



**Divergência genética entre etnovariedades de mandioca com base em  
caracteres agrônômicos quantitativos**

**Genetic divergence among cassava landraces based on quantitative  
agronomic characters**

DOI: 10.55905/revconv.16n.6-032

Recebimento dos originais: 10/05/2023

Aceitação para publicação: 13/06/2023

**Eliane Cristina Moreno de Pedri**

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede Bionorte  
Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)  
Endereço: Alta Floresta – MT, Brasil  
E-mail: elicmbio@gmail.com

**Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide**

Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de  
Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP)  
Instituição: Embrapa Agrossilvipastoril  
Endereço: Sinop – MT, Brasil  
E-mail: eulalia.hoogerheide@embrapa.br

**Auana Vicente Tiago**

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede Bionorte  
Instituição: Embrapa Agrossilvipastoril  
Endereço: Sinop – MT, Brasil  
E-mail: auanavt@gmail.com

**Elisa dos Santos Cardoso**

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede Bionorte  
Instituição: Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC - MT)  
Endereço: Alta Floresta - MT, Brasil  
E-mail: elisabyo@gmail.com

**Kelli Évelin Müller Zortéa**

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede Bionorte  
Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)  
Endereço: Alta Floresta - MT, Brasil  
E-mail: kelli.zortea@unemat.br

**Larissa Lemes dos Santos**

Graduada em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas  
Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)  
Endereço: Alta Floresta - MT, Brasil  
E-mail: larissa.lemes@unemat.br



**Mariéllen Schmith Wolf**

Graduanda em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas  
Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)  
Endereço: Alta Floresta - MT, Brasil  
E-mail: mariellen.wolf@unemat.br

**Ana Aparecida Bandini Rossi**

Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa  
Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)  
Endereço: Alta Floresta - MT, Brasil  
E-mail: anabanrossi@unemat.br

## RESUMO

A caracterização de plantas cultivadas é importante para se conhecer a divergência genética do conjunto de germoplasma disponível para fins de conservação e utilização em programa de melhoramento genético. Diante disso, objetivou-se neste estudo avaliar a divergência genética, por meio de caracteres agronômicos quantitativos, entre 68 etnovariedades de mandioca cultivadas no norte do estado de Mato Grosso. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições. Os caracteres analisados foram: Massa fresca da parte aérea (MFPA); Número de raízes por planta (NRP); Produtividade de raízes (PR); Massa fresca da raiz comercial (MFRC); Comprimento da raiz (CR) e Diâmetro da raiz (DR). A distância generalizada de Mahalanobis fundamentou as técnicas de agrupamentos UPGMA e Tocher. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa GENES. Com base no método de agrupamento UPGMA foi possível a formação de cinco grupos, sendo que o grupo I reuniu o maior número de etnovariedades. Já pelo método de otimização de Tocher foi possível observar a formação de dez grupos distintos entre o material avaliado. As características MFPA e MFRC foram as que apresentaram maior e menor contribuição relativa para diversidade, respectivamente. As etnovariedades MTA05 (*Cacau*) e GUA03 (*Casca branca*) ficaram isoladas em ambos os métodos de agrupamento apresentando-se como as mais divergentes entre o acervo avaliado. Portanto, há divergência genética entre as etnovariedades de mandioca cultivadas por agricultores familiares no norte do estado de Mato Grosso, indicando que este acervo, mantido em suas roças, pode ser potencialmente útil para integrar fases seguintes em futuros programas de melhoramento com a espécie.

