



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

KARLA NAYANNE CARVALHO PINTO

DIVERSIDADE GENÉTICA EM COLEÇÃO DIDÁTICA DE GERMOPLASMA DE
MANDIOCA DA UFERSA POR DESCRITORES MORFOLÓGICOS

MOSSORÓ – RN

2017

KARLA NAYANNE CARVALHO PINTO

DIVERSIDADE GENÉTICA EM COLEÇÃO DIDÁTICA DE GERMOPLASMA DE
MANDIOCA DA UFERSA POR DESCRITORES MORFOLÓGICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof^o. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior - UFERSA

Co-orientadores: Prof^a Dra. Lindomar Maria da Silveira - UFERSA

Prof^a Dra. Ioná Santos Araújo Holanda - UFERSA

Prof^a Dra. Rafaela Priscila Antônio - EMBRAPA Semiárido.

MOSSORÓ – RN

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C659d Carvalho Pinto, Karla Nyanne.
Diversidade genética em coleção didática de germoplasma de mandioca da ufersa por descritores morfológicos / Karla Nyanne Carvalho Pinto. - 2017.
38 f. : il.
Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior
Co-orientadora: Lindomar Maria da Silveira
Co-orientadora: Ioná Santos Araújo Holanda
Co-orientadora: Rafaela Priscila Antônio.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2017.
1. Manihotesculenta. 2. Caracterização morfológica. 3. Método de GOWER. 4. UPGMA. I. Barros Júnior, Aurélio Paes, orient. II. Silveira, Lindomar Maria da, co-orient. III. Holanda, Ioná Santos Araújo, co-orient. IV. Antônio, Rafaela Priscila, co-orient. V. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

KARLA NAYANNE CARVALHO PINTO


DIVERSIDADE GENÉTICA EM COLEÇÃO DIDÁTICA DE GERMOPLASMA DE
MANDIOCA DA UFERSA POR DESCRITORES MORFOLÓGICOS

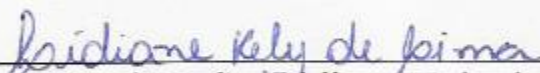
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia.

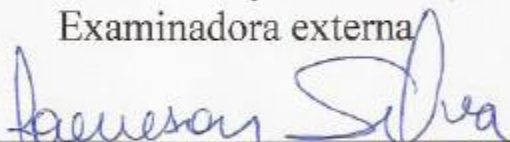
Linha de pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 23/02/2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof.º D.Sc. Lindomar Maria da Silveira (UFERSA)
Presidente


Prof.º D.Sc. Lidiane Kely de Lima (UFERSA)
Examinadora externa


D.Sc. Jaeverson da Silva (EMBRAPA)
Examinador externo

Aos meus pais, Luiz Lopes Pinto e Lourdes Maria Gomes de Carvalho, por todo o amor, carinho, incentivo e educação que me deram.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre me abençoando com saúde e disposição para desenvolver minhas atividades acadêmicas;

À UFERSA, por esta oportunidade de obter o título de Mestre em Fitotecnia;

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia;

Aos meus pais, Luiz Lopes Pinto e Lourdes Maria Gomes de Carvalho, que sempre me apoiaram nos estudos e na formação acadêmica. À minha irmã Carmélia Nayara Carvalho Pinto, que contribuiu, direta e indiretamente, para a minha formação;

Ao meu namorado, Raulino Cardoso Neto, que durante esses dois anos esteve ao meu lado, me dando apoio e incentivo para que eu conseguisse concluir mais uma etapa da minha vida;

Ao meu orientador, Aurélio Paes Barros Júnior, que me acolheu e me confiou esta pesquisa;

Às minhas co-orientadoras, Lindomar Maria da Silveira, Ioná Santos Araújo Holanda e Rafaela Priscila Antônio, pelo conhecimento, carinho e cuidado durante o desenvolvimento deste trabalho;

À Banca Examinadora, pela disponibilidade, atenção e valiosa contribuição para a melhoria desta pesquisa;

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa GEPPARG e do Laboratório de Biotecnologia Vegetal, em especial a Luiza, Almir, Manoel e Ricardo, que ajudaram a desempenhar as atividades da pesquisa;

A Luiza Celeste Vieira Miguel, que dividiu comigo todos os bons e maus momentos, e que não mediu esforços para me ajudar no desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

RESUMO

A enorme diversidade de cultivares de mandioca que são utilizadas por agricultores no Brasil é justificada, em parte, pelo fato de que essas cultivares apresentam adaptações específicas para cada região e dificilmente uma cultivar se comportará da mesma maneira nos diferentes ecossistemas. Isso mostra a versatilidade e a importância da conservação da variabilidade genética da espécie, e para essa manutenção existem os Bancos Ativos de Germoplasmas e as Coleções Didáticas nas Universidades, além da contribuição dos próprios agricultores. Uma das ferramentas que auxiliam na identificação de diferenças entre os indivíduos é a caracterização morfológica, que busca estudar as estruturas externas e internas da planta por intermédio da obtenção de dados qualitativos ou quantitativos de características herdáveis. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a variabilidade genética entre 22 acessos de mandioca pertencentes à Coleção Didática de Germoplasma de Mandioca da UFERSA, por meio de 37 descritores morfológicos. Para tanto, o experimento foi instalado na Horta Didática da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em fileiras contínuas espaçadas entre si por 1,00m e 0,60m entre covas. Para cada acesso, foram plantadas 13 covas utilizando-se duas manivas por cova com cinco a sete gemas cada. A caracterização foi realizada em três etapas e, de acordo com o desenvolvimento da planta, aos três meses (cor da folha apical; pubescência do broto apical), aos seis meses (retenção de folhas; forma do lóbulo central; cor do pecíolo; cor da folha do meio; número de lóbulos foliares; comprimento do lóbulo foliar; largura do lóbulo foliar; comprimento da filotaxia; comprimento do pecíolo) e aos nove meses (cor do córtex do caule; cor da epiderme do caule; cor externa do caule; hábito de crescimento do caule; cor dos ramos terminais das plantas adultas; altura da planta; altura da primeira ramificação; hábito de ramificação; número de raízes tuberosas; número de raízes comerciais; extensão do pedúnculo da raiz; forma da raiz; cor externa da raiz; cor da polpa da raiz; cor do córtex radicular; facilidade de descascamento do córtex; espessura do córtex radicular; número de plantas tuberosas por cova; massa fresca de raízes comerciais e não comerciais; diâmetro e comprimento do córtex; teor de HCN na polpa da raiz e na folha; brix e acidez). Os agrupamentos hierárquicos dos acessos foram obtidos pelos métodos de UPGMA. A análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos para a determinação da distância genética foi baseada no algoritmo de Gower. Foi determinada a contribuição relativa dos descritores quantitativos para a divergência genética entre os acessos. Verificou-se a formação de quatro grupos para as variáveis quantitativas e cinco para as qualitativas. A análise conjunta dos dados qualitativos e quantitativos para determinação da distância genética, com base no algoritmo de Gower, gerou cinco grupos. O descritor que mais contribuiu para a diversidade genética entre os acessos foi a massa fresca de raízes comerciais (88,46 %). Diante dos resultados, constatou-se a existência de divergência genética entre os acessos de mandioca da Coleção Didática da UFERSA.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, caracterização morfológica, método de GOWER, UPGMA.

ABSTRACT

The enormous diversity of cassava cultivars used by farmers in Brazil is partially justified by the fact that these cultivars have specific adaptations for each region and hardly a cultivar will be have in the same way in the different ecosystems. This shows the versatility and importance of conserving the genetic variability of the species, and for this main tenance there are Active Banks of Germplasms and Didactic Collections in Universities, in addition to the farmers' own contribution. One of the tools that help to identify differences among individuals is the morphological characterization, which seeks to study the external and internal structures of the plant through the acquisition of qualitative or quantitative data of inheritable characteristics. Thus, the present work aimed to analyze the genetic variability among 22 accessions of cassava belonging to the Didactic Collection of Cassava Germplasm of UFERSA by means of 37 morphological descriptors. For this, the experiment was installed in the Didactic Horta of the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA) in continuous rows spaced between 1.00 m and 0.60 m between pits. For each access, 13 pits were planted using two pits per pit with five to seven buds each. The characterization was carried out in three stages and according to the development of the plant at three months (apical leaf color, pubescence of the apical bud) at six months (leaf retention; central lobe shape; petiole color; Foliar lobe length, phylloxia length, petiole length) and at nine months (stem cortex color, stem epidermis color, external stem color, habit of stem growth, color of terminal branches of adult plants, height of plant, height of first branch, habit of branching, number of tuberous roots, number of commercial roots, extension of peduncle of root, shape of root, external color of root, root pulp color, root cortex color, cortex bark ease, root cortex thickness, number of tuberous plants per pit, fresh mass of commercial and non-commercial roots, diameter and length of the cortex, HCN content in root pulp and leaf; Brix and acidity). The hierarchical groupings of the accessions were obtained by UPGMA methods. The joint analysis of the quantitative and qualitative data for the determination of the genetic distance was based on the Gower algorithm. The relative contribution of the quantitative descriptors to the genetic divergence between the accessions was determined. We verified the formation of four groups for the quantitative variables and five for the qualitative variables. The joint analysis of the qualitative and quantitative data to determine the genetic distance, based on the algorithm of Gower, generated five groups. The descriptor that contributed the most to the genetic diversity among the accessions was the fresh mass of commercial roots (88.46%). In view of the results, the existence of genetic divergence among the accessions of cassava from the Didactic Collection of UFERSA was verified.

