

DIVERSIDADE DE MANDIOCA DA COLEÇÃO DA EMBRAPA RONDÔNIA

*Amauri Siviero¹, Vanderley Borges dos Santos², Rogério Sebastião Corrêa da Costa³,
Francisco das Chagas Leônidas³*

¹Embrapa Acre, CP 321, 69900-970, Rio Branco, Acre; ²Universidade Federal do Acre, BR 364, km 04, 69915-900, Rio Branco, Acre; ³Embrapa Rondônia, Rodovia BR 364, Km 5,5, 76815-800, Porto Velho, Rondônia.
amauri.siviero@embrapa.br, rogerio.costa@embrapa.br, vanderley.santos@ufac.br, francisco.leonidas@embrapa.br

O cultivo da mandioca em Rondônia possui importância econômica, cultural e social principalmente na produção agrícola familiar. Nesta pesquisa, foram avaliados 39 genótipos pertencentes à coleção de mandioca da Embrapa Rondônia – CMERO, utilizando 27 descritores botânicos, morfológicos e agronômicos de parte aérea de raiz coletados durante as safras agrícolas de 2010 e 2011. Na análise de divergência entre genótipos, determinou-se os agrupamentos pelo método de otimização de Tocher e de hierarquização da ligação média entre grupos. Os descritores “comprimento de raiz” e “comprimento do pecíolo”, e o número de raízes por planta foram os que mais influenciaram na formação dos cinco grupos de ligação. Os resultados demonstram que existe similaridade entre os genótipos de mandioca da CMERO e grande variabilidade genética entre os acessos avaliados. Estudos mais recentes realizados entre 2017 e 2019 comprovaram o potencial de alguns genótipos avaliados culminando na recomendação da cultivar BRS 1668 registrada no Ministério da Agricultura e Pecuária como a primeira cultivar de mandioca de mesa para Rondônia. Outro acesso pertencente à CMERO, o genótipo EAB 451-E, encontra-se em fase de registro, pois se destacou pela alta produtividade e dupla aptidão para mesa e farinha de mandioca.

Palavras-chave: melhoramento, *Manihot esculenta*, variabilidade, Amazônia Ocidental.

Cassava diversity of the collection of Embrapa Rondônia, Brazilian Amazon.

The cassava crop in Rondônia has economic, cultural, and social importance mainly in family agricultural production. In this research, 39 genotypes belonging to the cassava collection of Embrapa Rondonia - CMERO were evaluated using 27 botanical, morphological and agronomic descriptors of aerial part of the root collected during the 2010 and 2011 agricultural seasons. In the analysis of divergence between genotypes, clusters were drawn using the Tocher optimization method and the ranking method of the average link between groups. The descriptors “root length” and “petiole length” and the number of roots per plant were the ones that most influenced the formation of the five linkage groups. The results showed similarity among the CMERO cassava genotypes and a great genetic variability present among the evaluated accessions. More recent studies carried out between 2017 and 2019 proved the potential of some evaluated genotypes that culminates in the recommendation of the BRS 1668 cultivar registered with the Ministry of Agriculture and Livestock as the first table cassava cultivar for Rondônia. Another accession belonging to CMERO, the EAB 451-E genotype, is currently in its registration phase, as it stood out for its high productivity and double suitability for table and cassava flour.

Key words: breeding, *Manihot esculenta*, variability, Southwest Amazon.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) faz parte da dieta de grande parte da população de baixa renda das regiões norte e nordeste do Brasil. O cultivo da mandioca em Rondônia possui importância econômica, cultural e social principalmente na pequena produção agrícola familiar. A principal destinação da mandioca produzida em Rondônia é para o uso doméstico como farinha. As raízes da mandioca são ricas em amido e usadas na alimentação humana na forma *in natura*, farinha, tapioca e outros confeitos. A parte aérea da planta tem amplo potencial de uso na alimentação animal (Rosa Neto, 2009).