**Palavras-chave:** distância de mahalanobis, *Manihot esculenta*, técnicas de agrupamento, otimização de tocher, UPGMA.

## ABSTRACT

Genetic divergence among cassava landraces based on quantitative agronomic characters. The characterization of cultivated plants is important to know the genetic divergence of the set of germplasm available for conservation and use in a breeding program. Therefore, the objective of this study was to evaluate the genetic divergence, through quantitative agronomic characters, among 68 landraces of cassava cultivated in the north of the state of Mato Grosso, Brazil. We carried out a randomized block design with three replications. The characters analyzed were: Fresh shoot mass (MFPA); Number of roots per plant (NRP); Root productivity (PR); Commercial fresh root mass (MFRC); Root Length (CR) and Root Diameter (DR). We used the generalized Mahalanobis distance to perform the UPGMA and Tocher clustering techniques. We



performed the statistical analyzes using the GENES program. It was possible to form five groups, based on the UPGMA grouping method, group I gathered the largest number of landraces. By the Tocher optimization method, we observed the formation of ten distinct groups among the evaluated material. The MFPA and MFRC traits showed the highest and lowest relative contribution to diversity, respectively. The landraces MTA05 (“Cacau”) and GUA03 (“Casca branca”) were isolated in both grouping methods, presenting themselves as the most divergent among the evaluated collection. Therefore, there is genetic divergence among the cassava landraces cultivated by family farmers in the north of Mato Grosso state, Brazil. Thus, this collection, kept in their gardens, can be potentially useful to integrate subsequent phases in future breeding programs with the species.

**Keywords:** mahalanobis distance, *Manihot esculenta*, clustering techniques, tocher optimization, UPGMA.

## 1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em todas as regiões brasileiras pela facilidade de cultivo, adaptação edafoclimáticas, valor nutritivo de suas raízes e alta produtividade (TUMUHIMBISE et al., 2014), ocupando assim papel de destaque na alimentação humana e animal, além de ser matéria-prima para agroindústrias de processamento (ORLANDINI; LIMA, 2014). No estado de Mato Grosso a mandioca é, principalmente, cultivada por agricultores familiares que mantém e conservam em suas roças distintas etnovariedades. Estes, por sua vez, vêm atuando como mantenedores desses recursos genéticos disponíveis, pois além de cultivar e conservar em suas roças diferentes etnovariedades, realizam a troca de manivas, o que, segundo Figueredo et al. (2019), é um dos principais fatores que ampliam a variabilidade dos acervos.

Os trabalhos de melhoramento genético com mandioca de mesa têm como objetivo o desenvolvimento e obtenção de variedades com alta produtividade, resistentes a bacteriose, com baixo teor de ácido cianídrico (HCN), boas características culinárias, dentre outras (IAC, 2021). O sucesso de um programa de melhoramento vegetal reside na existência de variabilidade na população de trabalho (TANWAR; BIEN, 2018; CRUZ et al., 2011). Sendo assim, é importante conhecer e caracterizar os recursos genéticos disponíveis, já que a falta ou a inadequação de informações dificulta a utilização satisfatória do material (NEITZKE et al., 2010). O estudo da divergência genética é uma importante ferramenta utilizada para se conhecer a variabilidade genética existente dentro de espécies vegetais, sendo, normalmente, calculada a partir de um conjunto de caracteres e pode ser analisada, eficientemente, por meio de técnicas multivariadas.



A utilização de técnicas multivariadas para estimar a divergência genética tem se tornado comum e é empregada em diversos trabalhos e em diferentes culturas, tais como mandioca (GILES et al., 2018), milho (CORDEIRO et al., 2021), feijão (ELIAS et al., 2007) e café (GUEDES et al., 2013). Entre as técnicas multivariadas que podem ser utilizadas, destaca-se os métodos aglomerativos que utilizam a distância euclidiana ou a distância generalizada de Mahalanobis como medidas de dissimilaridade. Entre os métodos, temos o hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*) e o de otimização de Tocher (CRUZ; REGAZZI, 1994) que separam de forma eficazes os indivíduos avaliados em grupos e permitem a verificação da máxima e mínima dissimilaridade (SOUSA et al., 2012; SILVA et al., 2017).