Key words: *Manihot esculenta*, morphological characterization, GOWER method, UPGMA.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Dendrograma de dissimilaridade de acessos de mandioca, estabelecido pelo método UPGMA utilizando-se a distância Euclidiana, com base em caracteres quantitativos. Mossoró-RN, 2016.....27
- Figura 2: Dendrograma de dissimilaridade de acessos de mandioca, estabelecido pelo método UPGMA utilizando-se a distância Euclidiana, com base em caracteres qualitativos. Mossoró-RN, 2016.....31
- Figura 3: Agrupamento dos acessos de mandioca pelo método de UPGMA, com base na diversidade genética expressa pelo Algoritmo de Gower. Mossoró-RN, 2016.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acessos da Coleção Didática de Mandioca da UFERSA caracterizados morfologicamente.....	20
Tabela 2: Caracterização de 17 variáveis quantitativas em acessos de mandioca de coleção didática, UFERSA, Mossoró-RN.	26
Tabela 3: Caracterização de 20 variáveis qualitativas em acessos de mandioca de coleção didática, UFERSA, Mossoró-RN.	29
Tabela 4: Contribuição de cada descritor quantitativo para divergência genética pelo critério de Sing entre acessos de mandioca de coleção didática, UFERSA, Mossoró-RN.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A MANDIOCA	14
2.2	GERMOPLASMA DE MANDIOCA	15
2.3	CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA.....	16
2.4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO	20
3.2	GERMOPLASMA AVALIADO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.2.1	Descritores avaliados	21
3.2.2	Análises estatísticas	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5	CONCLUSÕES.....	35

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como macaxeira e aipim, é originária da América do Sul, mais provavelmente do Sul da Amazônia (OLSEN, 2004), pertence à família das Euphorbiaceas (ALVES et al., 2006) e é cultivada em todas as regiões do Brasil, principalmente no estado do Pará. De modo geral, é uma raiz utilizada na alimentação humana e animal, sendo importante fonte energética para mais de 500 milhões de pessoas, destacando-se nos países em desenvolvimento, onde o nível tecnológico é baixo e muitos agricultores a cultivam para consumo próprio.

As cultivares de mandioca são classificadas em dois grupos: de "mesa" ou mandioca mansa e amargas ou mandiocas bravas. A mandioca mansa geralmente é utilizada para o consumo humano ou animal e a brava, nas indústrias, para a produção de fécula e farinha (SOUZA; FIALHO, 2003).

Assim como variações no teor de Ácido cianídrico que classifica as cultivares de mandioca, seu germoplasma pode apresentar variabilidade para outras características de interesse, seja para uso em programas de melhoramento genético da cultura ou para uso direto por agricultores. Porém, para permitir o uso dessa variabilidade é necessário disponibilizar informações sobre ela, sendo a caracterização morfológica uma ferramenta para auxiliar na obtenção desses dados e facilitar na organização dos acessos dentro dos bancos de conservação.

No Brasil, a literatura relata a existência de alguns bancos onde é conservado o germoplasma de mandioca, como o banco localizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, Bahia) e no Instituto Agrônomo em Campinas (IAC), que conservam cerca de quatro mil acessos do gênero *Manihot* (EMBRAPA, 2006). Porém, não se pode deixar de inferir sobre a necessidade de outras formas de conservação, como aquela realizada junto aos produtores, por exemplo. Em sua maioria, a produção de mandioca ainda é realizada por pequenos agricultores que utilizam pouca tecnologia e mantêm seu próprio material, representando importante papel na conservação da cultura. Outro exemplo a ser citado é o germoplasma conservado em coleções didáticas nas universidades, onde é manejado e renovado a cada período letivo pelos próprios estudantes para fins educativos.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a diversidade genética na Coleção Didática de Germoplasma de mandioca da UFERSA por meio de descritores morfológicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A MANDIOCA

Pertencente à ordem Malpighiales e a família Euphorbiaceae, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é originária da América do Sul e, segundo Carvalho e Guerra (2002), embora haja diversas espécies, esta é a única cultivada do gênero *Manihot*. Existem controvérsias sobre sua origem botânica (OLSEN, 2004; LÉOTARD et al., 2009), no entanto a hipótese mais aceita é a de que a espécie se originou no Sul da Amazônia e que a espécie *M. esculenta* ssp. *Flabellifolia* é a ancestral da espécie cultivada atualmente (OLSEN, 2004).

A mandioca constitui um dos principais alimentos energéticos para cerca de 500 milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento, onde o cultivo tem baixo nível tecnológico e abrange pequenas áreas (FAO, 2010). Conhecida também como aipim ou macaxeira, a mandioca representa a terceira maior fonte de carboidratos, sendo cultivada por mais de 100 países. O Brasil contribui com mais de 10% da produção mundial, tendo o estado do Pará como o maior produtor do país. Segundo o IBGE, a produção de mandioca no país atingiu cerca 23,7 milhões de toneladas no ano de 2016.

Em função da classificação da mandioca em mansa e brava (SOUZA; FIALHO, 2003; FERREIRA FILHO, 2013), a sua forma de aproveitamento está ligada diretamente ao teor de ácido cianídrico (HCN) presente nas raízes, que pode variar dentro das inúmeras cultivares.

Para o consumo humano, o ideal é de que as cultivares apresentem menos de 100 ppm ou 100 mg de ácido cianídrico por quilograma de raízes (VALLE et al., 2004; MEZETTE, 2007). Na indústria, por sua vez, pode-se utilizar tanto cultivares de mandioca mansa como brava, pois o teor de HCN é liberado durante o processamento (SOUZA e FIALHO, 2003). Na alimentação animal, toda a planta pode ser utilizada para diversos tipos de animais domésticos, tendo-se o cuidado de utilizar plantas com baixo teor de HCN (PASCOAL FILHO; SILVEIRA, 2012).

O Brasil é tradicionalmente o pioneiro no aproveitamento industrial da mandioca (CAMARGO, 1985; SILVA et al., 2001), sendo uma boa alternativa para adicionar valor a esta matéria-prima, proporcionando geração de empregos e um maior retorno

financeiro para a atividade agroindustrial. Os principais produtos oriundos da mandioca são a fécula (amido), polvilho e a farinha de mesa (MOORE, 2001).

A fécula e seus derivados estão inseridos no mercado de amiláceos para a alimentação humana, ou como insumo em diversos ramos industriais, tais como o de alimentos embutidos, embalagens, colas, mineração, têxtil e farmacêutica (PARENTE et al., 2003). Ela também é considerada a matéria-prima vegetal mais utilizada para a obtenção de materiais biodegradáveis, graças à versatilidade e baixo custo (CARR, 2007). Na produção de mudas, a fécula tem sido usada na produção de embalagens biodegradáveis, sendo considerada uma alternativa para diminuir o impacto causado pelas embalagens convencionais (THARANATHAN, 2003).

2.2 GERMOPLASMA DE MANDIOCA

Segundo Chang et al. (1979), os germoplasmas são provenientes de três fontes: o Centro de Diversidade (tipos primitivos, híbridos naturais entre cultivares e espécies silvestres relacionadas e gêneros relacionados), o Centro de Cultivo (variedades comerciais, obsoletas, cultivadas na agricultura tradicional e nos quintais domésticos) e o Conjunto de Programa de Melhoramento (linhas puras, variedades híbridas ou F1, mutantes, entre outros). Eles são considerados o material genético que representa a variabilidade dentro de cada espécie (variabilidade intra-específica) e que é transmitido de uma geração para outra (IBPGR, 1991; WALTER et al., 2005; GOEDERT, 2007).

Segundo Fukuda; Silva (2002), a variabilidade genética apresentada pela cultura da mandioca é decorrente da seleção natural, da domesticação, da facilidade de polinização cruzada, da alta heterozigosidade e da deiscência abrupta dos frutos. Geralmente, os bancos de conservação são constituídos de etnovariedades, variedades melhoradas e silvestres pertencentes ao mesmo gênero da cultura (VIEIRA et al., 2008). Estas representam um dos principais componentes tecnológicos do sistema de produção, por permitir melhor adaptação às condições específicas de solo, clima, localização e processamento. A procura por novas variedades cresce com a existência de mais formas de aproveitamento dos produtos desta cultura, além da expansão da fronteira agrícola.

A manutenção da variabilidade é feita em bancos de germoplasmas situados no Brasil e no exterior, e é utilizada diretamente como cultivares comerciais e nos programas de melhoramento vegetal (GOMES et al., 2007). No âmbito internacional, existe o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), localizado na Colômbia, e

no Brasil os maiores bancos encontram-se na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado em Cruz das Almas (BA) e no Instituto Agronômico em Campinas (IAC).

Vale salientar que, embora não sejam regularmente relatados na literatura científica, os produtores, particularmente aqueles que trabalham em regime de agricultura familiar, também conservam o germoplasma de mandioca. Porém, há o risco de perda dessa variabilidade, podendo-se citar algumas causas: em virtude da propagação predominante na cultura ser vegetativa, a utilização da parte aérea da planta para formar novos mandiocais; contudo, em períodos de escassez de água são mais difíceis a formação e estabelecimento de novos plantios, perdendo-se os materiais quando da colheita; por se tratar de uma cultura de ciclo longo, em algumas situações pode ser substituída por culturas de ciclo mais curto e que atenda aos mesmos propósitos, como o fornecimento de amido pela bata-doce.

Os bancos e as coleções apresentam finalidades distintas. Segundo Bazzo (2007), o principal objetivo do IAC está voltado para a indústria, procurando obter variedades com maiores produtividades e teores de matéria seca. As coleções como as de melhoristas consistem em coleções de trabalho ou didáticas que, embora tenham fins educativos, conservam o germoplasma das espécies contempladas nas diversas disciplinas e apresentam a vantagem de serem manejadas e renovadas a cada período letivo pelos próprios estudantes, diminuindo custos com a mão-de-obra.

