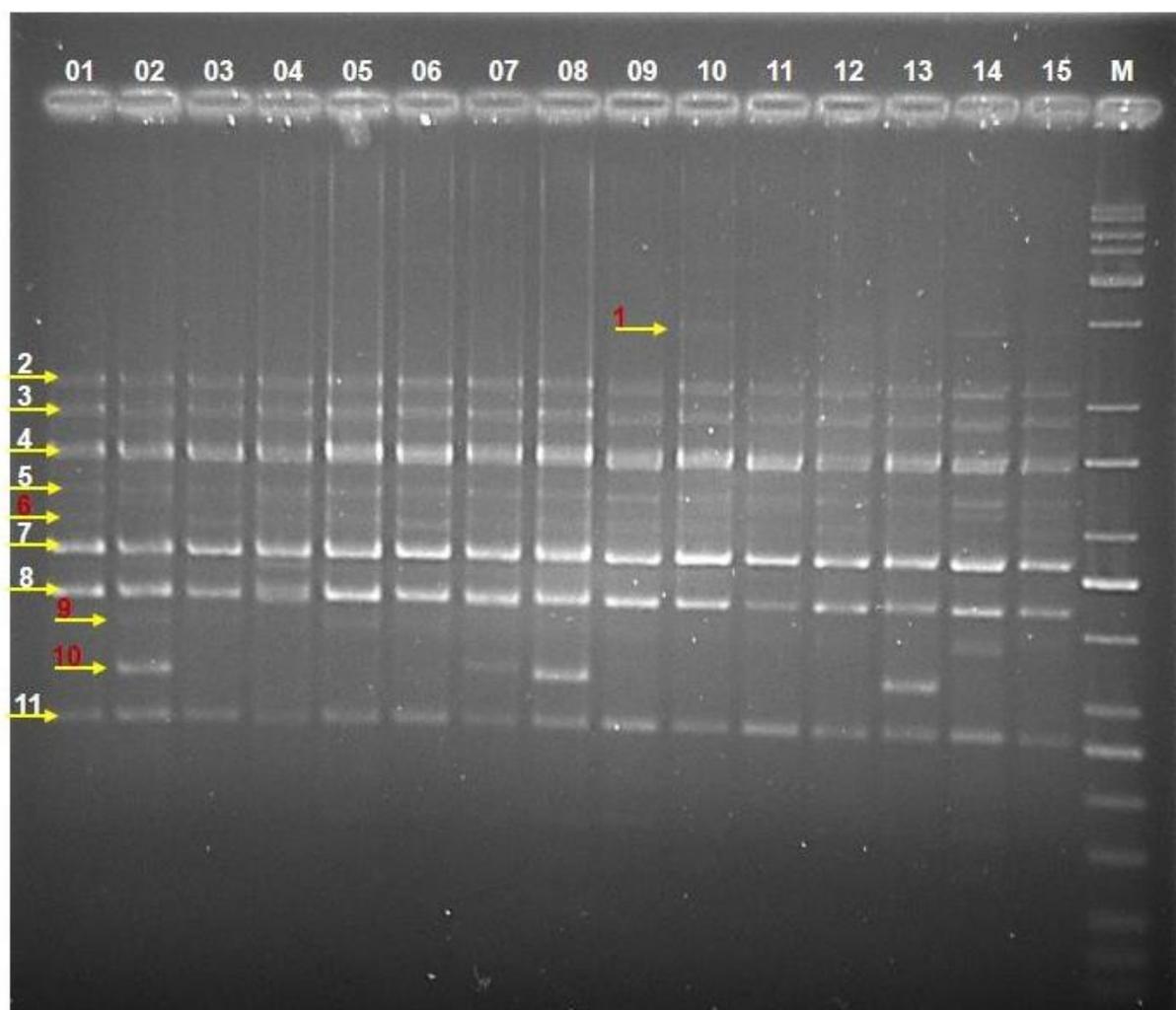


Figura I- 3. Produtos de amplificação do DNA genômico de 15 etnovariedades de mandioca com o *primer* UBC 868. M: marcador 100 pb. Números em vermelho indicam os fragmentos polimórficos.

O Conteúdo de Informação Polimórfica (PIC) para cada marcador apresentou variação de 0,32 (UBC 868) a 0,62 (UBC 888) com média de 0,47, sendo os *primers* UBC 828, TRI e UBC 888 os que apresentaram os maiores valores de PIC (0,60, 0,61, e 0,62 respectivamente) (Tabela 3), sendo, portanto, os mais informativos (Botstein et al. 1980) e mais indicados para futuros trabalhos com a espécie.

Neste estudo, nenhum *primer* apresentou PIC inferior a 25%, sendo o menor valor encontrado 0,32% (UBC 868), portanto, considerados por Botstein et al. (1980) como medianamente informativos, revelando assim potencial discriminativo dos 15 *primers* utilizados e a eficiência da técnica de ISSR-PCR em estudos de quantificação e organização da diversidade genética em mandioca. Tiago et al. (2016), em seu trabalho, encontraram valores de PIC que variaram entre 0,04 a 0,61, com média de 0,39, sendo inferior a encontrada neste estudo (0,47).

Os valores de dissimilaridade genética entre as 15 etnoveriedades de mandioca avaliadas neste estudo podem ser observados na Tabela I- 4, variando de 0,1981 a 0,4915. As etnoveriedades mais similares geneticamente foram a ETNO05 (*Mandioca de fritar sem cozinhar*) e a ETNO06 (*Capelari*) ilustradas na Figura I- 4, enquanto as mais dissimilares foram a ETNO05 (*Mandioca de fritar sem cozinhar*) e a ETNO15 (*Casca branca*).

Tabela I- 4. Matriz de dissimilaridade genética entre 15 etnov variedades de mandioca calculada com base no complemento do coeficiente de Jaccard, utilizando 139 fragmentos ISSR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0,4230	0,3265	0,3960	0,4545	0,4311	0,4095	0,4259	0,4036	0,4210	0,4166	0,4181	0,4150	0,4509	0,4040
2		0	0,3669	0,4424	0,3859	0,3628	0,3982	0,3423	0,4201	0,3966	0,4453	0,4333	0,3893	0,3428	0,4504
3			0	0,2574	0,2963	0,2547	0,4260	0,2803	0,3508	0,3130	0,3628	0,4067	0,4173	0,4074	0,3925
4				0	0,2990	0,2735	0,3727	0,3750	0,4102	0,3008	0,3363	0,4102	0,4210	0,3962	0,4112
5					0	0,1981	0,3739	0,3620	0,2363	0,2906	0,3391	0,4098	0,4201	0,3518	0,4915
6						0	0,3508	0,3391	0,2743	0,2368	0,3157	0,3333	0,3983	0,3727	0,4017
7							0	0,3596	0,3391	0,2719	0,3652	0,3097	0,3628	0,3269	0,3644
8								0	0,3275	0,2906	0,3391	0,3833	0,3063	0,3873	0,3818
9									0	0,2105	0,3474	0,3220	0,3157	0,2990	0,3893
10										0	0,2521	0,2564	0,3361	0,2909	0,3931
11											0	0,2589	0,3846	0,3486	0,4298
12												0	0,3589	0,3454	0,3302
13													0	0,2884	0,4285
14														0	0,3883
15															0



Figura I- 4. Características das raízes das etnovariedades de mandioca mais e menos similares. Etnovariedades mais similares - ETNO05 (A e B) e ETNO06 (C e D) - possuem textura da raiz rugosa, cor da película marrom; ETNO15 (E e F), mais dissimilar em relação a ETNO05, possui textura da raiz lisa e película de cor branca.

O método de agrupamento UPGMA, dentre os três testados (Tabela I- 5), foi selecionado por apresentar maior CCC, menor estresse e menor distorção (0,77; 10,44 e 1,09, respectivamente), sendo o que melhor representou graficamente a diversidade genética existente entre as etnovariedades, uma vez que valores de CCC superiores a 0,7 refletem boa concordância entre as matrizes. Nesse estudo, o CCC evidenciou associação de 77% entre as distâncias obtidas na matriz de dissimilaridade.

Tabela I- 5. Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC), estresse e distorção dos Métodos Ward, UPGMA e Vizinho mais próximo (SL)

	WARD	UPGMA	SL
CCC	0.49**	0.77**	0.70**
Estresse (%)	-	10.44	21.69
Distorção (%) -	-	1.09	34.28

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste t.

Cruz e Carneiro (2003) destacam que quanto maior o valor de CCC, menor será a distorção no agrupamento dos indivíduos, o que geralmente é obtido pelo método da ligação média (UPGMA). O método de agrupamento UPGMA com as 15 etnovariedades de mandioca, utilizando ponto de corte de 74,55%, permitiu a formação de nove grupos (Figura I- 5).

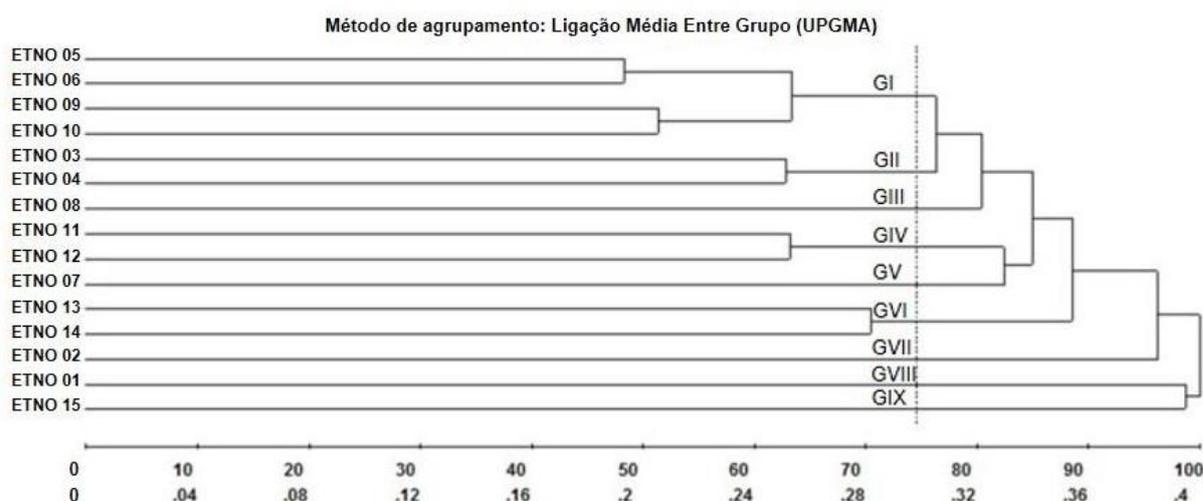


Figura I- 5. Dendrograma obtido pelo método UPGMA e complemento aritmético do índice de Jaccard como medida de dissimilaridade, em 15 etnovariedades de mandioca com base em marcadores ISSR.

O grupo GI englobou quatro etnovariedades (ETNO 5; ETNO 6; ETNO 9 e ETNO 10) equivalente a 26,67% das 15 etnovariedades avaliadas. Os dois indivíduos mais similares (ETNO05 e ETNO06) encontram-se nesse grupo. Há variabilidade genética dentro desse grupo, uma vez que houve a formação de dois subgrupos.

Avaliando a diversidade genética de cultivares de mandioca, também utilizando marcadores do tipo ISSR, Ramalho et al. (2012), obtiveram a formação de seis grupos, e observaram que alguns destes grupos foram formados de acordo com

a cor da polpa das raízes de mandioca, tal característica também foi observada neste estudo no grupo GIV, onde as ETNOS 11 e 12, possuem coloração de polpa branca.

O método de otimização de Tocher propiciou a formação de seis grupos, sendo que no grupo I foram alocados oito etnovarietades, correspondendo a 53,33% do material avaliado (Tabela I- 6). Os demais grupos foram constituídos por dois ou um indivíduo. Destaca-se que assim como no UPGMA as ETNO01 (*Cascatinha*), ETNO02 (*Liberata*) e ETNO15 (*Casca branca*) formaram grupos isolados (Figura I- 6), reforçando a divergência destas etnovarietades quando comparadas às demais. Essa divergência pode ser relacionada às características particulares das raízes, como textura, cor da película, do córtex e da polpa *in natura* (Figura I- 6).

Tabela I- 6. Agrupamento pelo método Tocher, baseado na matriz de dissimilaridade de Jaccard a partir da análise molecular por meio dos marcadores ISSR das 15 etnovarietades de mandioca

Grupos	Genótipos
I	ETNO05 ETNO06 ETNO09 ETNO10 ETNO03 ETNO04 ETNO11 ETNO08
II	ETNO13 ETNO14
III	ETNO07 ETNO12
IV	ETNO15
V	ETNO01
VI	ETNO02



Figura 1- 6. Etnovarietades que formaram grupos isolados nos dois métodos de agrupamento: UPGMA e Tocher. ETNO 01 (A e B); ETNO 02 (C e D) e ETNO 15 (E e F).

É comum que no agrupamento de Tocher, o primeiro grupo concentre um maior número de genótipos. Esse tipo de análise tem como princípio manter a homogeneidade dentro dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos. Isso significa que o maior número de indivíduos em um determinado grupo aponta que os tais apresentam maior similaridade genética entre si e que, por sua vez, os indivíduos enquadrados no último grupo mostram maior divergência genética quando comparados ao primeiro (Elias et al., 2007).

Figueredo et al. (2019) obtiveram a formação de quatro grupos a partir do método Tocher, no qual 76,47% das etnovarietades estudadas foram alocadas no grupo I, enquanto que no presente trabalho o primeiro grupo formado pelo método de

otimização de Tocher reúne 53,33% das etnovariedades avaliadas. Tiago et al. (2016), utilizando o método de Tocher também obteve a formação de seis grupos, reunindo por sua vez 12 genótipos, correspondendo a 70,6% dos genótipos avaliados.