Diante do contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a divergência genética existente entre 68 etnovariedades de mandioca cultivadas no norte do estado de Mato Grosso com base em caracteres agrônômicos quantitativos associados ao desempenho produtivo da espécie.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As 68 etnovariedades de mandioca avaliadas (Tabela 1) são oriundas dos dez municípios [Nova Mutum (NMU), Lucas do Rio Verde (LCA), Sorriso (SOR), Sinop (SNP), Itaúba (ITA), Nova Santa Helena (SHE), Terra Nova do Norte (TNO), Peixoto de Azevedo (PXT), Matupá (MTA) e Guarantã do Norte (GUA)] localizados ao longo da BR 163, Norte do estado de Mato Grosso, Brasil (Tabela 1).

Tabela 1. Etnoviedades de mandioca avaliadas no município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil na safra 2019-2020.

Sigla	Etnovriedade	Sigla	Etnovriedade
NMU01	<i>Camanducaia</i>	SNP06	<i>Branca</i>
NMU02	<i>Paraná</i>	SNP07	<i>Amarelinha</i>
NMU03	<i>Cascatinha</i>	ITA01	<i>Casca roxa</i>
NMU04	<i>Liberata</i>	ITA02	<i>Mandioca Pão</i>
NMU06	<i>Cacau roxa</i>	ITA03	<i>Mandioca de 6 meses</i>
NMU07	<i>Mandioca sopa</i>	ITA04	<i>Amarela</i>
NMU08	<i>Amarelinha</i>	ITA05	<i>Branca 01</i>
NMU09	<i>Branca</i>	ITA06	<i>Branca 02</i>
NMU10	<i>Talo avermelhado</i>	SHE01	<i>Amarelinha</i>
LCA01	<i>Amarela 01</i>	SHE02	<i>Mandioca Roxa</i>
LCA02	<i>Amarela 02</i>	SHE03	<i>Branca 4 meses</i>
LCA03	<i>Amarela 03</i>	SHE04	<i>Cacau Branca</i>
LCA04	<i>Amarela 04</i>	SHE05	<i>Branca 01</i>
LCA05	<i>Branca 01</i>	TNO01	<i>Branca 01</i>
LCA06	<i>Branca 02</i>	TNO02	<i>Vassourinha</i>



---

LCA07	<i>Folha roxa</i>	TNO03	<i>Cacauzinha</i>
LCA08	<i>Fritar sem cozinhar</i>	PXT01	<i>Cacau</i>
LCA09	<i>Talo roxo</i>	PXT02	<i>Vassourinha</i>
LCA10	<i>Mandioca de 10 meses</i>	PXT03	<i>Branca 01</i>
SOR01	<i>Mandioca Pão</i>	PXT04	<i>Branca 02</i>
SOR02	<i>Fritar sem cozinhar</i>	PXT05	<i>Branquinha</i>
SOR03	<i>Capelari</i>	PXT06	<i>Mandioca Preta</i>
SOR04	<i>Amarela 01</i>	PXT07	<i>Amarelinha</i>
SOR05	<i>Amarela 02</i>	MTA01	<i>Vassourinha</i>
SOR06	<i>Branca</i>	MTA03	<i>Amarelinha</i>
SOR07	<i>Liberata</i>	MTA04	<i>Casa roxa 01</i>
SOR08	<i>Amarela alta</i>	MTA05	<i>Cacau</i>
SOR09	<i>Cacau</i>	MTA06	<i>Branquinha</i>
SOR10	<i>Amarelinha</i>	MTA07	<i>Casa roxa 02</i>
SNP01	<i>Talo roxo</i>	GUA01	<i>Castelinha</i>
SNP02	<i>Talo preto</i>	GUA02	<i>Cacau roxa</i>
SNP03	<i>Mandioca pão</i>	GUA03	<i>Casca branca</i>
SNP04	<i>Galhuda branca</i>	GUA04	<i>Casca roxa</i>
SNP05	<i>Talo vermelho (cacau)</i>	GUA05	<i>Amarelinha baixa</i>