2.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

É importante destacar que o manejo adequado do germoplasma de uma espécie poderá disponibilizar informações que promovam sua utilização e justifiquem os custos com sua manutenção. Essas informações podem ser obtidas por meio de práticas tradicionais com o uso de descritores que podem ser morfológicos, bioquímicos e moleculares (VICENTE et. al., 2005). Cada grupo de descritores poderá apresentar vantagens e desvantagens, devendo ser utilizados de acordo com o objetivo almejado.

A caracterização através de descritores morfológicos busca conhecer as estruturas externas e internas da planta por intermédio da obtenção de dados qualitativos e/ou quantitativos de características herdáveis, ou seja, visa a diferenciar fenotipicamente os acessos, como também possíveis duplicatas, além de fornecer dados

que facilitam a organização dos acessos nos bancos de conservação (ALMEIDA et al., 1993; ARAUJO et al., 2005).

Os caracteres fenotípicos quantitativos são governados por vários genes e por isso apresentam maior influência ambiental. Porém, essa ferramenta é de fundamental importância na caracterização de acessos, uma vez que refletirá seu real potencial produtivo, possibilitará a utilização deles de forma direta ou indireta no melhoramento genético. Já os descritores qualitativos são menos influenciados pelo ambiente, de fácil mensuração e apresentam menor custo (VIEIRA, 2013).

Na literatura científica, é possível encontrar relatos sobre a variabilidade apresentada pela mandioca utilizando-se descritores morfológicos. Vieira et al. (2008) utilizaram 27 descritores para estimar a variabilidade genética de 356 acessos de mandioca do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados. Vieira et al. (2013) avaliaram 16 acessos de mandioca com 44 descritores quantitativos e qualitativos. Campos et al. (2010) aplicaram 28 descritores para quantificar a variabilidade em 53 acessos de *Manihot esculenta* da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Além dos autores citados, seria possível elencar outros tantos. Contudo, é importante destacar que nos trabalhos apresentados os autores, utilizando descritores morfológicos, conseguiram identificar e quantificar a variabilidade existente em suas coleções.

Ao se observar a variabilidade descrita para o germoplasma de mandioca na literatura científica, verifica-se um apelo para a necessidade de caracterização do material conservado, sendo que os resultados obtidos denotam a importância dessa caracterização para disponibilizar dados que resultem na maior utilização dos acessos, justificando os custos elevados com a manutenção dos bancos. Além disso, em se tratando de uma cultura propagada vegetativamente, pode resultar na recomendação de genótipos para uso direto, reduzindo o tempo para o desenvolvimento de uma cultivar com as características desejadas.

Por outro lado, em se tratando de conservação de germoplasma vegetal, não se podem considerar apenas os acessos mantidos nos bancos oficiais. Em particular para a cultura da mandioca, ainda predomina o cultivo por pequenos produtores que produzem em regime de agricultura familiar e mantêm seu próprio material de propagação ao longo dos anos, sendo que essa, além de ser fonte de variabilidade para a cultura, pode constituir-se em uma forma de conservação, assim como as coleções didáticas mantidas em universidades, das quais se tem pouca ou nenhuma informação na literatura científica.

2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

A obtenção de dados de um experimento engloba grande número de variáveis. Na maioria das vezes, as informações de interesse do pesquisador estão relacionadas a uma pequena parte das variáveis, ao passo que os demais caracteres estudados não apresentam resultados relevantes (MOITA NETO E MOITA, 1998). Segundo Moita Neto; Moita (1998), a escolha das variáveis de um estudo pode ser feita através da análise de componentes principais, ou seja, aqueles que detêm mais informação estatística. Também é possível, porém, agrupar as amostras utilizando todas as variáveis disponíveis de acordo com suas similaridades, e representá-las por meio de um dendograma. Esse agrupamento hierárquico é uma técnica que interliga amostras semelhantes com base nas variáveis em questão. É dito que quanto menor a distância entre os pontos, maior a semelhança entre os acessos (MOITA NETO E MOITA, 1998). Uma forma simples de se fazer esse agrupamento é ligar os pares de pontos mais próximos utilizando a distância generalizada de Mahalanobis D^2 ou a distância Euclidiana Média pelo método UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Usingan Arithmetic Average*) para a formação de cada grupo (CRUZ; CARNEIRO, 2003; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO2012). Segundo Cruz; Regazi; Carneiro (2012), Mahalanobis permite a correlação entre os caracteres, mas é preciso que o experimento tenha repetição. Já a distância Euclidiana é utilizada quando não existe repetição. Faria et al. (2012) e Vendramini et al. (2011) utilizaram o método UPGMA na análise de divergência genética em pimentas e mandioca, respectivamente, encontrando diferenças significativas entre os acessos para as características avaliadas, evidenciando a existência de variabilidade genética.

O grande número de dados que resulta do estudo individual dos descritores quantitativos e qualitativos, de certa forma, pode confundir a interpretação dos resultados da caracterização do germoplasma. Assim, é interessante que se realize a análise conjunta desses caracteres para que se tenha maior confiabilidade da existência de variabilidade entre os genótipos (ROCHA et al., 2010). Gower (1971) propôs uma técnica que possibilita a análise simultânea dessas variáveis, permitindo que valores da matriz de distância fiquem compreendidos entre 0 e 1, isto é, ausência (0) ou presença (1) de determinada característica (LEDO et al., 2008). Alguns pesquisadores, como Rocha et al. (2010), estudaram o tomateiro do grupo cereja e determinaram a importância relativa das características, proposta por Singh (1981), utilizando o

algoritmo de Gower (1971) para a análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos, e ainda o método UPGMA, Streck et al. (2017) também trabalharam com o método de UPGMA e o Algoritmo de Gower avaliando 35 descritores morfológicos na cultura do arroz irrigado. Ainda assim, existem poucos trabalhos que discutam sobre análise conjunta dos dados, talvez devido à falta de conhecimento de técnicas estatísticas e programas computacionais apropriados para essa abordagem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Centro de Ciências Agrárias, na Horta Experimental do Departamento de Ciências Vegetais (DCV), em Mossoró-RN. O município de Mossoró está situado na latitude 5° 11' a Sul de Greenwich e longitude 37° 20' a Oeste de Greenwich e com altitude de 18 m. O clima, segundo a classificação de Koppen, é 'BSWh', muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989) e o solo da região é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 2013), com relevo plano.

3.2 GERMOPLASMA AVALIADO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram avaliados 22 acessos pertencentes à Coleção Didática de Germoplasma de Mandioca da UFERSA (Tabela 1).

Tabela 1: Acessos da Coleção Didática de Mandioca da UFERSA caracterizados morfológicamente.

Código¹	Identificação	Origem
A1	Mandioca Juliana	Aracati-CE
A2	Mandioca Thiago	Vera Cruz-RN
A3	Mandioca Cambadinha	Desconhecida
A4	Mandioca Nutém	Vera Cruz-RN
A5	Mandioca Thiago II	Vera Cruz-RN
A6	Mandioca Professorinha	Mossoró-RN
A7	Aurélio I	Serra Talhada-PE
A8	Dourada	EMBRAPA Cruz das Almas-BA
A9	Abobora	EMBRAPA Cruz das Almas-BA
A10	Jari	EMBRAPA Cruz das Almas-BA
A12	14.11	EMBRAPA Cruz das Almas-BA
A13	Amarelo II	EMBRAPA Cruz das Almas-BA
A14	Gema de Ovo	EMBRAPA Cruz das Almas-BA
A15	Tradicional	Limoeiro do Norte-CE
A16	Macaxeira Seu Antônio I	Mossoró-RN
A17	Macaxeira Rosinha Serra Talhada	Serra Talhada-PE
A18	Macaxeira Seu Antônio II	Mossoró-RN
A19	Macaxeira Rosinha Jorge	Maceió-AL
A20	Macaxeira Manteiga Jorge	Maceió-AL
A21	Sempre Verde	Pau Branco-RN
A22	Jailma	Passagem-RN

A23

Menina Baianinha

Desconhecida

¹Código do acesso na Coleção Didática de Germoplasma de Mandioca da UFERSA.

O preparo da área consistiu de aração e gradagem, sendo em seguida coletada amostra de solo a profundidade de 20 cm e enviada ao Laboratório de Nutrição de plantas do Departamento de Ciências Vegetais para análise química. Os teores obtidos com a análise do solo foram: Matéria orgânica (29,24 g/kg), potássio (62,9 mg/dm³), fósforo (211,5 mg/dm³), sódio (5,51 mg/dm³), cálcio (6,0 cmol_c/dm³), magnésio (1,85 cmol_c/dm³), pH 7,67 e CE 7,67 dS/m.

O plantio foi realizado em fileiras contínuas, sendo cada acesso alocado em uma fileira, constituindo um tratamento. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre fileiras e 0,60 m entre covas. Para cada acesso, foram plantadas 13 covas, utilizando-se duas manivas por cova, com 5 a 7 gemas por maniva.

Utilizou-se irrigação por gotejamento e a adubação foi realizada conforme recomendação do IPA/PE (2008). Foram realizadas capinas conforme a necessidade.

Durante o desenvolvimento da cultura, foram aplicados descritores morfológicos como sugerido por Fukuda (1998).

3.2.1 Descritores avaliados

3.2.1.1 Descritores avaliados aos três meses após o plantio:

1. Cor da Folha Apical (CFA): Obtida pela observação visual da folha, considerando como cor geral a coloração predominante na folha, utilizando-se uma escala de notas que varia de 3 a 9 (3- Verde Claro; 5- Verde Escuro; 7- Verde Roxo; 9- Roxo). Média de três folhas para classificação. Expresso em nota.
2. Pubescência do Broto Apical (PBA): Análise feita por observação visual, considerando 0 (zero) para ausência de pubescência e 1 (um) para presença.