A mandioca é cultivada em todos os municípios de Rondônia, sendo importante fonte de subsistência e de renda para a agricultura familiar. Cerca de 20.000 produtores trabalham na mandiocultura e a maior concentração está situada nos municípios de Porto Velho (19,3%), Machadinho D'Oeste (13,9%) e São Miguel do Guaporé (5,0%). A área plantada tem evoluído significativamente nos últimos dez anos. Na safra 2007/2008, a produção estadual de mandioca foi de 526.469 toneladas distribuídas em 31.186 ha (Rosa Neto, 2009).

A mandioca é uma espécie cultivada em pequenas áreas no sistema de agricultura “derruba e queima” adotando uso mínimo de insumos e tecnologia e usando áreas de baixa fertilidade natural, as quais são caracterizadas por elevada acidez associada à deficiência generalizada de nutrientes. Esses fatos resultam em baixa produtividade do cultivo no campo.

O custo de produção de mandioca em Rondônia no sistema convencional, na maioria das vezes, ultrapassa o valor de mercado para comercialização da raiz, o que promove uma marginalização ainda maior do cultivo. Observa-se também carência de apoio estatal, tal como linhas especiais de crédito e assistência técnica para o cultivo, o que tem contribuído para a não adoção do acervo de tecnologias disponíveis (Rosa Neto, 2009).

A região do sudoeste da Amazônia é considerada centro de dispersão e domesticação da mandioca. Estudos de Emperaire et al. (2003) confirmaram a distribuição de grupos distintos de *Manihot*, com alta variabilidade genética, conservados e manejados por agricultores familiares na Amazônia. A simples

substituição de cultivares no campo por genótipos mais produtivos selecionados pela pesquisa pode elevar significativamente a produtividade do cultivo em Rondônia.

A grande variabilidade genética conservada por agricultores familiares na Amazônia deve ser explorada visando elevar os patamares de produtividade e outros fatores importantes no melhoramento do cultivo. A mandioca apresenta grande variabilidade quando avaliada por meio de caracteres morfológicos. A diversidade genética atual da espécie *Manihot* sp. ocorre a partir da seleção natural ocorrida durante o processo de evolução e domesticação da espécie, conservando genes de interesses agrônomico e adaptados aos agroecossistemas locais (Martins, 2005).

Nos programas de melhoramento da mandioca, os bancos de germoplasma e as coleções de trabalho desempenham um papel de extrema importância na conservação da variabilidade genética da espécie e são disponíveis para uso imediato aos melhoristas da espécie. Os descritores são caracteres genéticos importantes para programas de melhoramento da espécie tais como: estimativa de parâmetros genéticos e na identificação de germoplasma (Fukuda e Guevara, 1998).

Trabalhos de caracterização de genótipos de mandioca são fundamentais para a utilização mais eficiente em estudos de melhoramento por permitir a identificação de cultivares com características superiores e herdáveis e auxiliam na identificação de duplicatas de material genético em coleções e bancos de germoplasma. A introdução de cultivares de mandioca em um determinado ecossistema e a seleção daqueles mais adaptados é um procedimento simples e de baixo custo, comumente utilizado em vários países, entre os quais o Brasil (Bueno, 1986; Pereira, 1988).

Oliveira (1987) caracterizou botânica e agronomicamente 86 cultivares de mandioca no município de Porto Velho RO, usando 29 descritores da parte aérea e raiz da planta destacando que, no processo de seleção de plantas para produtividade, devem ser evitadas plantas com elevado crescimento vegetativo.

As variedades de mandioca mais cultivadas em Rondônia são: Amarela, Amarelinha, Pão do Acre, Orana, Branca, Cacau, Amarelona, Pirarucu, Cria Menino, Tucumã, Fécula Branca. Carvalho et al.,

(2009) encontraram produtividades médias de mandioca bem acima da estimada para o estado de Rondônia que é de 17,5 t.ha⁻¹

Para caracterizar genótipos de mandioca, é necessária a quantificação da variabilidade por meio do estudo de variáveis quantitativas, notadamente, os atributos agronômicos e as variáveis qualitativas (morfológicas e moleculares). Conhecer a diversidade e o potencial genético de variedades conservadas *ex situ* é etapa fundamental em programas de melhoramento do cultivo.