---

Inicialmente (ano agrícola 2018/2019) as manivas coletadas foram plantadas para a multiplicação e obtenção de material propagativo para a instalação do experimento. Assim, no ano agrícola 2019/2020, o experimento foi implantado do município de Alta Floresta, Mato Grosso (9°57'04''S e 56°05'55''W, 304 m de altitude), na Chácara Nossa Senhora Aparecida. O clima da região é classificado como Am, com estação chuvosa e seca, temperatura média entre 23 e 29 °C e precipitação anual variando entre 2500 e 3100 mm (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

O delineamento foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições. A área foi preparada por meio de aração, gradagem niveladora, alinhamento e abertura manual das covas. No plantio foi utilizado 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. No decorrer do experimento, os tratamentos culturais foram feitos de acordo com a necessidade, mantendo a cultura sempre limpa. Não houve a necessidade do uso de produtos fitossanitários para o controle de pragas e doenças.

A colheita e avaliação agrônômica das etnovarietades (Figura 1 A, B e C) foi realizada em novembro de 2020, doze meses após o plantio, utilizando seis descritores agrônômicos quantitativos propostos por Fukuda e Guevara (1998), sendo eles: Massa fresca da parte aérea (MFPA; t ha<sup>-1</sup>) (Figura 1D), Número de raízes por planta (NRP; contagem) (Figura 1E),



Produtividade de raízes (PR; t ha<sup>-1</sup>) (Figura 1F), Massa fresca da raiz comercial (MFRC; t ha<sup>-1</sup>), Diâmetro da raiz (DR; cm) (Figura 1G) e Comprimento da raiz (CR; cm) (Figura 1H).

Figura 1. Caracterização das etnovarietades de mandioca no campo. A, B e C) Colheita e avaliação agrônômica; D) Pesagem da parte aérea com auxílio de balança industrial; E) Contagem das raízes tuberosas; F) Pesagem das raízes com auxílio de balança industrial; G e H) Medição do diâmetro e comprimento das raízes com auxílio de fita métrica, respectivamente.



## 2.1 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados quantitativos foram submetidos aos testes de Lilliefors, para verificação da normalidade, e de Bartlett, para homogeneidade das variâncias. Para atender os pressupostos exigidos para realização da Análise de Variância (ANOVA), utilizando o teste F, os dados



referentes a Massa fresca da parte aérea (MFPA) e Número de raízes por planta (NRP) foram transformados em raiz (x).

A divergência genética entre as etnovariedades, foi estimada por meio da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) (MAHALANOBIS, 1936), conforme metodologia proposta por Cruz e Carneiro (2003). As distâncias genéticas de Mahalanobis foram estimadas com base nos caracteres agronômicos quantitativos.

A partir da matriz de dissimilaridade foi aplicado o método de agrupamento hierárquico UPGMA e o método de otimização de Tocher (RAO, 1952) para obter grupos e representar a diversidade genética existente entre as etnovariedades. O dendrograma foi submetido ao ponto de corte proposto por Mojena (1977). O ajuste entre a matriz de dissimilaridade e o dendrograma foi estimado pelo coeficiente de correlação cofenética (SOKAL; ROHLF, 1962).

A contribuição relativa de cada carácter para a divergência genética entre as etnovariedades foi avaliada usando o método proposto por Singh (1981).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa Genes v. 1990.2019.89 (CRUZ, 2016).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, por meio da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), há divergência genética entre as 68 etnovariedades de mandioca cultivadas nas condições edafoclimáticas do município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

O dendrograma obtido pelo método hierárquico UPGMA (Figura 2) com ponto de corte proposto por Mojena (1977), propiciou a formação de cinco grupos, com subdivisões para os grupos I, II e III, sendo que o grupo I (G1) incorporou 31 etnovariedades (45,59%), sendo o mais numeroso entre os cinco grupos formados.