3.2.1.2 Descritores avaliados aos seis meses após o plantio:

1. Retenção de Folhas (RF): Pontuação visual para retenção de folhas usando uma escala de notas de 1 a 5 (1- Pouca; 2- Inferior à média; 3- Média; 4- Melhor que a média; 5- Excepcional). As folhas devem estar cobrindo, em média, metade da planta.

2. Forma do Lóbulo Central (FLC): Verificada pela observação visual dos lóbulos na folha. A caracterização se dá pela atribuição de uma escala de nota que varia de 1 a 10 (1- ovoide; 2- Elíptica-Lanceolada; 3- Obovada-Lanceolada; 4- Oblongo-Lanceolada; 5- Lanceolada; 6- Reta ou Linear; 7- Pandurada; 8- Linear Piramidal; 9- Linear Pandurada; 10- Linear Hostatilobada).
3. Cor do Pecíolo (CORP): Verificada pela observação visual da cor do pecíolo. A caracterização se dá pela atribuição de uma escala de nota que varia de 1 a 9 (1- verde-amarelado; 2- Verde; 3- Verde-avermelhado; 5- Vermelho-esverdeado; 7- Vermelho; 9- Roxo).
4. Cor da Folha do Meio (CFM): Obtida pela observação visual da folha, considerando como cor geral a coloração predominante na folha, utilizando-se uma escala de notas que varia de 3 a 9 (3- Verde Claro; 5- Verde Escuro; 7- Verde Roxo; 9- Roxo). Média de três folhas para classificação.
5. Nº de Lóbulos Foliares (NLF) - folhas do meio da planta: Obtido pela observação visual da folha verificando o número de lóbulos existentes ou não. Para essa classificação, utilizaram-se folhas localizadas na região central da planta, cinco folhas por acesso.
6. Comprimento do Lóbulo Foliar (CLF): Obtido pela medição de duas folhas do meio da planta a partir da intersecção de todos os lóbulos. Expressar medida em cm.
7. Largura do Lóbulo Foliar (LLF): Obtida pela medição de duas folhas do meio da planta a partir da parte mais larga do lóbulo. Expressar medida em cm.
8. Comprimento da Filotaxia (CFILO): Obtido pela distância de cicatrizes de folhas que estão no mesmo plano no terço médio da planta. Essa distância é expressa em escala de nota, onde 3= Curto (< 8 cm), 5= Médio (de 8-15 cm), 7= Longo (> 15 cm).
9. Comprimento do Pecíolo (CP): Obtido por mensuração com régua graduada, da base do pecíolo à inserção do limbo. Resultado expresso em cm.

3.2.1.3 Descritores avaliados aos nove meses após o plantio:

1. Cor Córtex do Caule (CCC): A partir de um pequeno corte raso na epiderme, observa-se a coloração predominante. A escala de nota varia de 1 a 3 (1- Amarelo; 2- Verde-claro; 3- Verde-escuro).

2. Cor da Epiderme do Caule (CEC): Observada na superfície interna do caule com escala de notas variando de 1 a 4, onde 1= Creme; 2= Marrom claro; 3= Marrom escuro e 4= Laranja.
3. Cor Externa do Caule (CEXC): Obtida a partir de observação visual e classificada por escala de notas de acordo com a predominância da cor. A escala apresenta 7 notas (3- Laranja; 4- Verde-amarelado; 5- Dourado; 6- Marrom claro; 7- Prata; 8- Cinza; 9- Marrom escuro).
4. Hábito de Crescimento do Caule (HCC): Obtido a partir da observação visual e classificado com nota 1 quando reto e 2 em zig-zag.
5. Cor Ramos Terminais Plantas Adultas (CRT): Obtida a partir da observação visual, tomada nos últimos 20 cm de altura da planta, onde se atribui nota de acordo com a predominância da cor. A escala apresenta três notas de cores (3- Verde; 5- Verde-roxo; 7- Roxo).
6. Altura da Planta (AP): Obtida a partir da medição da altura vertical desde o solo até a parte superior do dossel. Expressa em cm.
7. Altura da 1ª ramificação (A1R): Obtida a partir da medição da altura vertical desde o solo até o primeiro ramo. Deve-se ignorar as ramificações laterais e atribuir nota zero quando não há ramificações. Expressa em cm.
8. Hábito de Ramificação (HR): Observado na ramificação mais baixa da planta. A escala de nota variando de 1 a 4 (1- Ereto; 2- dicotômico; 3- Tricotômico; 4- Tetracotômico) é atribuída de acordo com a frequência na parcela.
9. Nº de Raízes Tuberosas por Planta (NRT/P): Obtido através da contagem do número de raízes presente em cada planta avaliada.
10. Nº de Raízes Comerciais/Planta (NRC): Obtido através da contagem do número de raízes com comprimento superior a 20 cm presente em cada planta.
11. Extensão do Pedúnculo da Raiz (EPR): Observada a partir da presença ou ausência do pedúnculo na raiz. Atribui-se uma escala de nota, onde 0= Sésstil; 3= Pedunculada; 5= Mista.
12. Forma da Raiz (FR): Obtida a partir de observação visual, onde se atribui notas para as diferentes formas: 1- cônica; 2- Cônica-cilíndrica; 3- Cilíndrica; 4- Irregular.
13. Cor Externa da Raiz (CER): Obtida e classificada pela frequência de ocorrência das cores em 1- Branco ou creme; 2- Amarelo; 3- Marrom claro e 4- Marrom escuro.
14. Cor da Polpa da Raiz (CPR): Obtida e classificada pela frequência de ocorrência das cores em 1-Branca; 2- Creme; 3- Amarela; 4- Laranja e 5- Rosada.

15. Cor do Córtex Radicular (CCR): Obtida e classificada pela frequência de ocorrência das cores em 1-Branca; 2- Amarelo; 3- Rosado e 4- Roxo.
16. Facilidade de Descascamento do Córtex da Raiz (FDCR): Observada através da facilidade ou dificuldade de descascar a raiz. Atribui-se nota 1 quando fácil e 2 quando difícil.
17. Espessura do Córtex Radicular (ECR): Medição proximal (mais próxima ao tronco) e distal (mais distante do tronco). Espessura classificada em 1 (Fina), 2 (Intermediária) e 3 (Grossa).
18. Nº de Plantas Tuberosas por cova (NPT/C): Contagem das plantas.
19. Massa Fresca das Raízes Comerciais (RC): Pesagem das raízes.
20. Massa Fresca das Raízes não Comerciais (RNC): Pesagem das raízes.
21. Diâmetro do Córtex da Raiz(DCR): Determinado através de paquímetro digital. As raízes foram seccionadas transversalmente para realizar a mensuração do diâmetro de uma banda de cada raiz. Expresso em mm.
22. Comprimento do Córtex da Raiz (CCR): Obtido por mensuração com régua graduada. Dados expressos em cm.
23. Teor de HCN Polpa da Raiz (HCNR):
24. Teor de HCN Folha (HCNF):
25. Brix da Raiz (BR): O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado utilizando refratômetro digital (ATAGO PR-101 Palette). Foram feitas quatro leituras, calculando-se o valor médio do fruto, expresso em percentagem de °Brix (AOAC, 1997).
26. Acidez da Raiz (ACR): A acidez titulável foi determinada em amostra com 1,0 grama de polpa diluída em 50 mL de água destilada, titulada com solução padronizada de NaOH 0,1 M até a viragem para a cor rosa, tendo-se como indicador a fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em percentagem (%).

3.2.2 Análises estatísticas

Os descritores morfológicos quantitativos e qualitativos foram submetidos às análises individuais pelo método de agrupamento Hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Usingan Arithmetic Average*) com base na distância Euclidiana média e foi determinada a importância relativa das características qualitativas estudadas, conforme proposto por Singh (1981), utilizando o programa GENES (CRUZ, 2008). E a análise conjunta dos dados qualitativos e quantitativos para determinação da distância

genética foi realizada com base no algoritmo de GOWER (1971), fazendo uso do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos com o método Hierárquico de distância média entre grupos (UPGMA) dos 22 acessos de mandioca permitiram observar que existe variabilidade genética entre eles.

A formação de grupos nos dendogramas, onde foram alocados os pares de acessos mais similares, se deu por meio de um corte de aproximadamente 95%.

Considerando os descritores quantitativos (Tabela 2), os 22 genótipos foram divididos em quatro grupos, sendo o Grupo I composto por 18 genótipos, Grupos II e III por 1 genótipo cada e Grupo IV por 2 genótipos (Figura 1). Embora alguns acessos agrupados no Grupo I tenham a mesma origem, a maioria deles apresenta origem diferente (Tabela 1).

Tabela 2: Caracterização de 17 variáveis quantitativas em acessos de mandioca de coleção didática, UFERSA, Mossoró-RN.