A análise bayesiana, obtida pelo programa Structure, dividiu as 15 etnovariedades de mandioca em dois grupos genéticos ($k = 2$) (Figura I- 7). O grupo genético representado pela cor verde alocou as etnovariedades presentes nos grupos I e II do UPGMA e no grupo I do Tocher, com exceção das ETNO11 e ETNO8, as demais etnovariedades constituíram o grupo vermelho.

Estudando a diversidade genética de acessos tradicionais de mandioca no estado de Minas Gerais, Gonçalves et al. (2017) revelaram, de acordo com o ΔK , a formação de quatro grupos distintos, observando uma mistura entre as quatro subpopulações formadas, assim como o observado neste estudo.

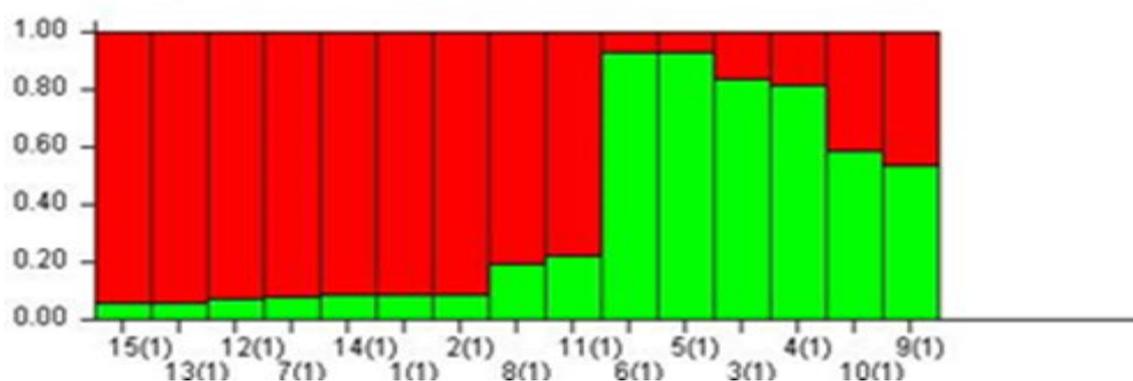


Figura I- 7. Agrupamento das 15 etnovariedades de mandioca, em dois grupos genéticos (vermelho e verde), obtidos a partir do programa “Structure”. As linhas verticais ao longo do eixo X representam os indivíduos e os segmentos coloridos ao longo do eixo Y demonstram o coeficiente de associação de cada indivíduo atribuído a cada um dos K.

Os resultados obtidos neste estudo são indicadores da existência de diversidade genética entre as etnovariedades de mandioca cultivadas pelos agricultores no norte do estado de Mato Grosso. Oler (2017) explica que a interação entre os agricultores e o processo de troca de material de propagação vegetativa (manivas), principalmente com a inserção de materiais oriundos de locais mais distantes geograficamente, ocasiona uma maior dissimilaridade genética entre as etnovariedades e isso pode ter ocorrido nos municípios de Mato Grosso amostrados.

4. CONCLUSÕES

A partir dos marcadores ISSR utilizados foi possível confirmar a diversidade genética existente entre as 15 etnovariedades de mandioca avaliadas. Essa diversidade foi revelada pelo percentual de polimorfismo e nos métodos de agrupamentos UPGMA, Tocher e Structure.

Analisando a diversidade genética nota-se que os métodos de agrupamentos utilizados não separaram as etnovariedades por localidade de coleta, o que pode estar associado com a troca de manivas de mandioca entre os agricultores nos municípios de MT, atividade importante para a manutenção dos recursos genéticos dessas etnovariedades.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, S. D. J.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, R. F. C.; SILVA, S. O. V.; LEAL, D. J.; CONCEIÇÃO, A. L. S. Seleção de descritores em uma características morfológicas consideradas em acessos de mandioca por meio de técnicas de análise multivariada. **Journal of Agricultura e Veterinária**, Índia 7 (1), p. 13-20, 2014.

AFONSO, S. D. J.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, R. F. C.; SANTOS, V. S.; BORGE, V. P.; MUONDO, P. A. Selection of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes based on agro-morphological traits in Angola. **African Journal of Agricultural**, v. 14: 47-460, 2019.

ANDERSON, J. A.; CHURCHILL, G. A.; AUTRIQUE, J. E.; TANKSLEY, S. D.; SORRELLS, M. E. Optimizing parental selection for genetic linkage maps. **Genome**, v.36, n.1, p.181-186, 1993.

ASHA, K. I.; PHILIP, R. R.; MOHAN, N. Molecular Profiling of Landraces of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Using ISSR Markers. **International Journal of Research in Engineering, Science and Management**. Volume-3, Issue-7, journals.resaim.com/ijresm | ISSN (Online): 2581-5792, 2020.

ASHA, K. I.; VARGHESE, A. M.; RADHIKA, N. K.; KOUNDINYA, A.V. V.; KRISNAN, B. S. P. Molecular Profiling of Selected Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Germplasm Using ISSR and SSR Markers. **Journal of Root Crops**, v. 45, n. 2, p. 24-32 indian Society for Root Crops ISSN 0378-2409, ISSN 2454-9053 (online), 2019.

BOTSTEIN, D.; WHITE, R. L.; SKOLNICK, M.; DAVIS, R. W. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. **The American Journal of Human Genetics**, v.32, n.2, p.314-331, 1980.

CLEVELAND, D. A.; SOLERI, D.; SMITH, E. S. Do folk crop varieties have a role in Sustainable Agriculture? **BioScience**, v. 44, n.11, p.740-751, 1994.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 35 (3), 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.

CURY, R. **Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1993. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v.12: 13-15, 1990.

EARL, D. A.; VON, H.; BRIDGETT, M. Structure Harvester: a website and program for visualizing Structure output and implementing the Evanno method. **Conservation Genetics Resources**. 4: 359-361, 2012.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10: 1443-1449, 2007.

FERREIRA, F. R. Germoplasma de fruteiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPE1, p. 1-6, 2011.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética (3.ed., 220p.). Brasília: **Embrapa Cenargen**. 2008.

FIGUEREDO, P. E.; TIAGO, A. V.; ZANETTI, G. T.; PINTO, J. M. A.; ROSSI, A. A. B.; HOOGERHEIDE, E. S. S. Diversidade genética de mandiocas na região periurbana de Sinop, Mato Grosso, Brasil. **Magistra**, 30:143-153, 2019.

FUHRMANN, E.; VIEIRA, E. A.; GELAPE, F. F.; FIALHO, J. F.; CARVALHO, L. J. C. B. Caracterização morfológica de clones elite de mandioca de mesa amarelos biofortificados. **Magistra**, 28 (3), p. 427-438, 2016.

GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Estruturação genética do germoplasma de mandioca através de informação comparativas entre estudos biológicos e antropológicos – resultados preliminares. **Revista raízes e amidos Tropicais**, v. 3, n. 1, p. 363-366, 2007.

GONÇALVES, T. M.; VIDIGAL FILHO, P. S.; VIDIGAL, M. C. G.; FERREIRA, R. C. U.; ROCHA, V. P. C.; ORTIZ, A. H. T.; KVITSCHAL, M. V. Genetic diversity and population structure of traditional sweet cassava accessions from Southern of Minas Gerais State, Brazil, using microsatellite markers. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 8, p. 346, 2017.

GUSMÃO, L. H.; HOMMA, A.; WATRIN, O. Análise cartográfica da concentração do cultivo da mandioca no estado do Pará, Amazônia brasileira. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n.3, p. 51-62, 2016.

LEANDRO, J. A. A roda, a prensa, o forno, o tacho: cultura material e farinha de mandioca no litoral do Paraná. **Revista Brasileira de História**, v. 27, n. 54, p. 261-278, 2007.

LEBOT, V. **Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids**. Crop Production Science in Horticulture, CABI: Publishing, 2009. v.2, 432p.

MARTINS, P. S.; OLIVEIRA, G. C. X. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. In: VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; OREN, D. C.; D'INCAO, M. A. **Diversidade biológica e cultural da Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 2009. 373-391p.

MELO, K. G. P. **Caracterização Molecular e Citogenética de Acessos de *Manihot Muell. Cultivados no Semiárido Brasileiro***. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, 2016. 46p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

MEYER, A. S. **Comparação de coeficientes de similaridade usados em análises de agrupamento com dados de marcadores moleculares dominantes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, 2002. 106p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).

MOJENA, R. Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. **The computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.

OLER, J. R. L. **Etnobotânica e diversidade genética de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.): a manutenção da agrobiodiversidade em comunidades tradicionais de Jangada, Mato Grosso, Brasil**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2017. 149p. (Tese – Doutorado em Biologia Vegetal).

PRITCHARD, J. K.; STEPHENS, M.; DONNELLY, P. Inference of population structure using multilocus genotype data. **Genetics**, v.155, p. 945-959, 2000.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. **Lavras: UFLA**, 2012. 522p.

RENAU-MORATA, B.; NEBAUER, S. G.; SALES, E.; ALLAINGUILLAUME, J.; CALIGARI, P.; SEGURA, J. Genetic diversity and structure of natural and managed populations of *Cedrus atlantica* (Pinaceae) assessed using random amplified polymorphic DNA. **American Journal of Botany**. 92, 875–884, 2005.

SILVA, K. V. P. D.; ALVES, A. A. D. C.; MARTINS, M. I. G.; MELO, C. A. F. D.; CARVALHO, R. D. Variabilidade genética entre acessos do gênero *Manihot* por meio de indicadores moleculares ISSR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1082-1088, 2011.

SILVA, T. S. S.; FREITAS, J. S.; SANTOS, E. S. L.; DOS SANTOS CARDOSO, T.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M. Caracterização e seleção de marcadores moleculares em *Croton linearifolius* Mull. Arg. como subsídio para estudos genéticos. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 10, p. 4-8, 2018.

TIAGO, A. V.; ROSSI, A. A. B.; TIAGO, P. V.; CARPEJANI, A. A.; SILVA, B. M.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Genetic diversity in cassava landraces grown on farms in Alta Floresta-MT, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.15 n. 3: 1-10, 2016.

TURCHETTO-ZOLE, A.C.; ZANELLA, C.M. Marcadores genéticos baseados em DNA. In TURCHETTO-ZOLE, A.C.; TURCHETTO, C.; ZANELLA, C.M.; PASSAIA, G. **Marcadores Moleculares na Era genômica: Metodologias e Aplicações**. 1 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2017. 181 p.

VIDAL, A. M.; VIEIRA, L. J.; FERREIRA, C. F.; SOUZA, F. V. D.; SOUZA, A. S.; LEDO, C. A. S. Genetic fidelity and variability of micropropagated cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz) evaluated using ISSR markers. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n. 3: 7759-7770, 2015.

VIEIRA, M. T.; SILVA, Y. F. E. O Patrimônio Cultural em torno de um Engenho de Farinha em Balneário Camboriú/SC: saberes e fazeres como atributo turístico. In: ANPTUR, 13 , 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.

ZIETKIEWICZ, E.; RAJALSKI, A.; LABUDA, D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) – anchored polymerase chain reaction amplification. **Genomics**, San Diego, 20, 176-183, 1994.

4.2 CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E QUALIDADE CULINÁRIA DAS RAÍZES DE QUINZE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA CULTIVADAS NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como mandioca mansa, mandioca-de-mesa, aipim ou macaxeira pertence à família Euphobiaceae e é a única espécie cultivada dentro do gênero *Manihot*, sendo que seu cultivo visa, principalmente, a utilização de suas raízes que são ricas em amido (Nassar et al., 2008; FAO e WHO, 2012; El-Sharkawy, 2012).

No Brasil, a produção de mandioca ocupa a oitava posição entre os produtos agrícolas mais valorizados, com estimativa de 19 milhões de toneladas por hectare (IBGE, 2021). Ela possui importante papel alimentício, servindo como matéria prima para diversos produtos industriais e contribui na geração de emprego e renda (Bernardo et al., 2016). As raízes são comercializadas *in natura* em supermercados e feiras livres, durante todo o ano. Podendo ainda ser encontrada congelada, pré-cozida ou em forma de aperitivo do tipo “chips”. As raízes da mandioca que se destinam às indústrias são utilizadas na fabricação de farinhas e produção de polvilho (doce ou azedo) (Fialho e Vieira, 2013).

No estado de Mato Grosso, a mandiocultura é considerada a segunda atividade de maior importância para agricultura familiar, com estudos que indicam grande diversidade genética e elevado número de etnovariedades conservadas por esses agricultores (Oler, 2017; Zago et al., 2017). Neste contexto, é fundamental conhecer as qualidades agronômicas e culinárias dessa espécie. Uma vez que, a qualidade culinária das raízes de mandioca tem sido pouco estudada e as causas de sua variabilidade e instabilidade são pouco conhecidas (Normanha, 1988; Wheatley, 1991).

Existem variáveis culinárias relacionadas ao cozimento que servem para determinar a qualidade da massa cozida, tais como a textura, a plasticidade e a pegajosidade da massa, sendo características importantes na seleção de mandioca de mesa. Isso se deve ao fato que elas podem interferir na execução de receitas culinárias preparadas a partir de suas raízes (Borges et al., 1992; Lorenzi, 1994). Todavia, essas características estão associadas à duração do tempo de cozimento (DTC), isto é, quanto menor a DTC, melhor a massa gerada. Essa correlação tem sido

relatada por diversos autores na literatura (Pereira et al., 1985; Wheatley e Gomez, 1985; Fukuda e Borges, 1988; Pedri et al., 2018).