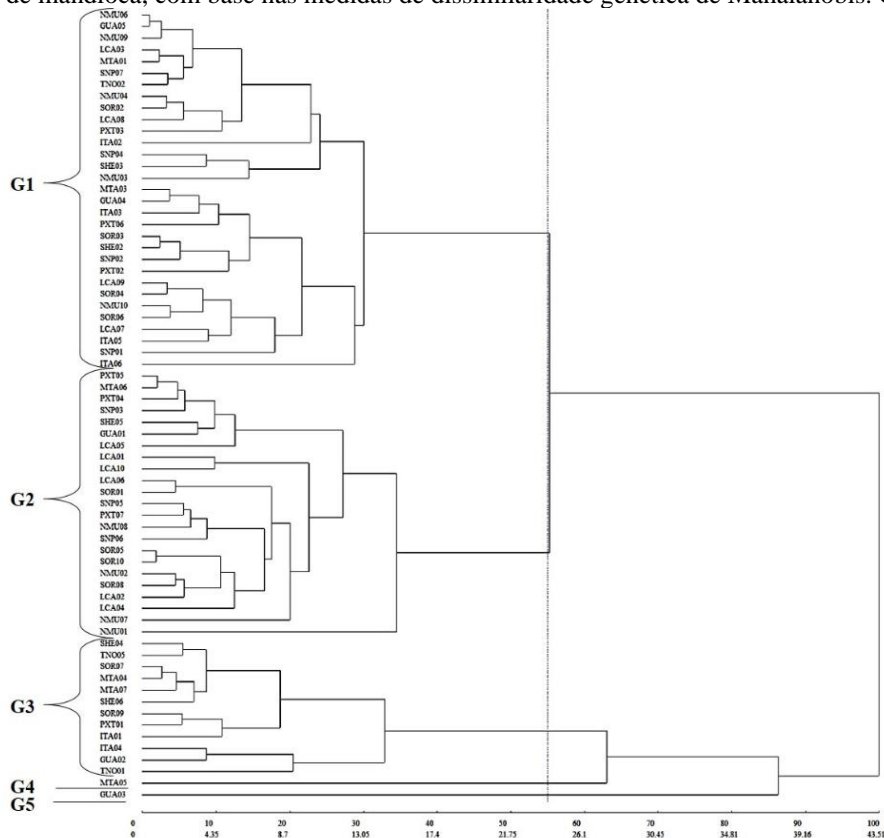
No grupo I (G1) foi possível observar as etnovariedades com maior similaridade genética que foram a *Cacau roxa* (NMU06) e *Amarelinha baixa* (GUA05), oriundas dos municípios de Nova Mutum e Guarantã do Norte, respectivamente. Os grupos II e III agregaram 51,5% das etnovariedades avaliadas.

Já o grupo IV e V foi composto por apenas uma etnovariedade cada, MTA05 e GUA03, respectivamente, sendo consideradas, portanto, as mais dissimilares dentre o material avaliado. A característica que contribuiu para o isolamento dessas etnovariedades no dendrograma foram



produtividade de raízes (PR) e comprimento da raiz (CR), sendo que a etnovarietade *Casca branca* (GUA03), oriunda do município de Guarantã do Norte, se isolou da MT05 por apresentar a maior média de produtividade de raízes (33,78 t ha<sup>-1</sup>), além disso apresentou raízes com maiores comprimentos (37,52 cm). Já a etnovarietade *Cacau* (MTA05), oriunda do município de Matupá, apresentou a menor produtividade de raízes (10,27 t ha<sup>-1</sup>), dentre o acervo avaliado, bem como raízes com menores comprimentos (20,26 cm).

Figura 2. Dendrograma obtido a partir de seis caracteres agrônômicos quantitativos, avaliados em 68 etnovarietades de mandioca, com base nas medidas de dissimilaridade genética de Mahalanobis. CCC = 0,6235.



Na análise do agrupamento das etnovarietades pelo método de otimização de Tocher, fundamentado na matriz de dissimilaridade utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (D<sup>2</sup>) obteve-se a formação de dez grupos (Tabela 3). Os grupos I e II foram os que reuniram o maior número de representantes, uma vez que juntos incorporaram 83,82% do material avaliado.