ACESSOS	ORIGEM	DESCRITORES QUANTITATIVOS ¹																
		CP (cm)	CLF (cm)	LLF (cm)	NLF	MRC (kg)	MRNC (kg)	AP (cm)	ECR (mm)	DCR (mm)	CCR (cm)	NRC	NPT/C	NRT/P	HCNR	HCNF	BRIXR	ACR
A1	Aracati-CE	26,65	16,51	4,40	7	1079,67	293,33	2,03	1,41	38,75	30,38	4	2	6	66,67	366,67	11,23	0,21
A2	Vera Cruz-RN	29,25	16,21	5,27	8	1452,60	610,80	1,95	1,80	46,43	35,42	3	1	5	66,67	200,00	9,93	0,22
A3	Desconhecida	30,33	15,65	4,80	7	302,00	398,00	2,23	1,46	38,98	27,03	3	3	6	200,00	400,00	8,63	0,19
A4	Vera Cruz-RN	22,57	14,00	4,51	7	2645,33	596,00	2,15	1,91	51,65	26,32	6	2	6	5,00	13,33	10,25	0,16
A5	Vera Cruz-RN	30,29	18,33	5,21	7	1895,00	776,00	2,97	1,63	38,39	25,11	5	1	8	6,67	100,00	10,08	0,24
A6	Mossoró-RN	31,51	15,41	4,69	7	427,00	466,00	3,01	2,27	43,35	24,88	3	1	4	333,33	100,00	9,70	0,23
A7	Serra Talhada-PE	29,37	16,33	4,91	8	1906,80	389,40	3,06	1,58	47,56	22,92	3	1	5	666,67	166,67	11,43	0,20
A8	Cruz das Almas-BA	27,68	16,89	4,51	7	1881,17	747,50	3,12	1,91	54,71	25,75	3	3	9	166,67	50,00	9,88	0,28
A9	Cruz das Almas-BA	30,21	18,29	5,21	8	2170,40	482,50	3,35	2,00	57,09	25,08	3	2	9	150,00	50,00	10,18	0,27
A10	Cruz das Almas-BA	19,53	11,69	3,78	7	2123,50	580,50	2,35	1,82	70,05	26,24	3	1	7	30,00	13,33	10,13	0,23
A12	Cruz das Almas-BA	21,20	14,75	4,26	8			2,86	1,45	63,82	24,75	3	4	12	26,67	36,67	8,60	0,35
A13	Cruz das Almas-BA	24,37	19,15	1,40	7			2,42	1,82	56,91	26,00	1	3	7	26,67	466,67	9,48	0,24
A14	Cruz das Almas-BA	28,93	14,97	4,35	7	1520,00	468,50	2,89	2,47	42,73	31,31	3	2	7	20,00	66,67	9,58	0,27
A15	Limoeiro do Norte-CE	28,14	15,63	5,43	7	3157,67	670,00	2,54	1,50	44,97	30,58	3	2	8	23,33	433,33	9,98	0,26
A16	Mossoró-RN	32,72	16,63	4,20	7	2504,80	1098,00	3,44	1,87	52,11	25,33	4	3	8	23,33	166,67	11,30	0,28
A17	Serra Talhada-PE	0,00	16,24	5,17	8			2,81	1,54	36,33	22,63	2	3	8	16,67	60,00	8,85	0,19
A18	Mossoró-RN	24,21	16,88	4,33	7			2,40	2,24	51,29	39,25	6	3	13	33,33	60,00	8,75	0,25
A19	Maceió-AL	29,86	18,12	5,13	7			3,13	2,21	54,26	27,00	1	3	7	6,67	60,00	10,88	0,25
A20	Maceió-AL	24,82	15,49	4,33	7			2,72	2,47	60,11	21,78	2	2	6	13,33	66,67	9,30	0,24
A21	Pau Branco-RN	26,61	15,41	4,66	7			3,20	2,02	48,87	29,69	3	2	8	16,67	33,33	10,43	0,30
A22	Passagem-RN	23,57	15,59	4,31	7			2,88	2,09	44,87	27,32	3	3	6	50,00	133,33	9,98	0,27
A23	Desconhecida	30,45	15,99	5,63	8			3,16	1,67	35,31	29,83	3	2	4	20,00	100,00	10,13	0,33

¹ Comprimento do Pecíolo (CP); Comprimento do Lóbulo Foliar (CLF); Largura do Lóbulo Foliar (LLF); Número de Lóbulos Foliares (NLF); Massa Fresca de Raízes Comerciais (MRC); Massa Fresca das Raízes Não Comerciais (MRNC); Altura da Planta (AP); Espessura do Córtex Radicular (EC); Diâmetro do Córtex (DC); Comprimento do Córtex (CC); Número de Raízes Comerciais (NRC); Número de Plantas Tuberosas por cova (NPT/C); Número de Raízes Tuberosas por cova (NRT/C), Teor de HCN da Polpa (HCNP); Teor de HCN da Folha (HCNF); Brix e Acidez.

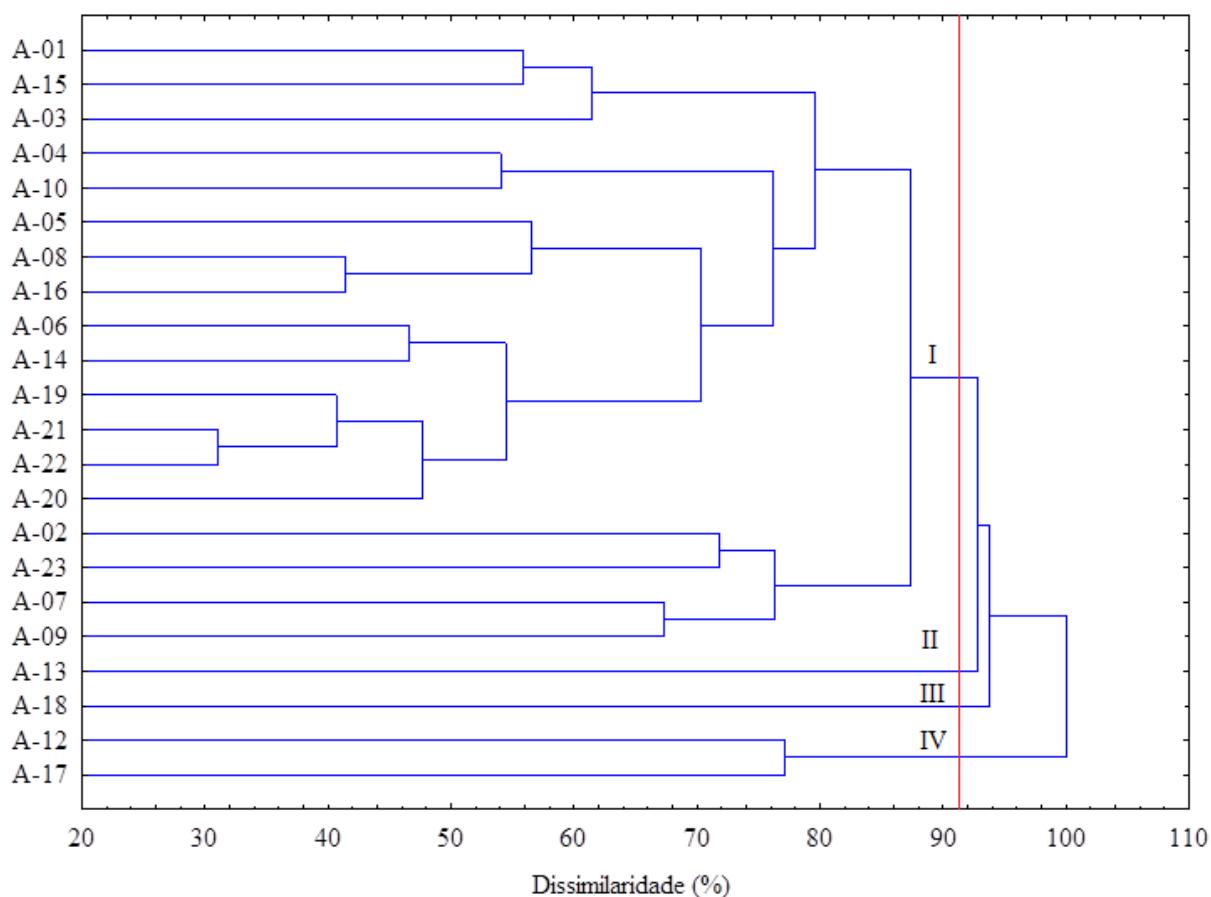


Figura 1: Dendrograma de dissimilaridade de acessos de mandioca, estabelecido pelo método UPGMA utilizando-se a distância Euclidiana, com base em caracteres quantitativos. Mossoró-RN, 2016.

Os resultados permitem observar que dentro de um mesmo grupo existe certa similaridade entre os genótipos de mandioca, pois quanto menor a distância entre os pontos, maior a semelhança entre as amostras, ou seja, os genótipos que estão mais próximos são mais semelhantes, como, por exemplo, os acessos A1 e A15, A4 e A10, A6 e A14, A21 e A22, A02 e A23, A07 e A09 (grupo I), e A12 e A17 (grupo IV). Dentre esses genótipos citados, os que mais se mostraram semelhantes foram o A21 (Sempre verde) e A22 (Jailma). Essa aproximação, provavelmente, aconteceu devido aos números de raízes comerciais terem sido iguais, mas também por serem do estado do Rio Grande do Norte (Tabela 1).

Entre os grupos, notou-se variabilidade para os caracteres estudados, indicando que estes genótipos podem ser utilizados como parentais em programas de melhoramento genético da cultura, como exemplo o acesso A13 (amarelo II) da

EMBRAPA-BA e A18 (Macaxeira Seu Antônio II) de Mossoró-RN, os quais formaram grupos exclusivos e permaneceram isolados dos demais acessos. Pode-se dizer que os caracteres que tenham influenciado para o isolamento do genótipo A13 foram Comprimento do Lóbulo Foliar e Largura do Lóbulo Foliar que se mostraram superior e inferior, respectivamente, a todos os outros genótipos, e para o acesso A18 o Comprimento do Córtex da Raiz e Nº de Raízes Tuberosas foram as características que possivelmente contribuíram para o seu isolamento, visto que apresentaram valores superiores a todos os outros (Tabela 2).