Portanto, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização fenotípica das raízes de 15 etnovariedades de mandioca coletadas no norte de Mato Grosso e avaliar suas características culinárias, após cozimento em panela convencional e em panela de pressão. Essa investigação visa contribuir com pesquisas e projetos voltados para conservação, manuseio e seleção de etnovariedades para cultivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e propagação do material

Foi coletado material propagativo (manivas) de quinze etnovariedades de mandioca, em sete municípios localizados no norte do estado de Mato Grosso, conforme descrito na tabela II- 1.

Tabela II- 1. Código atribuído às 15 etnovariedades de mandioca, nome denominado pelo agricultor e local de coleta no estado de Mato Grosso, Brasil. Alta Floresta – MT, 2021

Código	Etnovariedade	Local de coleta
ETNO01	Cascatinha	Nova Mutum
ETNO02	Liberata	Nova Mutum
ETNO03	Branca 3	Lucas do Rio Verde
ETNO04	Folha roxa	Lucas do Rio Verde
ETNO05	Mandioca de fritar sem cozinhar	Sorriso
ETNO06	Capelari	Sorriso
ETNO07	Branca 4	Sorriso
ETNO08	Amarelinha 1	Sorriso
ETNO09	Amarelinha 2	Sinop
ETNO10	Casca roxa	Itaúba
ETNO11	Branca 1	Itaúba
ETNO12	Branca 2	Itaúba
ETNO13	Amarelinha 3	Peixoto de Azevedo
ETNO14	Castelinha	Guarantã do Norte
ETNO15	Casca branca	Guarantã do Norte

As manivas foram transportadas e multiplicadas no município de Alta Floresta, MT (Figura II-1). O plantio foi realizado na Chácara Ypê Amarelo, estrada Segunda Oeste, zona rural do município de Alta Floresta, Mato Grosso, a 9°57'04"S e 56°05'55"W, 304 m de altitude. A área de plantio foi preparada por meio de aração, gradagem niveladora, alinhamento e abertura manual das covas.



Figura II- 1. Vista geral das etnovariedades de mandioca em campo, aos cinco meses após o plantio (A), e na ocasião da colheita aos 7 meses após o plantio (B).

No plantio, utilizou-se manivas de quinze etnovariedades, com 2 a 3 cm de diâmetro, 5 a 7 gemas e comprimento médio de 20 cm. O espaçamento adotado foi 1,0 m entre plantas e 1,0 m entre linhas, sendo 15 plantas (pés de mandioca) para cada etnovariedade. O controle de plantas invasoras foi efetuado por meio de capinas manuais. A colheita e avaliação das etnovariedades foram realizadas aos sete meses pós-plantio (Figura II-1B), sendo o arranquio das plantas feito manualmente.

A análise química do solo, baseada em amostras coletadas em profundidade de 0 a 20 cm, foi realizada no Laboratório de Análises de Solo, Adubo e Foliar (LASAF) da UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta (Tabela II- 2). Não foi realizado nenhum tipo de correção de acidez ou adubação.

Tabela II- 2. Resultado da análise química do solo da área experimental. Alta Floresta - MT, 2021

pH		P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³ +H ⁺	Al ⁺³	CTC
H ₂ O	CaCl ₂	--mg/dm ⁻³ --		----- cmol _c /dm ⁻³ -----					
5,3	4,3	1,3	43	0,5	0,2	0,11	1,6	0,2	2,4
Areia (%)				Silte (%)			Argila (%)		
74,4				1,3			24,3		

Como pode ser observado na tabela acima, a área possui solo de textura quase arenosa, e por ter baixa CTC (Capacidade de Troca Catiônica) é recomendável a correção com calcário e o uso de adubo orgânico, dispensando assim a adubação mineral, principalmente em caso de plantio que vise maior produtividade. Entretanto,

nenhuma dessas recomendações foi realizada, tendo em vista que muitos produtores não realizam a correção ou adubação do solo, por se tratar de uma espécie pouco exigente, se desenvolvendo bem mesmo em solos pouco nutritivos. Afonso et al. (2014) e Fuhrmann et al. (2016), destacam a importância da mandioca, principalmente na agricultura familiar, pela sua rusticidade e capacidade de produção mesmo em solos com baixa fertilidade.

2.2 Caracterização fenotípica das raízes

A caracterização fenotípica das raízes foi realizada em cinco raízes comerciais, escolhidas aleatoriamente de cada etnovarietade, sendo avaliadas as características: textura da epiderme da raiz (lisa ou rugosa); cor da película da raiz (branco ou creme, amarelo, marrom claro e marrom escuro); cor do córtex da raiz (branco ou creme, amarelo, rosado e roxo) e a cor da polpa da raiz antes e depois do cozimento (branca, creme, amarela e rosada). Ela segue a classificação proposta por Fukuda e Guevara (1998).

2.3 Descascamento das raízes

Para avaliação do descascamento da película e do córtex foram selecionadas aleatoriamente cinco raízes comerciais de cada etnovarietade. Da porção mediana das raízes foram retirados cinco cilindros, sendo estes descascados manualmente, com auxílio de uma faca, e avaliados quanto à capacidade da película se destacar do córtex e do córtex se destacar da polpa. O descascamento foi classificado conforme Oliveira et al. (2011), Soares (2011) e Ponte (2008) (Tabela II- 3).

Tabela II- 3. Descrição utilizada para classificação do descascamento da película e do córtex da raiz de mandioca em: fácil, mediano e difícil. Alta Floresta – MT, 2021

Descascamento	Descrição
Fácil	Quando a película e o córtex destacam-se de modo fácil e uniforme, no puxar com a faca, sendo retiradas inteiras.
Mediano	Quando a casca se solta com alguma dificuldade, no arrancar com a mão, ocorrendo maior presença de fragmentos que permanecem aderidos à polpa do que na classe anterior.
Difícil	Quando a casca está muito aderida à polpa, no retirar com a mão, quebra-se em pequenos pedaços que se destacam, permanecendo grande parte aderidos à polpa.

2.4 Caracterização culinária

O tempo de cocção foi avaliado em panela convencional e em panela de pressão, sendo utilizadas amostras de aproximadamente 500g, com cilindros medindo cerca de cinco cm de comprimento longitudinal (Figura II- 2). Os cilindros foram retirados da porção mediana de cinco raízes comerciais.

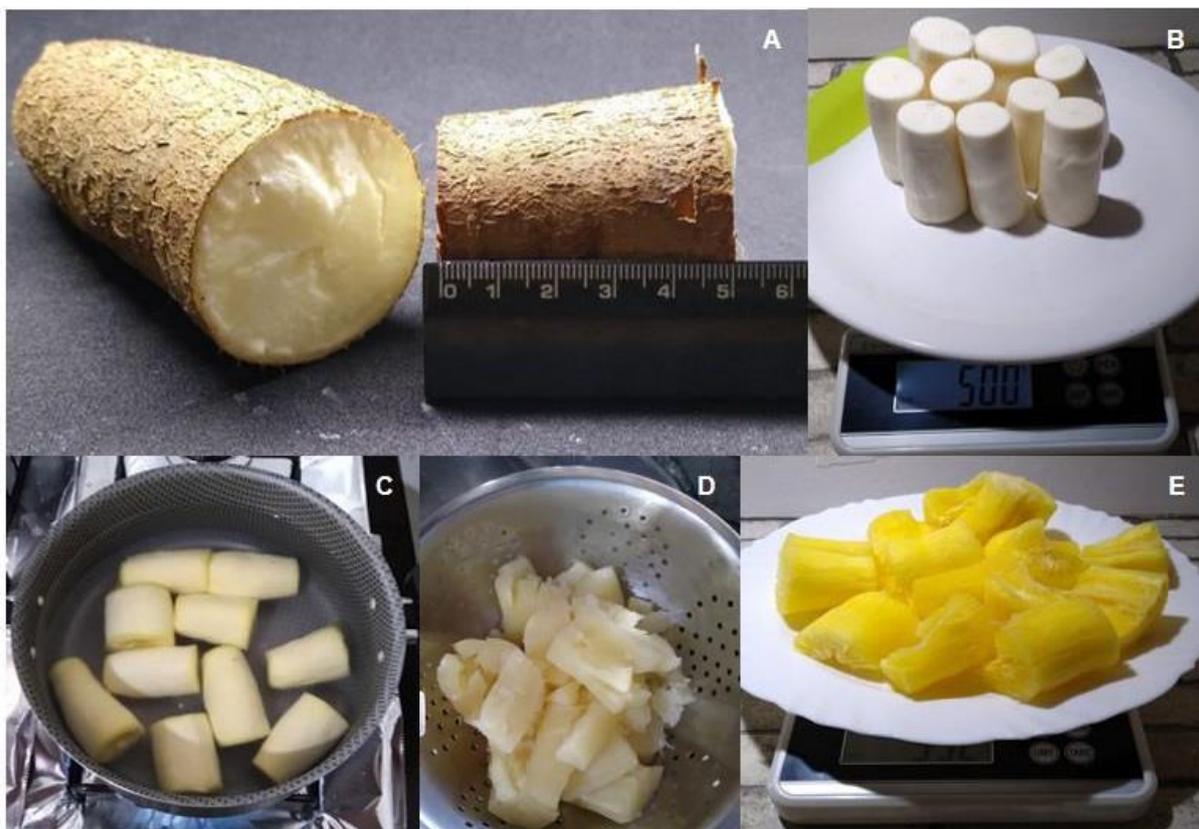


Figura II- 2. Cocção das raízes de mandioca. Preparo de cilindros de mandioca (5 cm) para avaliação (A); Pesagem dos cilindros antes da cocção (B); Cilindro em processo de cocção (C); Drenagem de água em escorredor de inox (D); Pesagem dos cilindros pós cocção (E).

2.4.1 Cocção em panela convencional

Os cilindros de raiz de mandioca foram colocados em uma panela convencional aberta com 21 cm de diâmetro, com um litro e meio de água fervente (98 °C). A verificação do cozimento foi realizada com um garfo, onde a raiz foi considerada cozida quando não mais oferecia resistência à sua penetração. Nesta avaliação, utilizou-se uma escala com quatro classes: cozimento ótimo (0-10 minutos); bom (11-20 minutos); regular (21-30 minutos) e ruim (>30 minutos), conforme Pereira et al. (1985).

2.4.2 Cocção em panela de pressão

As 500g de raízes de mandioca foram colocadas em uma panela de pressão com 1,5 litros de água em temperatura ambiente e cronometrados 10 minutos após a panela pegar pressão. Em seguida, o fogo foi desligado e a pressão retirada manualmente.

A absorção de água pelas raízes de mandioca foi avaliada através da pesagem antes e após o processo de cozimento. Ao término do cozimento, os cilindros das raízes de mandioca foram colocados em escurridor de inox para drenagem de água por 2 minutos. Posteriormente, eles foram pesados e avaliados quanto ao padrão de massa cozida.

2.4.3 Padrão da massa cozida

O padrão de massa cozida foi avaliado de acordo com Pereira et al. (1985) nos dois processos de cocção (panela convencional e panela de pressão), utilizando três cilindros cozidos de mandioca, selecionados aleatoriamente entre os cinco. Os cilindros foram amassados vigorosamente com um garfo por 30 vezes consecutivas, e mais 30 amassamentos sob pressão dos dedos contra a palma da mão. Logo na sequência, a massa obtida foi avaliada quanto à textura, plasticidade visual e pegajosidade à mão e classificada conforme escala proposta por Pereira et al. (1985) e descrita na tabela II- 4.

Tabela II- 4. Escala para avaliação do padrão de massa cozida de raízes de mandioca. Alta Floresta – MT, 2021

Padrão	Nota ⁽¹⁾	Classificação da massa
1	10	Não encaroçada, plástica e não pegajosa
2	9	Pouco encaroçada, plástica e não pegajosa
3	8	Não encaroçada, ligeiramente plástica e não pegajosa
4	7	Não encaroçada, não plástica e não pegajosa
5	6	Não encaroçada, não plástica e pegajosa
6	5	Muito encaroçada, plástica e pegajosa
7	4	Muito encaroçada, não plástica e pegajosa

⁽¹⁾ Correspondente ao padrão, em ordem decrescente de qualidade. Fonte: Pereira et al. (1985).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização fenotípica das raízes

As quinze etnovariedades de mandioca apresentaram diversidade fenotípica para as características avaliadas em suas raízes (Tabela II-5).

Tabela II- 5. Caracterização fenotípica das raízes de quinze etnovariedades de mandioca, quanto a textura e cores da película, córtex e polpa, de acordo com os descritores propostos por Fukuda e Guevara (1998). Alta Floresta – MT, 2021

Etnovariedades	Textura da raiz	Cor da película	Cor córtex	Cor polpa <i>in natura</i>	Cor polpa cozida
ETNO01	Rugosa	Marrom escuro	Branco ou Creme	Branca	Creme
ETNO02	Lisa	Branca ou Creme	Branco ou Creme	Branca	Branca
ETNO03	Rugosa	Marrom escuro	Branco ou Creme	Branca	Branca
ETNO04	Rugosa	Marrom Claro	Roxo	Amarela	Amarela
ETNO05	Rugosa	Marrom escuro	Branco ou Creme	Creme	Amarela
ETNO06	Rugosa	Marrom escuro	Branco ou Creme	Branca	Branca
ETNO07	Rugosa	Marrom Claro	Branco ou Creme	Branca	Creme
ETNO08	Lisa	Marrom Claro	Branco ou Creme	Creme	Amarela
ETNO09	Rugosa	Marrom escuro	Branco ou Creme	Creme	Amarela
ETNO010	Rugosa	Marrom escuro	Roxo	Branca	Branca
ETNO011	Rugosa	Marrom escuro	Roxo	Branca	Branca

Tabela II- 5, Cont...