Tabela 2. Agrupamento pelo método de Tocher, baseado na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), de 68 etnovariedades de mandioca, considerando seis caracteres agrônômicos. Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Grupos	Etnovariedades de mandioca	Total
I	NMU06 GUA05 NMU09 TNO02 SNP07 LCA03 MTA01 SOR02 SOR03 LCA08 PXT04 SOR01 SOR10 SOR05 LCA02 MTA06 GUA01 NMU03 PXT05 SNP06 LCA06 SNP03 PXT07 SNP05 SOR08 NMU02 LCA04 LCA05 LCA10 LCA01 SHE04 SHE01 NMU04 SOR07 MTA04 MTA07 SHE05 SHE03 TNO05 LCA09 PXT01 NMU10 SOR04 ITA03	33
II	ITA04 SOR06 ITA05 GUA04 LCA07 PXT06 SNP02 MTA03 PXT02 PXT03 SHE02 ITA01 ITA06	24
III	TNO01 GUA02	2
IV	NMU01 NMU07	2
V	SOR09 GUA03	2
VI	SNP04	1
VII	ITA02	1
VIII	SNP01	1
IX	NMU08	1
X	MTA05	1

Os grupos III, IV e V agregaram duas etnovariedades cada, enquanto que os grupos de VI a X constituíram-se de apenas uma etnovariedade cada. Nesse método de agrupamento é comum que o maior número de indivíduos esteja no primeiro grupo e que haja indivíduos isolados nos demais, possibilitando a identificação de indivíduos geneticamente dissimilares. Este método tem como objetivo manter a homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos, ou seja, os indivíduos reunidos em um mesmo grupo apresentam maior similaridade genética, e os indivíduos dimensionados nos outros grupos revelam maior divergência em relação aos demais (ELIAS et al., 2007). Diante disso, a etnovariedade MTA05 (Cacau) foi a mais divergente entre todo o acervo avaliado.

Os métodos de otimização de Tocher (Tabela 2) e hierárquico UPGMA (Figura 2) mostraram uma tendência em discriminar as etnovariedades por grupos de forma semelhante, embora não idêntica. Os dois métodos apresentaram a maior porção de etnovariedades alocadas nos grupos I e II, bem como apresentou a formação de alguns grupos constituídos por apenas uma etnovariedade. Agrupamentos semelhantes usando métodos de otimização e hierárquicos também foram relatados por Giles et al. (2018) avaliando genótipos de *M. esculenta* e por Sulzbacher et al. (2017) em genótipos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

O método de Otimização de Tocher também permite estudar as distâncias médias intra e intergrupos (Tabela 3). Observa-se que os valores médios de distâncias dentro dos grupos foram menores que as distâncias entre grupos, confirmando o critério estabelecido pela metodologia de Tocher.



Tabela 3. Distâncias médias intragrupos, na diagonal, e intergrupos na diagonal abaixo, estimadas pelo método de Otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), a partir de seis características agronômicas, envolvendo 68 etnovariedades de mandioca.

Grupos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<b>I</b>	<b>9,35</b>									
<b>II</b>	32,39	<b>10,46</b>								
<b>III</b>	80,94	23,13	<b>10,10</b>							
<b>IV</b>	17,81	60,78	126,24	<b>12,95</b>						
<b>V</b>	44,66	23,87	44,15	57,09	<b>13,74</b>					
<b>VI</b>	16,23	14,85	40,45	30,77	25,78	0,00				
<b>VII</b>	16,63	20,89	57,49	31,84	38,16	16,31	0,00			
<b>VIII</b>	24,99	17,00	41,46	59,58	42,60	22,66	24,30	0,00		
<b>IX</b>	14,85	58,51	128,21	14,55	60,47	41,24	32,33	41,25	0,00	
<b>X</b>	62,97	24,99	18,09	109,66	68,07	31,14	40,54	30,31	112,20	0,00

A maior distância média intragrupos foi registrada no grupo V (13,74), seguido pelo grupo IV (12,92), grupo II (10,46), grupo III (10,46) e grupo I (9,35). Porém, para os grupos VI, VII, VIII, IX e X não foi possível estimar as distâncias intragrupos, uma vez que cada um deles foi constituído por uma única etnovariedade.