As menores e maiores divergências entre os indivíduos podem ser observadas utilizando o método da distância de média entre grupos (UPGMA) a fim de detectar grupos mais diferentes na coleção, assim como Zuin et al. (2009), avaliando a divergência genética entre 43 acessos de mandioca-de-mesa coletados na zona urbana do município de Cianorte-PR, utilizando 12 descritores morfo-agronômicos quantitativos, por análise multivariada com o mesmo método de agrupamento, obtiveram como resultado formação de grupos semelhantes.

Para os descritores qualitativos (Tabela 3), os 22 acessos formaram cinco grupos: Grupo I com 12 genótipos, Grupo II com dois genótipos, Grupo III com dois genótipos, Grupo IV com cinco genótipos e Grupo V com um genótipo(Figura 2).

Tabela 3: Caracterização de 20 variáveis qualitativas em acessos de mandioca de coleção didática, UFERSA, Mossoró-RN.

DESCRITORES QUALITATIVOS ²											
ACESSOS	ORIGEM	CFM	CFA	CORP	CER	FR	RF	A1R (cm)	HCC	CCC	CEC
A1	Aracati-CE	Verde escuro	Verde escuro	Amarelo avermelhado	Marrom claro	Cônica cilíndrica	Boa	1,33	Reto	Verde claro	Marrom Claro
A2	Vera Cruz-RN	Verde escuro	Verde escuro	Verde avermelhado	Marrom escuro	Cilíndrica	Regular	1,86	Reto	Verde claro	Marrom escuro
A3	Desconhecida	Verde escuro	Verde escuro	Verde avermelhado	Branco/creme	Cônica cilíndrica	Regular	1,13	Reto	Verde claro	Creme
A4	Vera Cruz-RN	Verde escuro	Verde escuro	Vermelho esverdeado	Marrom escuro	Cilíndrica	Pouca	0,79	Reto	Verde claro	Marrom Claro
A5	Vera Cruz-RN	Verde escuro	Verde escuro	Vermelho esverdeado	Marrom claro	Irregular	Regular	1,25	Reto	Verde claro	Creme
A6	Mossoró-RN	Verde escuro	Verde escuro	Roxo	Marrom escuro	Cilíndrica	Regular		Zig-zag	Verde claro	Marrom Claro
A7	Serra Talhada-PE	Verde claro	Roxo	Verde amarelado	Amarelo	Cônica cilíndrica	Regular	0,70	Reto	Verde escuro	Marrom escuro
A8	Cruz das Almas-BA	Verde claro	Verde roxo	Verde avermelhado	Marrom claro	Cilíndrica	Boa	2,01	Reto	Amarelo	Marrom escuro
A9	Cruz das Almas-BA	Verde claro	Verde roxo	Verde avermelhado	Marrom escuro	Cônica cilíndrica	Boa	1,98	Reto	Amarelo	Marrom escuro
A10	Cruz das Almas-BA	Verde Claro	Verde roxo	-	Marrom claro	Cônica	Boa	1,46	Reto	Amarelo	Marrom Claro
A12	Cruz das Almas-BA	Verde escuro	Verde escuro	Vermelho esverdeado	Marrom claro	Cônica	Pouca	2,09	Reto	Amarelo	Marrom Claro
A13	Cruz das Almas-BA	Verde escuro	Verde roxo	Verde	Marrom claro	Cônica	Pouca		Reto	Verde claro	Marrom escuro
A14	Cruz das Almas-BA	Verde escuro	Verde escuro	Vermelho	Marrom escuro	Cilíndrica	Regular	2,09	Zig-zag	Verde claro	Marrom escuro
A15	Limoeiro do Norte-CE	Verde escuro	Verde claro	Roxo	Amarelo	Cilíndrica	Boa	1,34	Reto	Amarelo	Marrom Claro
A16	Mossoró-RN	Verde escuro	Verde escuro	Vermelho	Marrom escuro	Irregular	Boa	1,54	Reto	Verde escuro	Marrom escuro
A17	Serra Talhada-PE	Verde escuro	Verde claro	Verde	Marrom claro	Cônica cilíndrica	Boa	1,25	Reto	Verde claro	Marrom escuro
A18	Mossoró-RN	Verde escuro	Verde escuro	Verde amarelado	Marrom claro	Irregular	Boa	1,26	Reto	Verde claro	Marrom escuro
A19	Maceió-AL	Verde escuro	Verde claro	Verde	Marrom claro	Irregular	Regular	1,44	Reto	Verde escuro	Marrom escuro
A20	Maceió-AL	Verde escuro	Verde claro	Roxo	Marrom claro	Cônica	Pouca	1,15	Reto	Verde claro	Creme
A21	Pau Branco-RN	Verde escuro	Verde claro	Verde	Marrom escuro	Cilíndrica	Boa	1,44	Reto	Verde claro	Marrom escuro
A22	Passagem-RN	Verde escuro	Verde claro	Vermelho	Marrom escuro	Irregular	Boa	1,39	Reto	Amarelo	Marrom escuro
A23	Desconhecida	Verde escuro	Verde escuro	Verde amarelado	Marrom escuro	Cônica cilíndrica	Boa	1,13	Reto	Verde escuro	Marrom Claro
ACESSOS	ORIGEM	CEXC	CFILO (cm)	CRT	HR	CCR	FDCR	CPR	EPR	PBA	FLC
A1	Aracati-CE	Prateado	Curto	Verde arroxeadado	Ereto	Amarelo	Fácil	Branca	Pedunculada	Presente	Lanceolada
A2	Vera Cruz-RN	Marrom claro	Curto	Verde	Dicotômico	Roxo	Fácil	Branca	Mista	Presente	Obovada lanceolada
A3	Desconhecida	Marrom claro	Curto	Verde arroxeadado	Dicotômico	Branco/creme	Fácil	Branca	Séssil	Presente	Lanceolada

A4	Vera Cruz-RN	Prateado	Curto	Verde	Tricotômico	Rosado	Fácil	Branca	Séssil	Ausente	Obovada lanceolada
A5	Vera Cruz-RN	Prateado	Curto	Verde arroxeadado	Dicotômico	Branco/creme	Fácil	Creme	Mista	Presente	Oblongo lanceolada
A6	Mossoró-RN	Prateado	Curto	Roxo	Ereto	Amarelo	Fácil	Branca	Mista	Presente	Obovada lanceolada
A7	Serra Talhada-PE	Marrom claro	Curto	Verde arroxeadado	Dicotômico	Branco/creme	Fácil	Branca	Séssil	Presente	Oblongo lanceolada
A8	Cruz das Almas-BA	Verde amarelado	Curto	Verde arroxeadado	Tricotômico	Roxo	Fácil	Creme	Mista	Presente	Lanceolada
A9	Cruz das Almas-BA	Marrom claro	Curto	Verde arroxeadado	Tricotômico	Rosado	Fácil	Creme	Séssil	Presente	Oblongo lanceolada
A10	Cruz das Almas-BA	Verde Amarelado	Curto	Verde	Dicotômico	Branco/creme	Fácil	Amarela	Mista	Presente	Oblongo lanceolada
A12	Cruz das Almas-BA	Prateado	Curto	Verde arroxeadado	Dicotômico	Amarelo	Fácil	Creme	Séssil	Presente	Obovada lanceolada
A13	Cruz das Almas-BA	Marrom claro	Curto	Verde	Ereto	Branco/creme	Fácil	Creme	Séssil	Presente	Reta/linear
A14	Cruz das Almas-BA	Marrom claro	Curto	Roxo	Ereto	Branco/creme	Fácil	Amarela	Séssil	Presente	Lanceolada
A15	Limoeiro do Norte-CE	Prateado	Curto	Roxo	Dicotômico	Branco/creme	Fácil	Branca	Séssil	Presente	Oblongo lanceolada
A16	Mossoró-RN	Prateado	Médio	Roxo	Dicotômico	Roxo	Fácil	Creme	Séssil	Ausente	Oblongo lanceolada
A17	Serra Talhada-PE	Marrom claro	Curto	Verde	Dicotômico	-	Fácil	Branca	Pedunculada	Presente	Lanceolada
A18	Mossoró-RN	Marrom claro	Médio	Verde	Ereto	-	Fácil	Branca	Séssil	Presente	Reta/linear
A19	Maceió-AL	Marrom claro	Médio	Verde	Tricotômico	Rosado	-	Branca	Séssil	Presente	Oblongo lanceolada
A20	Maceió-AL	Dourado	Médio	Verde	Dicotômico	-	Fácil	Branca	Séssil	Ausente	Lanceolada
A21	Pau Branco-RN	Marrom claro	Médio	Verde arroxeadado	Dicotômico	Roxo	Fácil	Branca	Séssil	Presente	Oblongo lanceolada
A22	Passagem-RN	Marrom claro	Médio	Verde	Dicotômico	Rosado	Difícil	Branca	Pedunculada	Presente	Lanceolada
A23	Desconhecida	Prateado	Médio	Verde arroxeadado	Dicotômico	Rosado	Fácil	Branca	Séssil	Presente	Obovada lanceolada

² Cor da Folha do Meio (CFM); Cor da Folha Apical (CFA); Cor do Pecíolo (CORP); Cor Externa da Raíz (CER); Forma da Raíz (FR); Retenção de Folhas (RF); Altura da Primeira Ramificação (AIR), Hábito de Crescimento do Caule (HCC); Cor do Córtex do Caule (CCC); Cor da Epiderme do Caule (CEC); Cor Externa do Caule (CEXC); Comprimento da Filotaxia (CFILO); Cor do Ramos Terminais (CRT); Hábito de Ramificação (HR); Cor do Córtex Radicular (CCR); Facilidade de Descascamento (FDC); Cor da Polpa da Raíz (CPR); Extensão do Pendúnculo (EPR); Pubescência do Broto Apical (PBA) e Forma do Lóbulo Central (FLC).