ETNO012	Lisa	Branca ou Creme	Roxo	Branca	Creme
ETNO013	Rugosa	Marrom Claro	Branco ou Creme	Amarela	Amarela
ETNO014	Rugosa	Marrom escuro	Branco ou Creme	Branca	Creme
ETNO015	Lisa	Branca ou Creme	Branco ou Creme	Creme	Amarela

A maioria das etnovariedades possui textura da epiderme da raiz rugosa (73,3%), cor da película marrom escuro (53,3%), cor do córtex branco ou creme (73,3%), cor da polpa *in natura* branca (60%) e cor da polpa cozida amarela (40%) (Figura II- 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Pedri et al., (2018), que também constataram diversidade fenotípica analisando características morfológicas e culinárias de quatro etnovariedades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita no município de Alta Floresta, MT, exceto para a textura da epiderme, que foi 100% rugosa.

Tiago et al., (2020), ao avaliarem 45 etnovariedades de mandioca cultivadas em Mato Grosso encontraram resultados semelhantes a este estudo, com 73,3% das etnovariedades com coloração da polpa *in natura* branca, 60% com cor do córtex branca ou creme e 57,77% com cor da película marrom escuro. Reforçando assim a dominância destas características nas etnovariedades de mandioca que são cultivadas pelos agricultores nos municípios estudados no estado do Mato Grosso, Brasil.

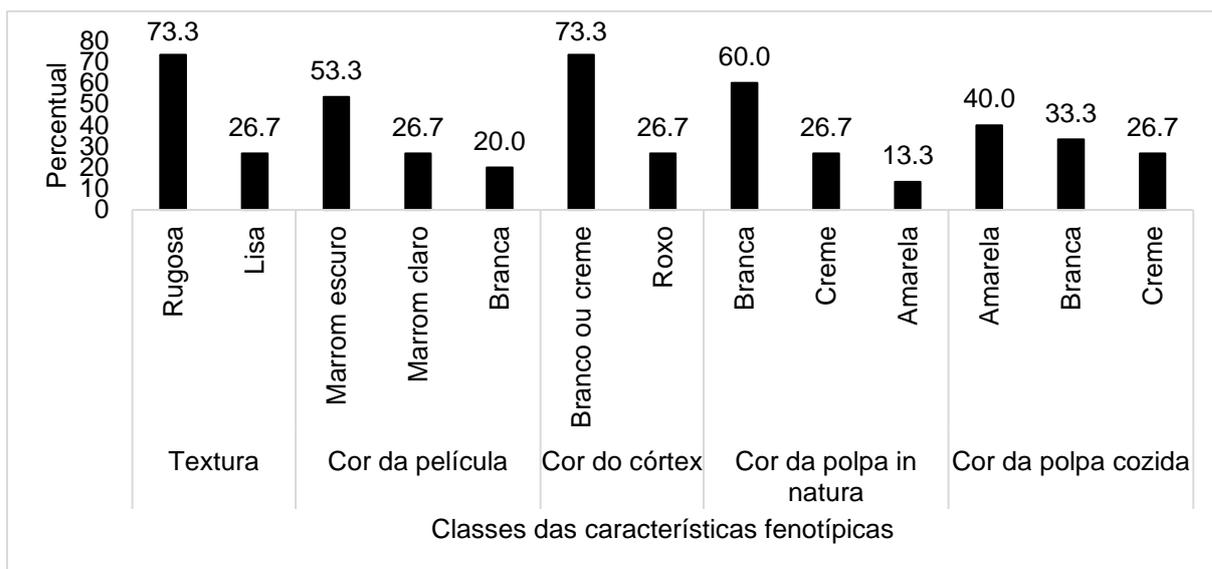


Figura II- 3. Distribuição percentual das classes das características fenotípicas avaliadas nas 15 etnovariedades de mandioca. Alta Floresta - MT, 2021.

A maioria das etnovariedades analisadas neste estudo apresenta características desejáveis pelos produtores para a produção de mandioca de mesa, pois segundo Vieira et al. (2008), as raízes que possuem a coloração da película marrom clara ou marrom escura são mais requeridas para a produção de mandioca de mesa, sendo neste estudo as classes encontradas, no material avaliado, com maior percentual (80%).

Na Figura II- 4, são demonstradas características referentes à cor e textura da epiderme de quatro etnovariedades de mandioca avaliadas neste estudo. A cor da película da raiz da mandioca está relacionada com a preferência de cultivo pelos agricultores, dependendo da utilização final da produção. Figueredo et al., (2018), relatam em seu estudo uma preferência para consumo por mandiocas de mesa com raízes de coloração externa marrom em quatro cidades de Mato Grosso.

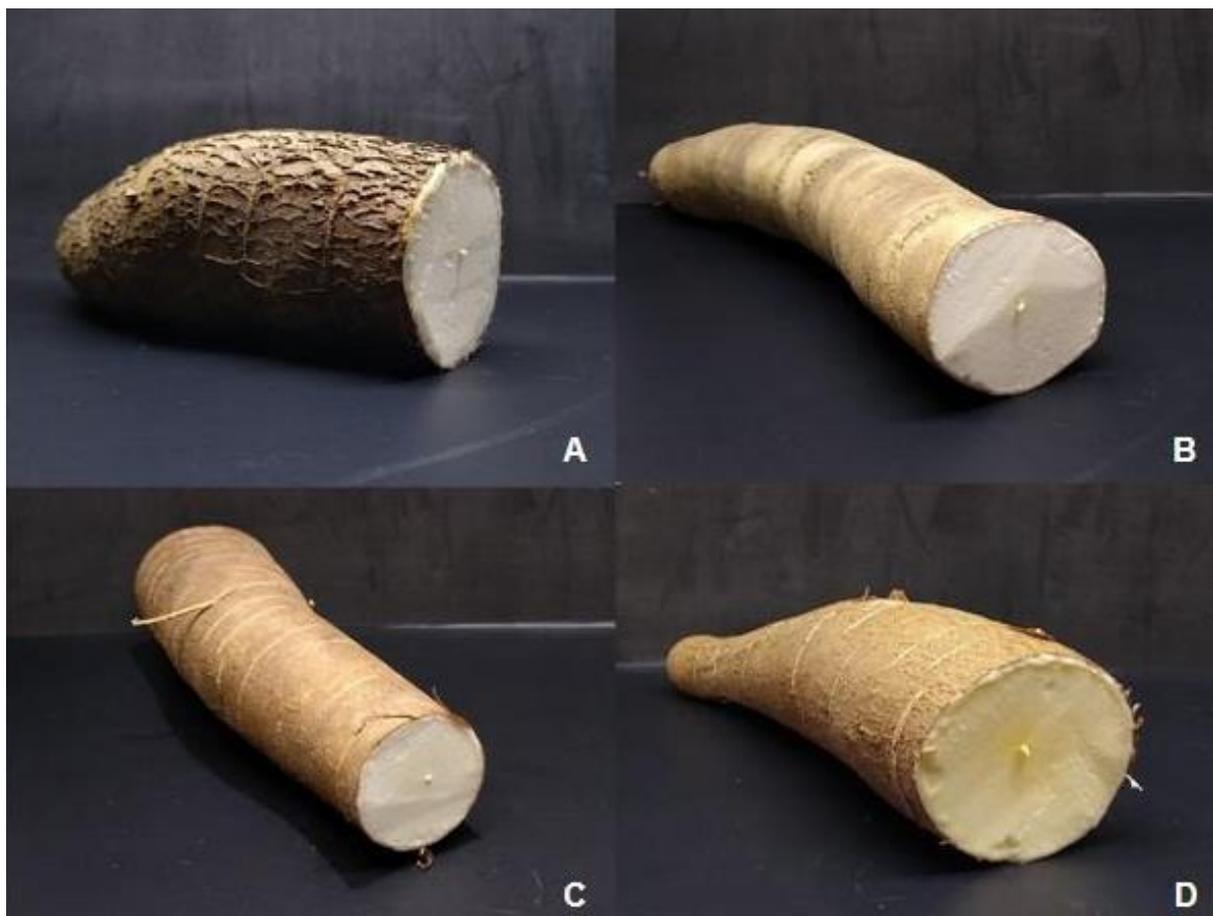


Figura II- 4. Diferenciação de raízes de quatro etnovariedades de mandioca, quanto às características da epiderme, cultivadas no norte de Mato Grosso. ETNO01: Rugosa, marrom escuro (A); ETNO 12: lisa, branca (B); ETNO 07: lisa, marrom claro (C) e ETNO 13: rugosa, marrom claro (D).

A cor da polpa da raiz amarela é um dos fatores determinantes na comercialização da mandioca, uma vez que tem maior preferência entre os consumidores, além de estar relacionada a qualidade nutricional, visto sua riqueza em carotenoides que são precursores da vitamina A, com importância na alimentação humana e animal (Iglesias et al., 1997). Neste estudo, as etnovariedades ETNO04 *Folha roxa* e ETN13 *Amarelinha 3* apresentaram a coloração da polpa *in natura* como amarela. As etnovariedades ETNO08 e ETNO09, apesar de serem denominadas como *amarelinhas* pelos agricultores, apresentaram a cor da polpa *in natura* como creme, porém após a cocção foram classificadas como *Amarela*.

Raízes com coloração da polpa amarela *in natura*, após o cozimento, mantiveram-se amarelas (ETNO04 e ETNO13). Já as de polpa creme *in natura*, após cozimento foram classificadas como amarelas (ETNO05, ETNO08, ETNO09 e ETNO15), totalizando assim 40% de etnovariedades com polpas de coloração amarelada após o cozimento (Figuras II- 3 e 5). Em contrapartida, as etnovariedades

de raízes com polpa branca *in natura* (60%), após o processo de cocção, apenas 33,3% mantiveram-se com a coloração branca; o restante, 26,7%, foram classificadas com coloração creme (Figuras II- 3 e 5). Camargo et al. (2017) observaram em seu estudo que as características mais utilizadas na identificação e nomenclatura das variedades de mandioca referem-se às raízes, notando-se uma grande divisão das mandiocas entre amarelas e brancas, ao se referir a cor da polpa cozida; afirmando que a polpa amarela é preferida para mesa, estabelecendo maior aceitação no comércio. Das 15 etnovarietades avaliadas nesse estudo cerca de 66% receberam o nome por referência às suas raízes, inferindo-se a cor da casca ou da polpa.

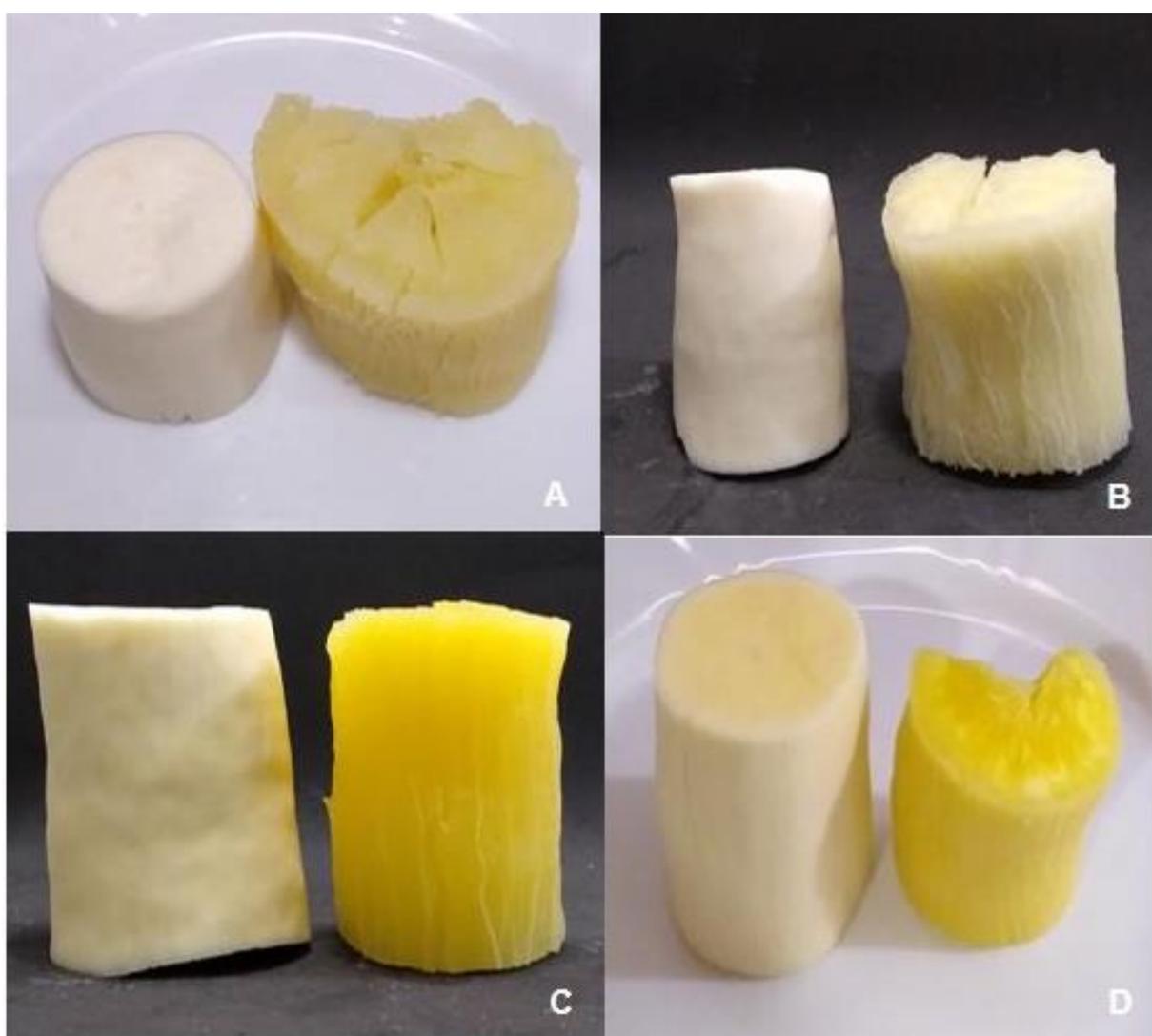


Figura II- 5. Cor da polpa de quatro etnovarietades antes e após o cozimento. ETNO01 polpa branca *in natura* e creme quando cozida (A); ETNO02 polpa branca *in natura* e branca após cozimento (B); ETNO09 polpa creme *in natura* e amarela quando cozida (C); ETNO04 polpa amarela antes e após o cozimento (D).