A maior distância média intergrupos foi entre os grupos III e IX (128,21), seguido pelos grupos III e IV (126,24), IX e X (112,20) e os grupos IV e X (109,66) sugerindo ampla diversidade no material. A menor distância intergrupos foi observada entre os grupos II e VI (14,85) e entre os grupos I e IX (14,85). De acordo com Zuin et al. (2009) estes resultados referentes à distância intergrupos podem ser úteis na escolha de genitores para hibridação, uma vez que o cruzamento entre indivíduos mais divergentes aumenta as chances de êxito na seleção de segregantes superiores. Desta forma, a hibridação entre as etnovariedades alocadas no grupo III com as etnovariedades alocadas no grupo IX (grupos mais divergentes), tenderia a proporcionar ganhos superiores àqueles resultantes do cruzamento entre etnovariedades do grupo II com as etnovariedades do grupo VI, bem como entre as etnovariedades do grupo I com as do grupo IX (grupos menos divergentes).

O percentual de contribuição para a divergência genética para todos os caracteres é apresentado na Tabela 4. A massa fresca da parte aérea (61,9%) apresentou a maior contribuição para a divergência genética entre as etnovariedades, seguido por comprimento e diâmetro da raiz (11,21 e 11,12%, respectivamente). Esses resultados são semelhantes aos relatados por Pedri et al. (2021), Tiago et al. (2020) e Zuin et al. (2009) em seus estudos com mandioca de mesa, onde constataram que o comprimento médio da raiz foi um dos caracteres que mais contribuiu (30,23; 32,04 e 65,70%, respectivamente) para a divergência entre o material avaliado.



Tabela 4. Contribuição relativa (%) de seis caracteres agrônômicos quantitativos para a divergência genética entre 68 etnovariedades de mandioca, segundo o método de Singh (1981), baseado na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ). Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

Caracteres	Contribuição (%)
Massa fresca da parte aérea (MFPA)	61,93
Comprimento da raiz (CR)	11,21
Diâmetro da raiz (DR)	11,12
Produtividade de raízes (PR)	10,06
Número de raízes por planta (NRP)	5,68
Massa fresca da raiz comercial (MFRC)	0,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

Não houve contribuição do caracter massa fresca da raiz comercial (MFRC) para a diferenciação das etnovariedades. A avaliação da contribuição relativa de cada caracter possibilita ao pesquisador utilizar apenas as características que mais contribuíram para discriminação dos indivíduos, diminuindo, assim, mão-de-obra, tempo e custos na experimentação (SILVA et al., 2015). Dessa forma, os caracteres massa fresca da raiz comercial (MFRC) e número de raízes por planta (NRP) poderiam ser excluídos em futuros trabalhos de divergência com a espécie.

Os dois métodos de agrupamento foram capazes de evidenciar a dissimilaridade a partir dos caracteres agrônômicos quantitativos para as 68 etnovariedades de mandioca cultivadas no norte de Mato Grosso. O método de otimização de Tocher proporcionou a formação de um maior número de grupos em relação ao método hierárquico UPGMA, no entanto, houve certa concordância na definição das etnovariedades mais divergentes. Essa semelhança entre os agrupamentos também foi observada no trabalho de Zuin et al. (2009) com a espécie *M. esculenta*.

#### 4 CONCLUSÃO

Há divergência genética entre as etnovariedades de mandioca cultivadas por agricultores familiares no norte do estado de Mato Grosso, Brasil, indicando que este acervo, mantido em suas roças, pode ser potencialmente útil para integrar fases seguintes em futuros programas de melhoramento com a espécie.

A etnovariedade *Casca branca* (GUA03), coletada em Guarantã do Norte, é a mais produtiva entre as etnovariedades avaliadas e a mais dissimilar geneticamente.

A característica massa fresca da parte aérea apresenta maior contribuição relativa para a divergência entre as etnovariedades.



## REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. **Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

CORDEIRO, A.G.M.; LIMA, J.A.; PENA, G.F.; ROSSI, A.A.B.; GODINHO, V.P.C.; GUIMARÃES, P.E.O. Diversidade genética entre genótipos de milho (*Zea mays* L.) a partir de caracteres morfoagronômicos. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.19, n.2, 2021. DOI: 10.30681/rcaa.v19i2.5988

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

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

CRUZ, C.S.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2011. 620p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 390p.

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, p. 1443-1449, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2013.

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**, v. 30, p. 143-153, 2019.

FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: CNPMF, 1998. 38p.

GILES, J.A.D.; OLIOSI, G.; RODRIGUES, W.P.; BRAUN, H.; RIBEIRO-BARROS, A.I.; PARTELLI, F.L. Agronomic performance and genetic divergence between genotypes of *Manihot esculenta*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.90, n. 04, 2018. DOI: 10.1590/0001-3765201820180099

GUEDES, J.M.; VILELA, D.J.M.; REZENDE, J.C.; SILVA, F.L.; BOTELHO, C.E.; CARVALHO, S.P. Divergência genética entre cafeeiros do germoplasma Maragogipe. **Bragantia**, v.72, n.2, 2013. DOI: 10.1590/S0006-87052013000200003



IAC - Instituto Agrônomo. **Cultivares**. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/resultados.php>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

MAHALANOBIS, P.C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute of Sciences of India**, v. 2, p. 49-55, 1936.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, p. 359-363, 1977.

NEITZKE, R.S.; BARBIERI, R.L.; RODRIGUES, W.F.; CORRÊA, I.V.; CARVALHO, F.I.F. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 47-53, 2014.

ORLANDINI, P.; LIMA, L. R. Sinopse do gênero *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 41, n. 1, p. 51-60, 2014.

PEDRI, E.C.M.; 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, e25410514871, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14871>

RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Son, 1952. 330p.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 4, p. 237-245, 1981.

SILVA, L.B.; MELO, L.F.; SILVA, V.B.; PERON, A.P.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L.F. Divergência genética entre acessos de pimentas com base em descritores morfológicos quantitativos. **Caderno de Pesquisa**, v. 29, n. 3, p. 01-08, 2017. DOI: 10.17058/cp.v29i3.9876

SILVA, K.C.L.; SILVA, K.P.; CARVALHO, E.V.; ROTILI, E.A.; AFFÉRI, F.S.; PELUZIO, J.M. Divergência genética de genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada em cobertura. **Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 102-110, 2015.

SOUSA, L.B.D.E.; SILVA, E.M.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.D.A.; VERAS, I.C.S. Caracterização e divergência genética de acessos de *Passiflora edulis* e *P. cincinnata* com base em características físicas e químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 832-839, 2012.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v. 11, n. 2, p.30-40, 1962.

SULZBACHER, L.J.; SILVA, V.P.; ZAGO, B.W.; CORRÊA, C.L.; DUARTE, A.V.M.; BARELLI, M.A.A. Análise da divergência genética através de caracteres agrônômicos em genótipos de feijão comum. **Revista Espacios**, v.38, n.23, 2017.



TANWAR, A.; BISEN, R. Genetic diversity analysis in sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm based on morphological and quality traits. **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 9, n. 1, p. 9-17, 2018. DOI: 10.5958/0975-X.2018.00002.9

TIAGO, A.V.; PEDRI, E.C.M.; 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**, v. 19, n. 2), gmr18538, 2020.

TUMUHIMBISE, R.; MELIS, R.; SHANAHAN, P.; KAWUKI, R. Genotype x environment interaction effects on early fresh storage root yield and related traits in cassava. **The Crop Journal**, v. 2, p. 329-337, 2014. DOI: 10.1016/j.cj.2014.04.008

ZUIN, G.C., VIDIGAL FILHO, P.S., KVITSCHAL, M.V., GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; 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**, v. 30, n. 1, p. 21-30, 2009.