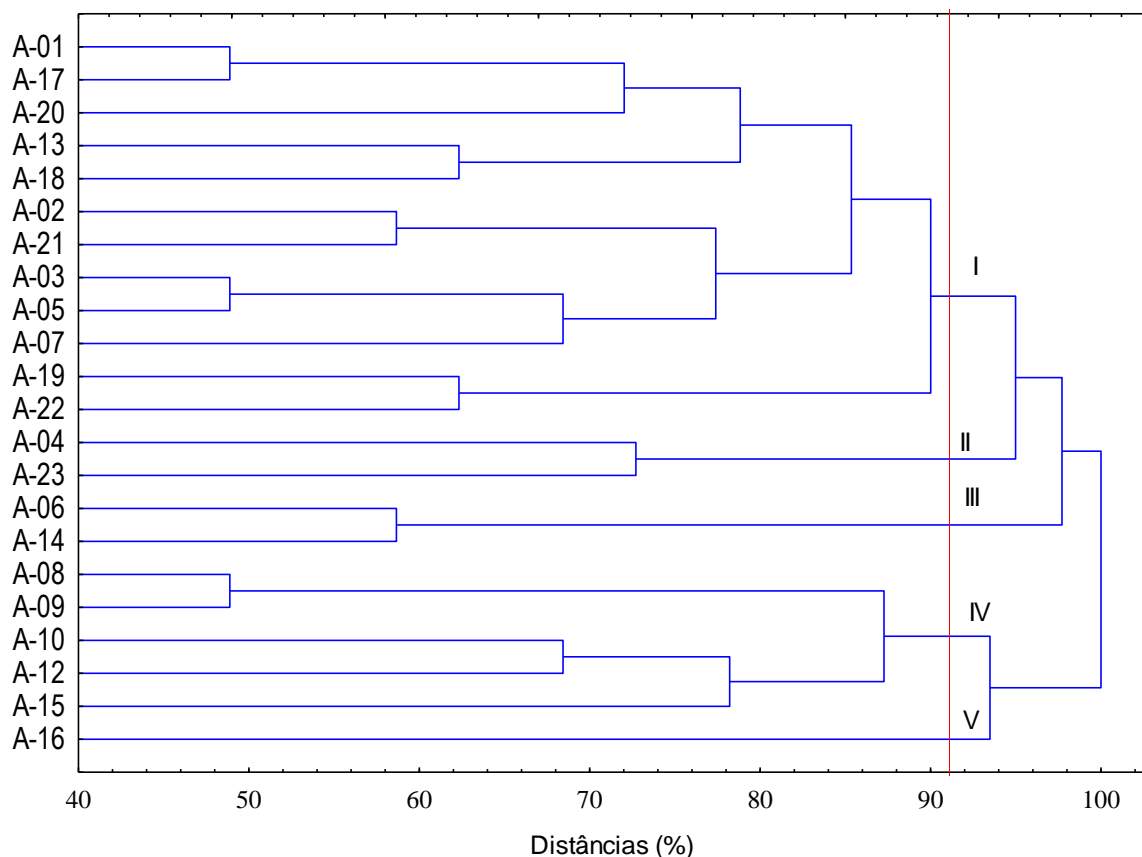


Figura 2: Dendrograma de dissimilaridade de acessos de mandioca, estabelecido pelo método UPGMA utilizando-se a distância Euclidiana, com base em caracteres qualitativos. Mossoró-RN, 2016.

Apesar de o número de grupos formados ter sido maior do que quando considerados os descritores quantitativos (Figura 1), pode-se observar que alguns acessos continuaram agrupados, como os acessos A01, A02, A03, A05, A07, A19, A20, A21 e A22, que permaneceram no grupo I.

Os acessos que se mostraram menos divergentes foram A1 (Aracati-CE) e A17 (Serra Talhada-PE), A3 (origem desconhecida) e A5 (Vera Cruz-RN), A8 (Cruz das Almas-BA) e A9 (Cruz das Almas-BA). Para os indivíduos A1, A17, A3 e A5, a origem não foi um fator contribuinte para a similaridade entre eles (Tabela 1).

Entre os grupos, notou-se variabilidade para as características estudadas e o genótipo que evidenciou maior dissimilaridade entre todos os demais indivíduos foi A16 (Macaxeira Seu Antônio I) do município de Mossoró-RN, o qual formou um grupo exclusivo. Esse isolamento pode ser associado às características Cor do Pecíolo (Vermelho); Cor do Córtex do Caule (Verde escuro); Comprimento da Filotaxia (Médio) e Pubescência do Broto Apical (Ausência) (Tabela 3).

Vendramini et al. (2011) também evidenciaram a existência de variabilidade genética entre 38 acessos de *Manihot ssp.* com a distribuição dos genótipos em três grupos. Eles utilizaram 40 descritores morfológicos e aplicaram o método UPGMA para observar a distância entre os acessos estudados.

A análise conjunta das variáveis qualitativas e quantitativas através da metodologia proposta por Gower (1971) possibilitou a formação de cinco grupos (Figura 3), sendo o Grupo I formado por 8 genótipos, Grupo II por 7 genótipos, Grupo III por 2 genótipos, Grupo IV por 4 genótipos e Grupo V por apenas 1 genótipo.

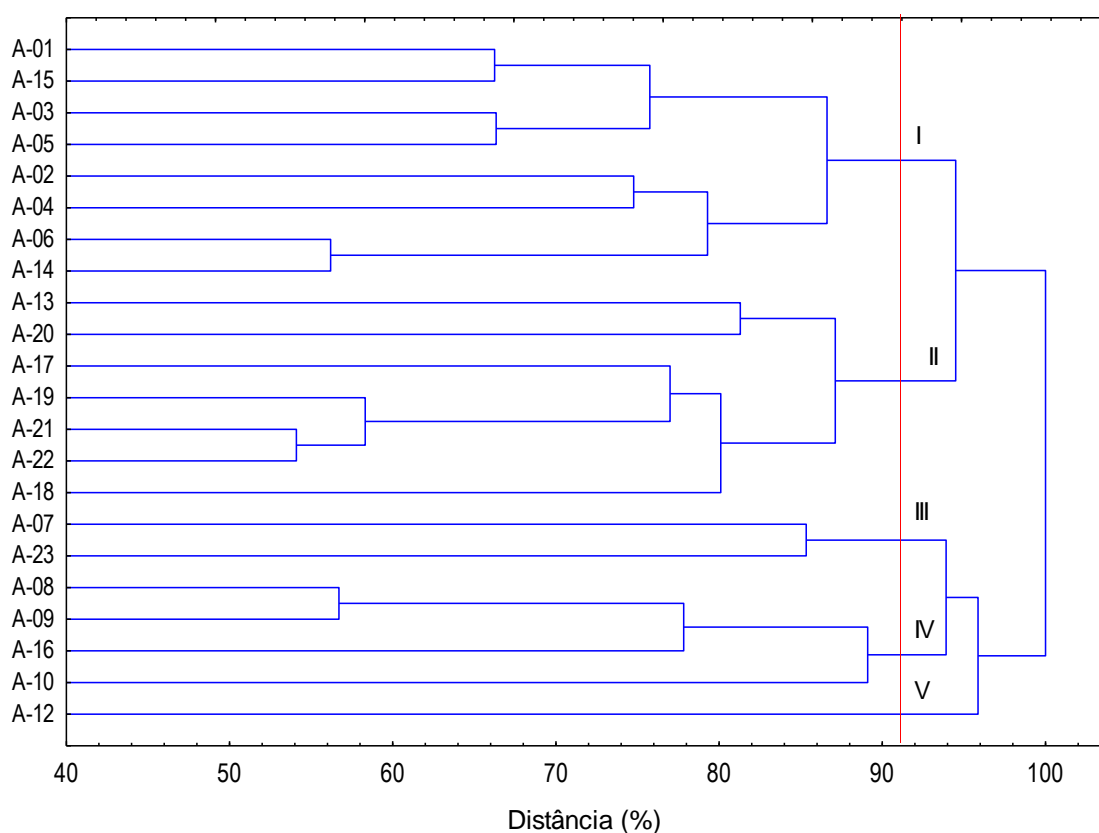


Figura 3: Agrupamento dos acessos de mandioca pelo método de UPGMA, com base na diversidade genética expressa pelo Algoritmo de Gower. Mossoró-RN, 2016.

Embora o número de grupos formados tenha sido semelhante ao observado quando da avaliação individual dos dados quantitativos e qualitativos, pode-se observar que ocorreu mudança de ordem dos acessos dentro dos grupos. Assim, notou-se certa similaridade entre os genótipos de mandioca quando a distância entre os pontos entre os indivíduos foi menor, como, por exemplo, os acessos A21 (Pau Branco-RN) e A22 (Passagem-RN), que também se mostraram próximos na análise dos dados

quantitativos, e uma das características que podem ter contribuído para essa menor divergência foi o N° igual de Raízes Comerciais (Tabela 3).

Entre os grupos, o acesso A12 (EMBRAPA- Cruz das Almas – BA) foi considerado o genótipo mais divergente dos demais, formando grupo isolado. O N° de Raízes Tuberosas desse acesso foi superior a todos os outros, o que provavelmente justifica seu isolamento.

Assim como foi observado no presente trabalho, a literatura relata a variabilidade encontrada no germoplasma de mandioca em amostras de coleções diferentes. Teixeira et al. (2014) avaliaram quatro variedades de mandioca de mesa da Coleção de Germoplasma de Trabalho da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, utilizando 20 descritores morfológicos, encontrando variabilidade genética entre os acessos para 17 dos caracteres estudados. Vendramini et al. (2011) evidenciaram a existência de variabilidade genética entre os 38 acessos de *Manihot* ssp., com a distribuição dos acessos em três grupos. Eles utilizaram 40 descritores morfológicos e aplicaram o método UPGMA para observar a distâncias entre os acessos estudados.