3.2 Descascamento das raízes

Quanto à capacidade de descascamento, nenhuma das 15 etnovariedades avaliadas apresentam dificuldade da película se destacar do córtex e do córtex se destacar da polpa (Figura II- 6). Sete delas apresentam descascamento fácil para as duas características (Tabela II- 6). Oliveira et al., (2005) relatam que a dificuldade na retirada da casca das raízes de mandioca consiste em um fator importante para o consumidor, que têm preferência por um produto que solte esse envoltório com mais facilidade, principalmente pelo fato de, na grande maioria das vezes, tal processo ser realizado de forma manual.

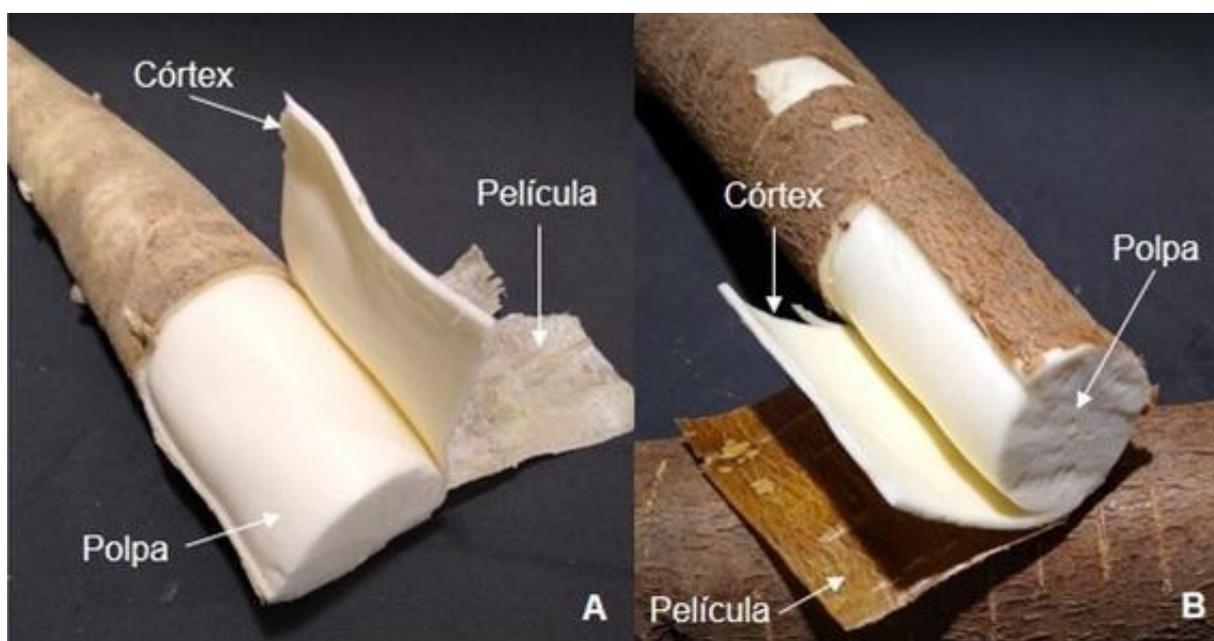


Figura II- 6. Detalhe da película e córtex na avaliação de descascamento da ETNO02 - Liberata (A) e ETNO03 - Branca (B).

Tabela II- 6. Avaliação da facilidade de descascamento das quinze etnovariedades de mandioca aos 7 meses pós plantio, Alta Floresta, 2021

Etnovariedades	Córte'x	Película
ETNO01	Fácil	Fácil
ETNO02	Fácil	Mediana
ETNO03	Fácil	Fácil
ETNO04	Fácil	Mediana
ETNO05	Fácil	Fácil
ETNO06	Fácil	Fácil

Tabela II- 6, Cont...

ETNO07	Fácil	Mediana
ETNO08	Mediana	Fácil
ETNO09	Mediana	Fácil
ETNO10	Fácil	Fácil
ETNO11	Fácil	Fácil
ETNO12	Fácil	Fácil
ETNO13	Mediana	Fácil
ETNO14	Mediana	Fácil
ETNO15	Fácil	Mediana

Estudando quatro etnovariedades diferentes de mandioca, sendo colhidas em quatro épocas distintas no norte de Mato Grosso, Pedri et al. (2018) observaram uma tendência das etnovariedades para um fácil descascamento, em particular, nas colheitas realizadas aos seis e oito meses pós-plantio. Tal fato também foi observado no presente estudo aos sete meses pós-plantio para as 15 etnovariedades.

3.3 Características culinárias

A variação no peso das raízes de mandioca é apresentada na tabela II- 7, com valores referentes à pesagem das raízes em balança de precisão antes e após o cozimento. Os carboidratos são os principais componentes das raízes de mandioca, e são classificados como hidrocolóides, sendo substâncias com capacidade de retenção de água durante o processo de cocção (Butarello, 2004). Desse modo, as variedades de mandioca que não apresentam bom cozimento podem ter como causa a falta de carboidratos suficientes para o processo de cocção eficaz (Rodrigues et al., 2020). Neste estudo, apenas a ETNO12 apresentou um cozimento classificado como ruim, segundo a classificação proposta por Pereira et al., (1985), com tempo de cocção de 35 min em panela convencional. Ela está entre as etnovariedades que apresentaram menor retenção de água após cocção (Tabela II- 7).

Durante o cozimento em panela convencional, observou-se que as ETNO01; ETNO02; ETNO05 e ETNO10 apresentam maior retenção de água após cozimento, com uma diferenciação no peso igual ou superior a 90g (Tabela II- 7). As mandiocas cozidas na panela de pressão tiveram maior retenção de água, quando comparadas com a cocção realizada em panela convencional (Figura II- 7).

Tabela II- 7. Diferenciação (≠) na massa (em gramas) das quinze etnovarietades de mandioca antes (AC) e após cozimento (PC) em panela convencional e panela de pressão. Alta Floresta – MT, 2021

ETNO	Panela convencional			Panela de pressão		
	AC	PC	≠ Peso	AC	PC	≠ Peso
01	530	620	90	512	684	172
02	503	599	96	519	648	129
03	507	564	57	495	633	138
04	513	597	84	507	654	147
05	512	622	110	478	608	130
06	490	541	51	523	693	170
07	489	531	42	489	578	89
08	480	550	70	480	559	79
09	507	559	52	486	574	88
10	480	571	91	488	545	57
11	496	585	89	496	583	87
12	484	546	62	507	611	104
13	513	578	65	499	586	87
14	495	554	59	488	570	82
15	505	589	84	496	569	73

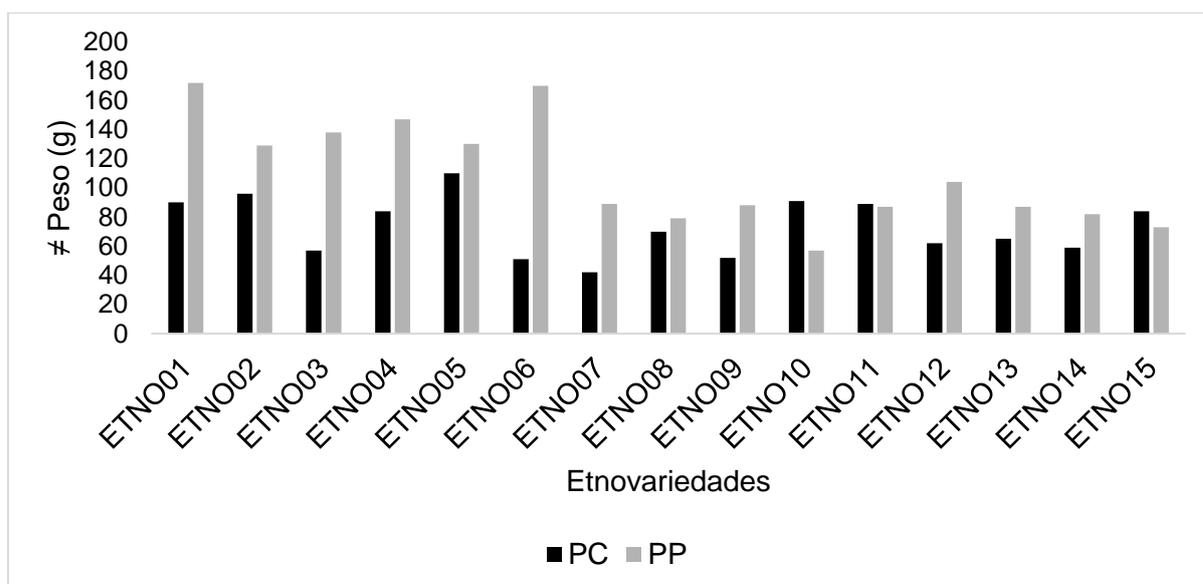


Figura II- 7. Diferenciação de peso em gramas da retenção de água para cada uma das 15 etnovarietades (ETNO01 a ETNO15) após cozimento em panela convencional (PC) e panela de pressão (PP).

O tempo de cocção das etnovariedades de mandioca cozidas em panela convencional variou de 17 a 35 minutos, sendo que a ETNO11 (*branca 1*) apresentou o menor tempo de cozimento, enquanto a ETNO12 (*branca 2*) o maior tempo (Tabela 14). Segundo a classificação proposta por Pereira et al. (1985), quatro das quinze etnovariedades avaliadas neste estudo foram classificadas como tendo um bom cozimento, dez como cozimento regular e apenas uma com cozimento ruim. Porém, quando a cocção das etnovariedades foram avaliadas em panela de pressão, todas apresentaram-se cozidas com 10 minutos (Figura II- 8).

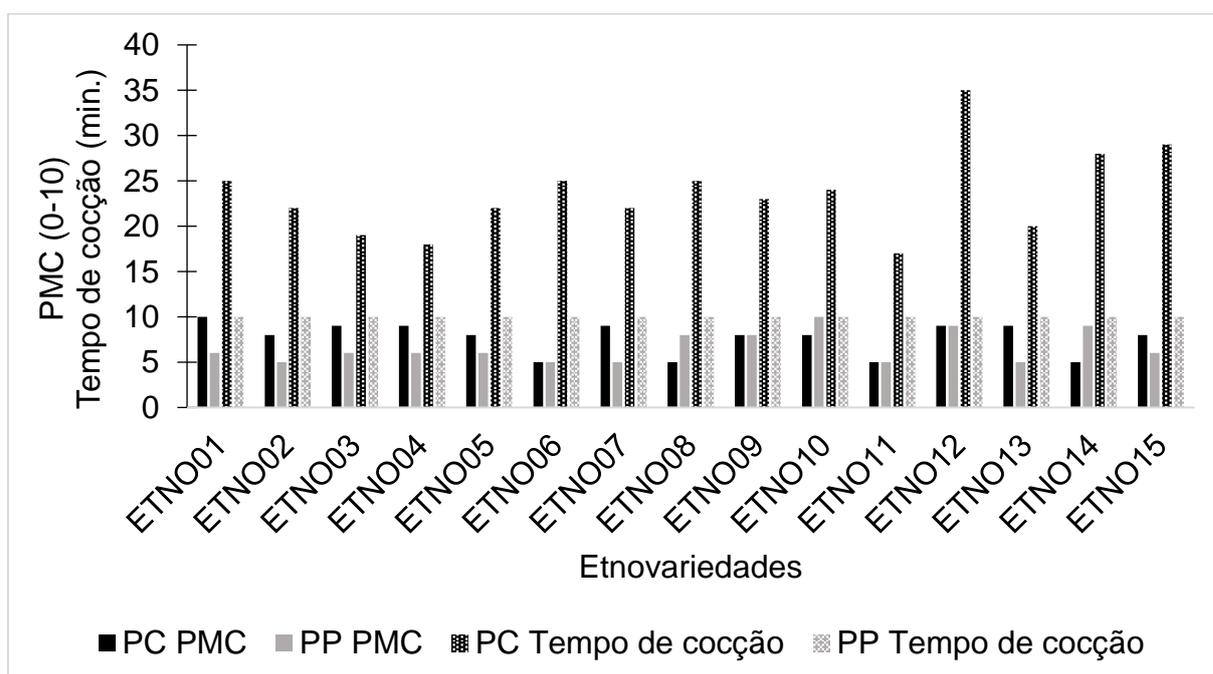


Figura II- 8. Comparação dos tempos de cozimento (em minutos) e das notas (0-10) atribuídas a classificação do padrão da massa cozida (PMC) em panela convencional aberta (PC) e panela de pressão (PP) para as quinze etnovariedades de mandioca.

Segundo Pereira et al. (1985), o tempo de cozimento é considerado regular quando superior a 20 e inferior a 30 minutos. A média geral de cozimento das quinze etnovariedades avaliadas foi de 24 minutos, portanto, considerada adequada para variedades de mesa. Outros estudos, com diferentes variedades de mandioca, obtiveram tempos de cozimento inferiores ao máximo obtido por Mezette et al. (2009), 52 minutos, e superiores ao mínimo observado por Talma et al. (2013), 17 minutos. Condizentes, no entanto, com a avaliação realizada por Pedri et al. (2018), cujos indivíduos com 6 e 8 meses de idade foram considerados cozidos entre 18 e 30 minutos.

Além do tempo de cozimento, a classificação do padrão de massa cozida (PMC) é muito importante. Lorenzi (1994) considera que raízes cozidas de boa qualidade são as que apresentam massa não encaroçada, plástica e não pegajosa. Neste estudo, a etnoveriedade *Cascatinha* (ETNO01) apresentou essas características aos sete meses pós-plantio, com maior nota de classificação (10), com excelente padrão de massa cozida quando em panela convencional, por conseguinte, na panela de pressão o melhor padrão de massa foi atribuído a etnoveriedade *Casca Roxa* (ETNO07) com nota de classificação (10), (Figura II- 8).

Nas condições edafoclimáticas do município de Alta Floresta, MT e com colheita realizada aos sete meses pós-plantio (junho de 2021), dez etnoveriedades avaliadas, dentre as quinze, apresentam tempo de cozimento menor de 30 minutos em panela convencional e duas categorias para classificação de massa cozida segundo recomendação de Pereira et al., (1985). Essas dez etnoveriedades (ETNO01, ETNO02, ETNO03, ETNO04, ETNO05, ETNO07, ETNO09, ETNO10, ETNO13 e ETNO15) são as mais indicadas para cultivos que visem o consumo como mandioca de mesa na região.

Estudos realizados por Pedri et al., (2018) demonstram resultados em que a qualidade de massa cozida pode ser relacionada ao tempo de cozimento, uma vez que, ao analisar o tempo de cocção e a média do padrão de massa cozida, indivíduos que apresentaram massa cozida pouco encaroçada, plástica e não pegajosa, obtendo nota (9) de classificação, possuem tempo de cocção entre 18 a 35 min. Trata-se de um resultado semelhante ao encontrado por Lorenzi (1994) quando afirma que o tempo de cozimento está relacionado com a qualidade da massa cozida, destacando que quanto maior esse tempo, pior a qualidade da massa obtida.

Observa-se que esse padrão não se repetiu neste estudo, visto que a ETNO11 que manifestou o menor tempo de cozimento (17min) também apresentou uma massa cozida muito encaroçada, pegajosa e plástica (Figura II- 8). Todavia, a ETNO01 que teve a maior PMC “10”, apresentou o tempo de cozimento de 25 min, tempo esse que se adequa aos estudos de Pedri et al. (2018) e Lorenzi (1994). Ao comparar as notas da PMC obtidas pelas etnoveriedades cozidas em panela convencional com as cozidas em panela de pressão, observa-se uma pequena diferença, sendo que as notas da PC foram ligeiramente superiores às notas da PP (Figura II- 8).

A panela de pressão acelerou o tempo de cozimento consideravelmente, porém influenciou negativamente no padrão da massa cozida e teve maior retenção de água. Isso pode estar relacionado com o tempo de cozimento que foi de 10 minutos. Sugere-se, nesse caso, deixar menos tempo de cocção quando as raízes de mandioca foram cozidas em panela de pressão.

4. CONCLUSÕES

As 15 etnovariedades de mandioca apresentam variação fenotípica quanto à textura e cores da epiderme, córtex, película, polpa *in natura* e após cozimento das raízes. Essa variação fenotípica das raízes pode ser um indicativo de variabilidade genética, o que sugere a conservação dessas etnovariedades de mandioca.

A avaliação das características culinárias, considerando o tempo de cocção e o padrão de massa cozida, demonstrou que as etnovariedades ETNO01, ETNO02, ETNO03, ETNO04, ETNO05, ETNO07, ETNO09, ETNO10, ETNO13 e ETNO15 são as mais indicadas para o plantio, o consumo e a comercialização, podendo ser colhidas aos sete meses pós-plantio.

O tempo de cocção de 10 minutos em panela de pressão foi considerado bom, porém influenciou negativamente no padrão da massa cozida das raízes. Sugere-se deixar menos tempo de cocção, tornando esse processo mais vantajoso ao consumidor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, S. D. J.; LEDO, C.A.S.; MOREIRA, R. F. C.; SILVA, S. O. V. LEAL, D. J.; CONCEIÇÃO, A. L. S. Seleção de descritores em características morfológicas consideradas em acessos de mandioca por meio de técnicas de análise multivariada. *Journal of Agricultura e Veterinária, Índia*, v. 7, n. 1, p. 13-20, 2014.
- BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. de. Efeito do ultrassom na extração e modificação de amidos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 4, p. 739-746. 2016.
- BORGES, M. F.; CARVALHO, V. D.; 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, 1992.
- BUTARELLO, S. S.; BELEIA, A., FONSECA, I. C. B.; ITO, K. C. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Food Science and Technology**, v. 24, p. 311-315, 2004.
- CAMARGO, V. A.; NUNES, T P.; AMOROZO, M. C. M. & PIZANO, M. A. Caracterização do cultivo e conservação da agrobiodiversidade em lotes urbanos vagos em duas pequenas cidades no Estado de São Paulo. **Ethnoscientia: Revista Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia**, v. 2, n. 1, 2017.
- EL-SHARKAWY, M. A. Stress-tolerant cassava: the role of integrative ecophysiology-breeding research in crop improvement. **Open Journal of Soil Science**, Beijing, v.2, n. 2, p. 162-186, 2012.
- FAO; WHO. Cyanogenic glycosides (addendum). Safety evaluation of certain food additives and contaminants: prepared by the seventy-fourth meeting of the Joint Expert Committee on Food Additives. **Geneva: WHO food additives**. Series 65, p. 171-323, 2012.
- FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no cerrado: orientações técnicas**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. v.2, 202p.
- FIGUEREDO, P. E. ZANETTI, G. T.; SILVA O. O.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; CEREDA, M; VILPOUX, O. Caracterização de Variedades de Mandioca Cultivadas no Estado do Mato Grosso. **In: VII SIMAMCA**, Sinop, Mato Grosso, 2018.
- FUHRMANN, E.; VIEIRA, E. A.; GELAPE, F. F.; FIALHO, J. F.; CARVALHO, L. J. C. B. Caracterização morfológica de clones elite de mandioca de mesa amarelos biofortificados. **Magistra**, v. 28, n. 3, p. 427-438, 2016.
- FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. F. Avaliação qualitativa de cultivares de mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 7, n. 1, p. 63-71, 1988.
- FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: CNPMF, 1998.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção em 2021**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 mar. 2022

IGLESIAS, C.; MAYER, J.; CHAVÉZ, L.; e CALLE, F. Genetic potential and stability of carotene content in cassava roots. **Euphytica**. V.94, 363-37p. 1997.

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

MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A.; SILVA, M. G.; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009.

NASSAR, N. M. A.; HASHIMOTO, D. Y. C.; FERNANDES, S. D. C. Wild *Manihot* species: botanical aspects, geographic distribution and economic value. **Genetics and Molecular Research**, v. 7, p. 16- 28, 2008.

NORMANHA, E. S. O mau cozimento dos aipins: uma hipótese. **O Agrônomo**, Campinas, 40(1):13-14, 1988.

OLER, J. R. L.; AMOROZO, M. C. M. Etnobotânica e conservação *on farm* de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura de pequena escala no estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Interações**, Campo Grande, MS, 18 (4), p. 137-153, 2017.

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

OLIVEIRA, N. T.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, G. S.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo in natura. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 5, n. 5, p. 188-193, 2011.

PEDRI, E. C. M.; ROSSI, A. A. B.; CARDOSO, E. S.; TIAGO, A.V.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2018073, 2018.

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

PONTE, C. M. A. **Épocas de colheita de variedades de mandioca**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 93f. 2008.

SOARES, M. R. S. **Características de variedades de mandioca em função de épocas de colheita**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 110f. 2011.

TALMA, S. V.; ALMEIDA, S. B.; LIMA, H. D.; BERBERT, P. A. Tempo de cozimento e textura de raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 133-138, 2013.

TIAGO, A. V.; ROSSI, F. S.; SANTOS, L. L.; LIMA, J. A.; CARDOSO, E. S.; ROVEDA, A. P.; HOOPERHEIDE, E. S. S.; ROSSI, A. A. B. Phenotypic characterization of cassava ethno-varieties in the state of Mato Grosso, Brazil. **Genetics and Molecular Research** 19 (2): gmr18538. 2020.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; SILVA, M. S.; FUKUDA, W. M. G.; FALEIRO, F. G. Variabilidade genética do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa cerrados acessada por meio de descritores morfológicos. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 56-67, 2008.

WHEATLEY, C. C. e GOMEZ, G. G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. **Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition**, S' Gravenhage, 35:121-129, 1985.

WHEATLEY, C.C. **Calidad de las raices de yuca y factores que intervienen en ella**. In: HERSHEY, C.H., ed. Mejoramiento genético de la yuca en América Latina, Cali, CIAT, 1991. p.267-291.

ZAGO, B. W., BARELLI, M. A. A., HOOPERHEIDE, E. S. S., CORREA, C. L., DELFORNO, G. I. S., & DA SILVA, C. J. Morphological diversity of cassava accessions of the south-central mesoregion of the State of Mato Grosso, Brazil. **Genetics and Molecular Research** 16 (3): gmr16039725. 2017.

4.3 CAPITULO III

**EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO E TIPO DE EMBALAGEM NA
QUALIDADE CULINÁRIA DE QUINZE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA**

1. INTRODUÇÃO

A *Manihot esculenta* Crantz (mandioca) é amplamente distribuída pela América Latina e parte da América do Norte, também conhecida como: mandioca mansa, mandioca-de-mesa, aipim ou macaxeira, tornou-se uma das culturas alimentares mais importantes, por suas raízes serem valiosa fonte de carboidrato sendo a única espécie cultivada dentro do gênero *Manihot* (Nassar et al., 2008; Silva et al., 2011; Nina et al., 2021).

A mandioca se destaca na agricultura brasileira pela facilidade no manuseio, adaptação às condições edafoclimáticas, e alta produtividade de raízes tuberosas (Iyer, 2010; Nassar et al., 2010). Em Mato Grosso, a mandiocultura é considerada a segunda maior atividade de importância para agricultura familiar, com estudos que indicam grande diversidade genética e elevado número de etnovariedades conservadas por agricultores (Oler, 2017; Zago et al., 2017; Tiago et al., 2020; Pedri et al., 2021).

No Brasil, a mandioca tem importante papel alimentício, não só na alimentação humana, mas também para a alimentação animal, servindo como matéria prima para diversos produtos industriais e contribuindo na geração de emprego e renda. As raízes são comercializadas *in natura* em supermercados e feiras livres, durante todo o ano. Podendo ainda ser encontrada congelada, pré-cozida ou em forma de aperitivo do tipo “chips”. As raízes da mandioca que se destinam às indústrias são utilizadas na fabricação de farinhas e produção de polvilho (doce ou azedo) (Fialho e Vieira, 2013).

No entanto, a deterioração pós-colheita da mandioca gera preocupação para os produtores e comerciantes, por ser um produto muito perecível, com um período de conservação *in natura* reduzido, o que pode dificultar sua comercialização e causar elevadas perdas. Sendo o processamento mínimo uma opção para conservação e agregação de valor às raízes *in natura* de mandioca. As embalagens plásticas de polietileno têm sido utilizadas como alternativa para reduzir a velocidade do escurecimento nas raízes de aipim, sob refrigeração ou congelamento (Oliveira et al., 2005; Oliveira et al., 2019).

As raízes de mandioca, após colhidas e retirada a casca, possuem um curto período de prateleira nas condições ambientais, devido elevado teor de água apresentam grande susceptibilidade ao ataque de fungos decompositores e à ação de enzimas que escurecem as raízes, tornando-as impróprias ao consumo em poucos dias (Alves et al., 2005). Podem sofrer deteriorações causadas por agentes fisiológicos, como a enzima polifenoloxidase, que provoca mudança na coloração interna da raiz, essas reações iniciam-se de 24 a 72 horas após a colheita (Wheatley, 1987). E, ainda podem sofrer deterioração patológica, em que os microrganismos realizam a fermentação do tecido, levando ao apodrecimento das raízes, que pode acontecer do quinto ao sétimo dia após a colheita. Os dois tipos de danos são influenciados, principalmente, por danos mecânico e injúrias, que permitem a entrada de oxigênio na parte interna da raiz, que acelera a atuação de enzimas e facilita a entrada de microrganismos (Bezerra et al., 2002; Borges et al., 2002).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de armazenamento em freezer e do tipo de embalagem nas características culinárias das raízes de 15 etnovariedades de mandioca cultivadas no norte de Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Etnovariedades avaliadas

Foram avaliadas quinze etnovariedades de mandioca, coletadas nas roças de agricultores de sete municípios localizados no norte do estado de Mato Grosso (Tabela III- 1).