Diante dos descritores quantitativos avaliados (Tabela 2), a Massa Fresca das Raízes Comerciais (MFRC) foi a variável que mais contribuiu para a dissimilaridade entre acessos de mandioca, com aproximadamente 88.46% (Tabela 4).

Tabela 4: Contribuição de cada descritor quantitativo para divergência genética pelo critério de Sing entre acessos de mandioca de coleção didática, UFERSA, Mossoró-RN.

Variáveis	Contribuição para divergência genética	
	Sj	(%)
M. Fresca das Raízes Comerciais (RC)	5.48E+08	88.4586
M. Fresca das R. Não Comerciais (RNC)	51413595	8.3008
Teor de HCN Polpa (HCNP)	10720309	1.7308
Teor de HCN Folha (HCNF)	9277851	1.4979
Diâmetro do Córtex (DC)	39062.96	0.0063
Comprimento do Pecíolo (CP)	21331.63	0.0034
Comprim. do Córtex (CC)	7924.737	0.0013
N° de Raízes Tuberosas / Planta (NRT/P)	2285	0.0004
Comprimento do Lóbulo Foliar (CLF)	1185.697	0.0002
N° de Plantas Tuberosas por Cova (NPT/C)	349	0.0001
N° de Raízes Comerc./ Planta (NRC)	732	0.0001
Largura do Lóbulo Foliar (LLF)	334.6241	0.0001
Número de Lóbulos Foliares (NLF)	96	.
Acidez Titulável (Att)	0.9532	.

Espessura do Cortex Radicular (EC)	48.774	.
Sólidos Solúveis (SS)	308.752	.
Altura da Planta (AP)	87.4761	.

Zuin et al. (2009), avaliando a divergência genética entre 43 acessos de mandioca-de-mesa coletados na zona urbana do município de Cianorte-PR, utilizaram 12 descritores morfo-agronômicos quantitativos, verificando que o comprimento médio de raízes tuberosas, o comprimento médio de pecíolos e o número médio de raízes tuberosas por planta foram as características que mais influenciaram para a divergência entre os acessos estudados, com 32,04%, 18,04% e 16,05%, respectivamente. Já Nick et al. (2010), avaliando 100 genótipos por meio de sete descritores quantitativos da parte aérea, verificaram que as duas características que mais contribuíram para a diversidade entre os acessos foram o rendimento de biomassa da parte aérea e o número médio de raízes tuberosas por planta, com 39,640% e 12,931%, respectivamente.

5 CONCLUSÕES

Existe divergência genética entre os acessos da coleção didática de germoplasma de mandioca da UFERSA, e a variável que mais contribuiu para a dissimilaridade entre acessos de mandioca foi a Massa Fresca das Raízes Comerciais (MFRC).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. C. G.; ALMEIDA, F. A. G.; CARVALHO, P. R. Descritores práticos para a caracterização botânica de algumas cultivares de mandioca no estado do Ceará. **Ciências Agrômicas**, Fortaleza, n. 24,p.18-21,1993.
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. S. et al. (org.). **Aspectos econômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 138-169.
- ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L.; GOMES, R. L. F.; MORAES, J. C. B.; SAGRILO; ARAÚJO, A. R. Caracterização morfo-agronômica de acessos de mandioca nas condições edafoclimáticas de Teresina, In: Resumos. **XI Congresso brasileiro de mandioca**, Campo Grande. 2005.
- BAZZO, R. IAC colhe bons resultados no melhoramento de mandioca. **Cidade: Editora**, 2007.
- CAMARGO, C.E.D. **Mandioca – “o pão caboclo”**: de alimento a combustível. São Paulo: Editora Icone, 1985.
- CAMPOS, A. L.; ZACARIAS, A. J.; COSTAS,D. L.; EVES, L. G.; BARELLI, M. A. A., SOBRINHO, S. P.; LUS, P. B. Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UNEMAT Cáceres – **Mato Grosso Revista Tropical** – Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, n. 2, p. 44, 2010.
- CARMO F. F.; OLIVEIRA O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino características e aspectos florísticos. Mossoró: ESAM, 1989. p. 62. (Coleção Mossoroense, B, n.672).
- CARR, Laura Gonçalves, Desenvolvimento de embalagem biodegradável a partir de fécula de mandioca / L. G. Carr. - ed. rev. -- São Paulo, 2007. p. 93.
- CRUZ C. D; CARNEIRO P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003.
- CRUZ, C. D. **Programa genes (versão Windows)**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2008.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012.
- EMBRAPA, MANDIOCA E FRUTICULTURA. Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 2012. Disponível em:<http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadasmandioca.phpmenu=2>. Acesso em: 1º ago. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos.**Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.
- FAO, website Cassava.Disponível em:<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/index_en.html>. Acesso em: 10 jan 2017

FARIA P. N.; CECON P. R.; SILVA A. R.; FINGER F. L.; SILVA F. F.; CRUZ C. D.; SÁVIO F. L. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. **Horticultura Brasileira**, Viçosa-MG, v. 30, p. 428-432, 2012.

FERREIRA FILHO, J. R. **Cultivo, processamento e uso da mandioca: INSTRUÇÕES PRÁTICAS**. Brasília: Embrapa, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION Food and agricultural commodities production.2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 1º ago 2016.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: EMBRAPA – CNPMF, 1998.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O. E. Melhoramento de mandioca Brasil. In: Cereda, M. P. (org.). **Agricultura: Tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. p. 242-257.

GOMES, C. N.; ASSIS, H. B.; CARVALHO, M.; CARVALHO, S. P. Divergência genética entre clones de mandioca estimada por meio de caracteres agronômicos. In: Resumos.XII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2007, Paravaí - PR. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** (CERAT - UNESP). 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2016 Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201601.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2016.

IBPGR, **Elsevier's dictionary of plant genetic resources**. Rome: International Board of Plant Genetic Resources, 1991.

LEDO, A. S. et al. Avaliação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Andará-SE, v. 30, n. 03, p. 691-695, 2008.

LÉOTARD, G. et al. Phylogeography and the origin of cassava: new insights from the northern rim of the Amazonian basin. **Molecular Phylogenetic and Evolution**, Orlando, v. 53, n. 1, p. 329-334, 2009.

MOITA NETO J. M.; MOITA G. C. **Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados**. Departamento de Química - Universidade Federal do Piauí - 64.049-550 - Teresina - PI QUÍMICA NOVA, 1998.

MOORE, G. R. P. **Amido de milho de mandioca na produção de Maltodextrinas**. 85f. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

NICK, C.; CARVALHO, S. P.; JESUS, A. M. S.; CUSTÓDIO, T. N.; MARIM, B. G.; ASSIS, L. H. B. **Divergência genética entre subamostras de mandioca**, Bragantia, Campinas, v.69, n.2, p.289-298, 2010.

OLSEN, K. M. SNPs, SSRs and inference on cassava's origin. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, 56, n. 4, p. 517-526, 2004.

PARENTE, V. M.; OLIVEIRA, A. R. J.; COSTA, A. M. Potencialidades regionais. Estudo de viabilidade econômica. Amido de mandioca. **Sumário executivo**. SUFRAMA. 2003.

PASCOAL FILHO, W.; SILVEIRA, G. S. R. **Cultura Da Mandioca (Manihot esculenta subspeciesculenta)**. Minas Gerais: Emater - MG, 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SILVA, P. R. A.; CARMO, M. G. F.; ABOUD, A. C. S. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 423-431, 2010.

SILVA, M. J.; ROEL, A. R.; MENEZES, G. P. **Apontamento dos cursos de cultivo da mandioca e derivados e engorda de frango caipira**. Campo Grande-MS, 2001.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxonomy**, Berlin, v. 11, n. 1, p. 30-40, 1962.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. Cultivo da mandioca para a região do cerrado: irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/index.htm>. Acesso em: 24 nov. 2016.

STRECK E. A.; AGUIAR G. A.; JUNIOR A. M. M.; FACCHINELLO P. H. K. E.; OLIVEIRA A. C. Variabilidade fenotípica de genótipos de arroz irrigado via análise multivariada **Revista Ciência Agronômica**, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, v. 48, n. 1, p. 101-109, jan.-mar. 2017.

TEIXEIRA, P. R. G.; VIANA, A. E. S.; CARDOSO A. D.; LOPES S. C.; GUIMARÃES, D. G. G.; ANDRADE A. C. B. Características morfológicas de quatro variedades de mandioca de mesa cultivadas em Vitória da Conquista - BA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2014.

THARANATHAN, R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. **Food Science and Technology**, v. 14, p. 71-78, 2003.

VALLE, T. L. et al. Cyanogenic content of manioc progenies (*Manihot esculenta* ssp *esculenta*) originated from the crossing of mansas and bravas varieties. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 2, p. 221-226, 2004.

VENDRAMINI, J. M.; NEVES, L. G.; BARELLI M. A. A.; ELIAS, J. C. F.; LUZ, P. B. Otimização do Uso dos Descritores Morfo-Agronômicos de Mandioca em Análise Multivariada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 906-913, 2011.

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.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K.; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V.; CARVALHO, L. J. C. B. Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 567-582, 2013.

ZUIN, G. C.; FILHO, P. S. V.; KVITSCHALL, M. V.; VIDIGAL, M. C. G.; COIMBRA, G. K. Divergência Genética Entre Acessos de Mandioca-de-mesa Coletados no Município de Cianorte, região Noroeste do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 21-30. 2009.