Tabela III- 1. Código atribuído às 15 etnovariedades de mandioca, nome denominado pelo agricultor e local de coleta no estado de Mato Grosso, Brasil

Código	Etnovariedade	Local de coleta
ETNO01	Cascatinha	Nova Mutum
ETNO02	Liberata	Nova Mutum
ETNO03	Branca 3	Lucas do Rio Verde
ETNO04	Folha roxa	Lucas do Rio Verde
ETNO05	Mandioca de fritar sem cozinhar	Sorriso
ETNO06	Capelari	Sorriso
ETNO07	Branca	Sorriso
ETNO08	Amarelinha	Sorriso
ETNO09	Amarelinha	Sinop
ETNO10	Casca roxa	Itaúba
ETNO11	Branca 1	Itaúba
ETNO12	Branca 2	Itaúba
ETNO13	Amarelinha	Peixoto de Azevedo
ETNO14	Castelinha	Guarantã do Norte
ETNO15	Casca branca	Guarantã do Norte

Foram coletadas manivas das 15 etnovariedades, sendo as mesmas cultivadas no município de Alta Floresta, Mato Grosso, a 9°57'04''S e 56°05'55''W, 304 m de altitude. A área de plantio foi preparada por meio de aração, gradagem niveladora, alinhamento e abertura manual das covas. Para o plantio foram utilizadas manivas de 2 a 3 cm de diâmetro, com 5 a 7 gemas e comprimento médio de 20 cm. O espaçamento adotado foi 1,0 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manuais.

A colheita e avaliação das etnovariedades foram realizadas em junho de 2021, aos sete meses pós-plantio (Figura III- 1), sendo o arranquio das plantas realizado manualmente.



Figura III- 1. Vista geral do cultivo das etnovariedades de mandioca aos sete meses pós-plantio, Alta Floresta, MT, 2021.

2.2 Processamento mínimo e armazenamento das raízes

Após a colheita, as raízes foram transportadas para o laboratório, lavadas em água corrente e resfriadas em temperatura ambiente ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$). O processamento mínimo (Figura III- 2) consistiu no descasque manual das raízes e descarte das pontas; lavagem em água corrente; corte da parte mediana das raízes em cilindros (5 cm de comprimento); imersão por 10 minutos em solução sanificante de hipoclorito de sódio com 150 mg L^{-1} de cloro ativo; enxágue por 5 minutos em solução de 5 mg L^{-1} do mesmo sanificante, e por fim, a drenagem das raízes por cinco minutos em escorredor de aço inoxidável, conforme recomendado por Rinaldi et al. (2015a).

Os produtos minimamente processados ($\pm 500\text{ g}$ de raízes cortadas em cilindros de 5 cm de comprimento longitudinal) foram acondicionados em sacos plásticos, de 25x35 cm, com e sem vácuo, e submetidos à refrigeração em freezer na temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

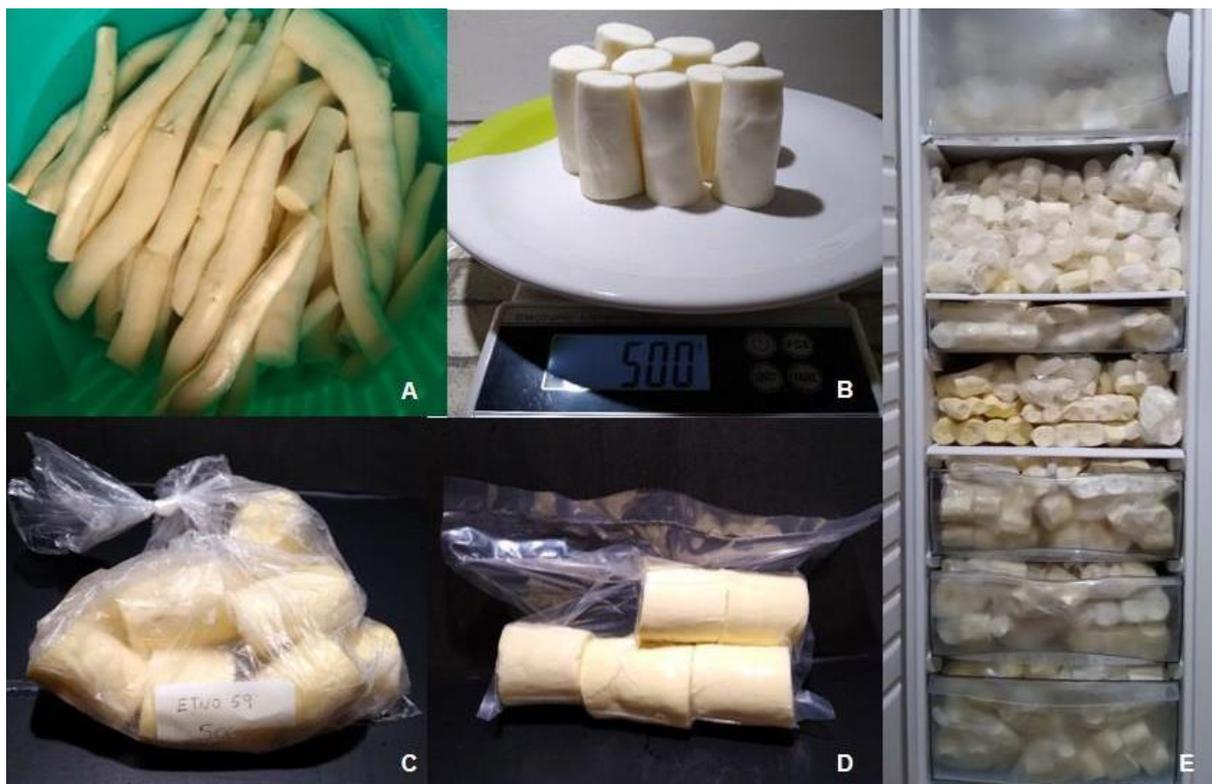


Figura III- 2. Processamento mínimo e armazenamento das raízes de *Manihot esculenta*. Raízes lavadas após descascamento manual (A); pesagem de cilindros de mandioca (B); raízes embaladas sem vácuo (C); raízes embaladas à vácuo (D); armazenamento do material minimamente processado (E).

O armazenamento no freezer foi inteiramente casualizado, com três repetições para cada etnovarietade, sendo que cada repetição consistiu em uma embalagem, com ou sem vácuo, contendo aproximadamente 500 g de raízes de mandioca minimamente processadas. As etnovarietades de mandioca foram avaliadas em quatro períodos: 0 (*in natura*), 30, 60 e 90 dias após armazenamento. Em cada período de armazenamento, as raízes foram avaliadas quanto ao tempo de cocção, textura, plasticidade e pegajosidade à mão da massa cozida.

2.3 Caracterização culinária

O tempo de cocção foi avaliado em panela convencional com 21 cm de diâmetro e em panela de pressão. Para cada avaliação foi utilizada uma amostra (cilindros) de aproximadamente 500g de raiz de mandioca, com cerca de 5 cm de comprimento longitudinal, retirados da porção mediana de cinco raízes comerciais.

Para a cocção em panela convencional, foi utilizado um litro e meio de água a 98 °C, sendo inseridas as amostras congeladas. A verificação do cozimento foi feita com um garfo, no momento em que a raiz foi considerada cozida, quando não mais

oferecia resistência à penetração do garfo. Nesta avaliação, utilizou-se uma escala com quatro classes: cozimento ótimo (0-10 minutos); bom (11-20 minutos); regular (21-30 minutos); ruim (>30 minutos), conforme Pereira et al. (1985). Para a cocção em panela de pressão, as amostras congeladas foram colocadas em um litro e meio de água em temperatura ambiente, sendo cronometrados 10 minutos após a panela pegar pressão. Em seguida, o fogo foi desligado e a pressão retirada manualmente.

O padrão de massa cozida foi avaliado de acordo com Pereira et al. (1985), utilizando três pedaços cozidos de mandioca, selecionados aleatoriamente, que foram amassados vigorosamente com um garfo por 30 vezes consecutivas, e mais 30 amassamentos sob pressão dos dedos contra a palma da mão. Posteriormente, a massa obtida foi avaliada quanto à textura, plasticidade visual e o quanto é pegajosa à mão (Tabela III- 2).

Tabela III- 2. Escala para avaliação do padrão de massa cozida de raízes de mandioca.

Padrão	Nota ⁽¹⁾	Classificação da massa
1	10	Não encaroçada, plástica e não pegajosa
2	9	Pouco encaroçada, plástica e não pegajosa
3	8	Não encaroçada, ligeiramente plástica e não pegajosa
4	7	Não encaroçada, não plástica e não pegajosa
5	6	Não encaroçada, não plástica e pegajosa
6	5	Muito encaroçada, plástica e pegajosa
7	4	Muito encaroçada, não plástica e pegajosa

⁽¹⁾ Correspondente ao padrão, em ordem decrescente de qualidade. Fonte: Pereira et al. (1985).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três períodos de armazenamento das raízes de mandioca em freezer, tanto em embalagem sem vácuo como em embalagem com vácuo, aumentaram o tempo de cocção das 15 etnoviedades, quando comparado ao tempo de cozimento das raízes *in natura* (Tabela III- 3). Segundo Pereira et al. (1985), o tempo de cozimento é considerado regular quando superior a 20 e inferior a 30 minutos. Neste estudo, as ETNO08, ETNO10, ETNO11, ETNO12, ETNO14 e ETNO15 apresentaram tempo de cocção acima de 30 minutos em todos os períodos de armazenamento, com destaque para ETNO12, que também teve tempo de cocção acima de 30 minutos já no cozimento *in natura*, além de apresentar maior tempo de cocção. A ETNO06 apresentou tempo de cocção acima de 30 minutos somente aos 90 dias de armazenamento.

Tabela III- 3. Tempo de cocção em panela convencional em cada período de armazenamento em embalagens sem vácuo (SV) e com vácuo (CV) de quinze etnoviedades de mandioca, Mato Grosso, Brasil

Etnoviedades	Período de Armazenamento / Tempo de Cocção (min)						
	0 dias	30 dias		60 dias		90 dias	
	<i>In natura</i>	SV	CV	SV	CV	SV	CV
ETNO01	25	30	25	29	26	30	26
ETNO02	22	29	27	28	29	27	29
ETNO03	19	25	24	25	24	26	26
ETNO04	18	31	29	33	30	30	30
ETNO05	22	24	23	26	25	26	24
ETNO06	25	29	31	29	30	31	33
ETNO07	22	25	27	26	26	28	29
ETNO08	25	35	34	37	36	38	35
ETNO09	23	24	25	25	25	27	27
ETNO10	24	30	31	31	32	33	32
ETNO11	17	38	37	39	37	42	40
ETNO12	35	55	49	53	52	48	47
ETNO13	20	24	28	25	25	27	30
ETNO14	28	44	39	38	40	42	37
ETNO15	29	58	50	50	48	52	53

Ao avaliar o tempo de cozimento em panela convencional (PC) observa-se que as ETNO01, ETNO02, ETNO03, ETNO04, ETNO05, ETNO07, ETNO09 e ETNO13, independente do período de armazenamento e do tipo de embalagem, apresentaram padrão de cozimento regular, indicando suportar maior período de armazenamento em freezer. O tempo de cocção é determinante na escolha do produtor de qual cultivar plantar (Vieira et al., 2018), visto que quanto menor o tempo de cozimento, maior economia será necessária para a cocção das raízes, tornando assim uma característica desejada pelo consumidor final (Moreto e Neubert, 2014).

O tempo de cocção é uma característica fundamental, pois confere qualidade culinária às raízes de mandioca, uma vez que, quanto menor o tempo de cocção, maior a qualidade das raízes (Talma et al., 2013). Desse modo, Fukuda e Borges (1988) relatam que a variação no tempo de cozimento e na qualidade da massa cozida é um fator determinante no comércio de raízes de mandioca- de- mesa, visto que, estas características influenciam na seleção das cultivares, sendo priorizadas as que apresentam menores tempo de cocção. Rinaldi et al. (2015a) analisando raízes de mandioca em Planaltina - DF, em ambiente refrigerado a 3 °C durante 28 dias, não observaram influência do período de armazenamento no tempo de cocção, e obtiveram uma média de tempo de cozimento de 29,27 minutos.

Considerando o cozimento em panela de pressão (PP), todas as 15 etnovarietades estavam cozidas dentro do tempo padrão de 10 minutos estabelecidos, em todos os períodos de armazenamentos avaliados, tanto em embalagem sem vácuo e com vácuo.

O padrão da massa cozida (PMC) sofreu influência dos períodos de armazenamento, mas não foi influenciado pelos tipos de embalagens utilizadas (Tabela III- 4). À medida que aumentou o período de armazenamento observou-se uma leve queda na qualidade do PMC. Lorenzi (1994), considera que raízes cozidas de boa qualidade, são as que apresentam massa não encaroçada, plástica e não pegajosa. As Figuras III- 3 e 4 ilustram o parâmetro do PMC encontrado em algumas etnovarietades avaliadas neste estudo após cozimento *in natura* e cozimento após os períodos de armazenamentos.

Tabela III- 4. Classificação do padrão da massa cozida (PMC) das quinze etnovarietades (ETNO) de mandioca em função do período de armazenamento; tipo

de panela utilizada na cocção, panela convencional (PC) e panela de pressão (PP); e tipo de embalagem utilizada, com vácuo (CV) e sem vácuo (SV)

ETNO	Período de Armazenamento / Tipo de panela / tipo de embalagem / PMC													
	0 dias		30 dias				60 dias				90 dias			
	<i>in natura</i>		PC		PP		PC		PP		PC		PP	
	PC	PP	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV	CV	SV
ETNO01	10	6	8	8	6	5	8	8	6	6	7	6	6	5
ETNO02	8	5	8	8	5	5	6	7	6	6	8	6	6	5
ETNO03	9	6	6	8	5	9	8	8	6	8	8	6	6	6
ETNO04	9	6	8	8	8	5	9	8	8	6	8	7	6	6
ETNO05	8	6	8	8	6	5	7	8	6	5	6	6	5	5
ETNO06	5	5	8	9	5	5	6	8	6	5	6	6	5	5
ETNO07	9	5	8	8	5	5	9	8	5	5	8	6	5	5
ETNO08	5	8	8	8	6	6	8	6	6	6	6	6	5	6
ETNO09	8	8	6	8	5	5	9	6	5	6	8	5	6	6
ETNO10	8	10	8	8	8	5	9	8	8	6	8	6	6	6
ETNO11	5	5	6	5	6	5	6	6	5	5	6	5	6	6
ETNO12	9	9	9	9	5	4	8	8	5	5	6	6	6	5
ETNO13	9	5	9	8	6	9	8	6	6	6	6	6	6	6
ETNO14	5	9	6	9	8	8	6	6	6	6	6	6	8	6
ETNO15	8	6	8	5	5	6	6	5	6	5	6	6	6	5

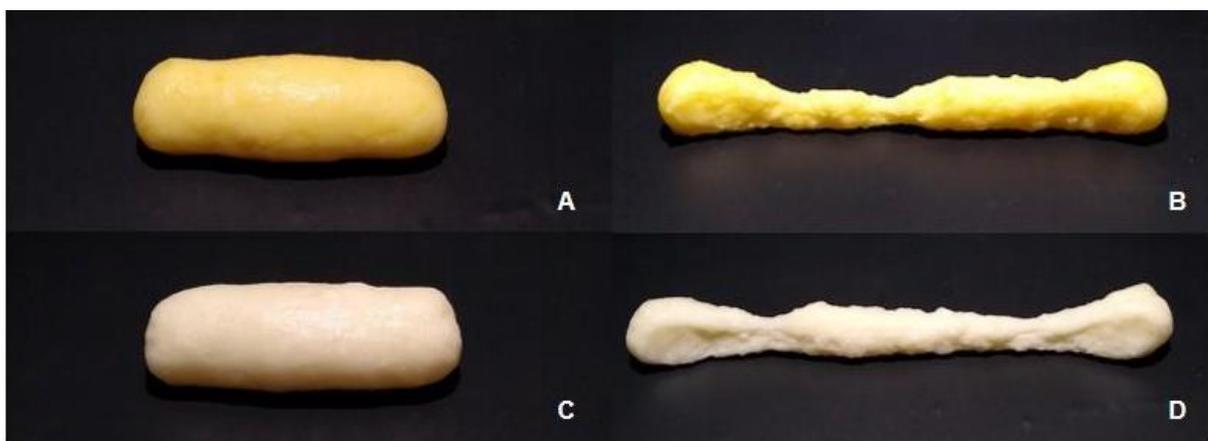


Figura III- 3. Parâmetro do padrão de massa cozida de mandioca, quanto à plasticidade após cozimento *in natura* em panela convencional aberta, ETNO 13 (A e B); ETNO 12 (C e D), ambas com nota 9.



Figura III- 4. Parâmetro do padrão de massa cozida de mandioca, quanto à plasticidade após cozimento em panela de pressão. ETNO 12, nota 4, aos 30 dias de armazenamento (A); ETNO 4, nota 5, aos 30 dias de armazenamento (B); ETNO 10, nota 6, aos 60 dias de armazenamento (C).

Em todos os períodos de armazenamento, as raízes de mandioca cozidas em panela convencional apresentaram notas do PMC ligeiramente superiores às cozidas em panela de pressão. Isso pode ser decorrente do tempo de cozimento que foi de 10 minutos. Sugere-se, nesse caso, deixar menos tempo de cocção quando as raízes de mandioca forem cozidas em panela de pressão. O PMC das raízes *in natura* cozidas em PC variou entre notas 5 e 10, com destaque para as maiores notas ETNO01 (nota 10), ETNO03, ETNO04, ETNO07, ETNO12 e ETNO13 (nota 9) e para as menores notas ETNO06, ETNO08, ETNO11 e ETNO14 (nota 5). Para as raízes *in natura* cozidas em PP o PMC também variou entre 5 e 10, porém cinco etnovariedades atingiram notas superiores a 8 (ETNO08, ETNO09, ETNO10, ETNO12 e ETNO13), o restante apresentaram notas entre 5 e 6.

Aos 30 dias de armazenamento, as raízes cozidas em PC apresentaram PMC com notas entre 5 e 9, com destaque para a ETNO12 com a maior nota e ETNO11 com a menor nota. Para o cozimento em PP o PMC variou entre 4 e 9, com destaque para a ETNO14 com a maior nota e a ETNO12 com a menor nota. Aos 60 dias de armazenamento, o cozimento em PC gerou um PMC entre 5 e 9, com destaque para a ETNO10, que atingiu a maior nota, e a ETNO15, a menor. Após o cozimento em PP, as mandiocas tiveram o PMC com notas entre 5 e 8, com destaque para as ETNO03, ETNO04 e ETNO10 com as maiores notas e as ETNO07 e ETNO12, com as menores. Aos 90 dias de armazenamento, o PMC das raízes cozidas em PC variou entre 5 e 8, com a ETNO04 atingindo a maior nota e a ETNO11 a menor. Para o cozimento em

PP o PMC ficou entre 5 e 8, destacando a ETNO14 com a maior nota e as ETNO05, ETNO06 e ETNO07 com as menores.

As raízes apresentaram boa aparência na saída do congelamento nas datas de avaliação, sendo constatado que na embalagem sem vácuo, houve formação de cristais de gelo no interior da embalagem. Os tipos de embalagens utilizadas neste estudo para o armazenamento contribuíram para manter a integridade das raízes de mandioca, que mesmo aos 90 dias de armazenamento não apresentaram sinais de deterioração. A escolha da embalagem para os produtos minimamente processados depende de diversos fatores como a permeabilidade da embalagem a gases, o tipo de produto e sua taxa respiratória, temperatura de armazenamento dentre outros, almejando sempre aumentar o tempo de vida de prateleira (Schlimme e Rooney, 1994). Segundo Jorge (2013), outra característica fundamental das embalagens é a sua constituição, que devem ser de materiais e substâncias que não contaminem o produto em quantidades que torne possível colocar em risco a segurança dos consumidores ou alterar as características sensoriais do produto.

O armazenamento em freezer propiciou que até aos 90 dias de armazenamento as raízes de mandioca apresentassem características aceitáveis para consumo, representando uma alternativa para reduzir o desperdício de produtos que não foram consumidos logo após a colheita. Rinaldi et al. (2015b) observaram em seus estudos que raízes de mandioca congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ permaneceram com características aceitáveis de consumo até 31 dias após a colheita, característica que também ocorreu quando congeladas as raízes com nitrogênio líquido a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Já Pedri et al. (2018), estudando etnovarietades de mandioca *Cacau Branca* e *Cacau Roxa*, constaram que ao armazenar as raízes em temperatura ambiente, mesmo com casca, elas apresentam processo de deterioração rapidamente, ficando imprópria para o consumo em quatro dias.

4. CONCLUSÕES

O período de armazenamento em freezer aumentou o tempo de cocção das raízes das 15 etnovariedades, quando comparado com as raízes *in natura*, mas manteve as condições aceitáveis de consumo aos 90 dias de armazenamento.

O tipo de embalagem não teve efeito sobre as características culinárias das raízes das 15 etnovariedades.

É recomendável o consumo imediato das raízes de mandioca de mesa após a colheita, sendo o armazenamento em baixas temperaturas e embalagens adequadas somente uma alternativa para evitar desperdícios, uma vez que, à medida que aumenta o período de armazenamento também aumenta o tempo de cocção e diminui o padrão da massa cozida.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-575, 2002.

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

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

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

IYER, S.; MATTINSON, D. S.; FELLMAN, J. K. Study of the early events leading to cassava root postharvest deterioration. **Tropical plant biology**, v. 3, n. 3, p. 151-165, 2010.

JORGE, N. **Embalagem para alimentos**. São Paulo: Cultura acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2013, 194 p.

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

MORETO, A. L.; NEUBERT, E. O. Avaliação de produtividade e cozimento de cultivares de mandioca de mesa (aipim) em diferentes épocas de colheita. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 27, n. 1, p. 59-65, 2014.

NASSAR, N. M. A.; HASHIMOTO, D. Y. C.; FERNANDES, S. D. C. Wild *Manihot* species: botanical aspects, geographic distribution and economic value. **Genetics and Molecular Research**, v. 7, p. 16- 28, 2008.

NASSAR, N.; BARBOSA, I. S.; HARIDASSAN, M.; ORTIZ, R.; GOMES, P. T. Recursos genéticos da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): um caso de alto teor de ferro e zinco. **Recursos genéticos e evolução das culturas**, v. 57, n. 2, pág. 287-291, 2010.

NINA, M. M.; ROCHA, S. F.; CAVALCANTE, F. S. A.; LIMA, R. A. Potencialidade de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae) na Floresta Amazônica, Brasil. **Revista Diversitas**. v. 6, n. 2, pág. 2247-2260, 2021.

OLER, J. R. L.; AMOROZO, M. C. M. Etnobotânica e conservação *on farm* de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura de pequena escala no estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Interações**, Campo Grande, MS, 18 (4), p. 137-153, 2017.

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

OLIVEIRA, L. A.; MOTTA, J. D. S.; JESUS, J. L.; SASAKI, F.; VIANA, E. D. S. Processamento de aipim e mandioca-brava. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Brasília, DF: Embrapa, 64p. 2019.

PEDRI, E. C. M.; DOS SANTOS, L. L.; WOLF, M. S.; TIAGO, A. V.; CARDOSO, E. S.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; ROSSI, A. A. B. Diversidade genética entre etnovarietades de mandioca cultivadas no norte do estado de Mato Grosso por meio de descritores morfoagronômicos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021.

PEDRI, E. C. M.; ROSSI, A. A. B.; CARDOSO, E. S.; TIAGO, A. V.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2018073, 2018.

RINALDI, M. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. de F. Conservação pós-colheita de diferentes cultivares de mandioca submetidas ao processamento mínimo e congelamento. **Científica, Jaboticabal**, v. 43, n. 4, p. 287-301, 2015a.

RINALDI, M. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; MALAQUIAS, J. V. Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 93-101, 2015b.

SCHLIMME, D.V.; ROONEY, M.L. Packing of minimally processed fruits and vegetables. In: WILEY, R.C.(Ed.). **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**. London: Chapman & Hall. 1994. p.135-82.

SILVA, K. V. P.; ALVES, A. A.C.; MARTINS, M. I. G.; MELO, C. A. F.; CARVALHO, R. Variabilidade genética entre acessos do gênero *Manihot* por meio de marcadores moleculares ISSR. **Genética Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46 (9), 2011.

TALMA, S. V.; ALMEIDA, S. B.; LIMA, R. M. P.; VIEIRA, H. D.; BERBERT, P. A. Tempo de cozimento e textura de raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food 34 Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 133-138, abr./jun. 2013.

TIAGO, A. V., PEDRI, E. C. M., ROSSI, F. S., SANTOS, L. L., LIMA, J. A., CARDOSO, E. S., ROVEDA, A. P., HOOGERHEIDE, E. S. S. & ROSSI, A. A. B. Phenotypic characterization of cassava ethno-varieties in the state of Mato Grosso, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 19 (2), 2020.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; JULIO, L.; CARVALHO, L. J. C. B.; CORTE, J. L. D.; RINALDI, M. M.; OLIVEIRA, C. M.; FERNANDES, F. D.; ANJOS, J. R. N. Sweet

cassava cultivars with yellow or cream root pulp developed by participatory breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 18, n. 4, p. 450-454, 2018.

WHEATLEY, C. C. **Conservación de raíces de yuca en bolsas de polietileno**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1987. 33 p.

ZAGO, B. W.; BARELLI, M. A. A.; HOOPERHEIDE, E. S. S.; CORREA, C. L.; DELFORNO, G. I. S.; SILVA, C. J. Diversidade morfológica de acessos de mandioca da mesorregião centro-sul do estado de Mato Grosso, Brasil. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, 2017.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A caracterização molecular a partir dos marcadores ISSR confirmou a diversidade genética existente entre as 15 etnovariedades de mandioca avaliadas, por meio do percentual de polimorfismo e dos métodos de agrupamentos UPGMA, Tocher e Structure.

A caracterização fenotípica evidenciou, para as 15 etnovariedades avaliadas, variação quanto à textura e cores da epiderme, córtex, película, polpa *in natura* e após cozimento das raízes, podendo ser um indicativo de variabilidade genética, o que sugere a conservação dessas etnovariedades de mandioca.

A avaliação das características culinárias das raízes colhidas aos sete meses pós-plantio, considerando o tempo de cocção e o padrão de massa cozida, demonstrou que as etnovariedades ETNO03, ETNO04, ETNO08 e ETNO10 são indicadas ao consumo e comercialização por apresentarem tempo de cocção regular e bom padrão de massa cozida.

Os três períodos (30, 60 e 90 dias) de armazenamento em freezer aumentaram o tempo de cocção das 15 etnovariedades avaliadas, quando comparado com as raízes *in natura*.

Os tipos de embalagens plásticas (com e sem vácuo) não tiveram efeito sobre o tempo de cocção e padrão de massa cozida das raízes das 15 etnovariedades de mandioca.