A Embrapa Rondônia detém uma coleção de mandioca apresentando materiais cujo potencial de uso ainda é desconhecido. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a diversidade de genótipos de mandioca da Embrapa Rondônia, conservados numa coleção situada no município de Ouro Preto do Oeste, a partir da análise de suas características botânicas e agronômicas.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental da Embrapa Rondônia localizado no município de Ouro Preto do Oeste, RO, localizado a 350 km ao sul da capital do estado, Porto Velho. O clima predominante na região é quente e úmido, com precipitação média anual entre 1.650 e 2.000 mm, temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar média de 83%, apresentando estações seca e chuvosa bem definidas. Cerca de 50 % da área agrícola de Ouro Preto do Oeste é considerada apta ao cultivo de mandioca (Rondônia, 2002).

O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo textura média e apresentaram fertilidade média, com baixos teores de alumínio (Al = 0,2 cmolc/100 mL), acidez média (pH = 5,8), teores médios de cálcio e magnésio (Ca + Mg = 4,6 cmolc/100 mL), baixo teor de fósforo disponível (P = 12 mg/kg) e potássio (K = 42 mg/dm³). Os ensaios não receberam calagem nem adubação de plantio.

Os materiais genéticos avaliados neste trabalho pertencem à Coleção de Mandioca da Embrapa Rondônia. O número CMERO, nome comum, procedência e o principal uso dos cultivares estão descritos na Tabela 1. Nos experimentos implantados no campo, cada cultivar de mandioca foi representado

por 12 plantas dispostas em fileiras simples cultivadas no espaçamento de 1,0 x 1,0 m. Foram avaliadas as características morfológicas e agronômicas de 39 cultivares da coleção usando 10 plantas centrais da linha por acesso (parcela) assumindo-se, para efeito de análises estatísticas, um delineamento inteiramente casualizado, visto que a área experimental é bastante homogênea em termos de fertilidade e declividade do solo.

Os experimentos foram instalados em dois anos agrícolas seguidos, 2009/2010 e 2010/2011. O primeiro plantio foi realizado em novembro de 2009 e a colheita das raízes se deu cerca de doze meses após o plantio. O segundo experimento foi implantado em novembro de 2010 e a colheita foi realizada em novembro de 2011.

O plantio foi feito em covas de quatro a cinco centímetros de profundidade. Foram utilizadas manivas-sementes com doze meses de idade, colhidas uma semana antes da data de plantio. As manivas medindo, aproximadamente, 20 cm de comprimento e com diâmetro médio de 2,0 cm, foram depositadas na cova e cobertas com solo. Não houve tratamento químico de manivas e, durante o ciclo de cultivo, não foram utilizados insumos agrícolas ou tratamentos fitossanitários. No período inicial de desenvolvimento do cultivo, foram realizadas três capinas mecânicas de limpeza evitando a competição por plantas daninhas.

Para as análises de divergência, os descritores botânico-morfológicos e agronômicos foram separados em três classes: parte aérea, raízes e agronômicos. A avaliação e a forma de obtenção dos descritores, a categorização e as unidades de medida seguem Fukuda e Guevara (1998).

Os descritores de parte aérea da mandioca avaliados nesta pesquisa foram: a. forma do folíolo central, b. sinuosidade da folha, c. cor do pecíolo, d. cor da brotação nova, e. cor do caule, f. número de lóbulos, g. altura das plantas em metros (H), h. comprimento do internódio (CI), i. comprimento médio do pecíolo (CML), j. comprimento médio do folíolo central (CFC) e k. largura média do folíolo central (LFC) em cm. Os descritores quantitativos (H, CI, CML, CFC e LFC) foram obtidos através da média de dez plantas por genótipo. A altura de plantas e a produtividade foram registradas nas safras de 2010 e 2011.

Os nove descritores qualitativos de raízes de mandioca avaliados nesta pesquisa foram: a. forma

da raiz, b. cor externa da raiz, c. cor do córtex, d. cor da polpa, e. f. presença de pedúnculo, g. destaque da película, h. destaque do córtex, i. presença ou ausência de constrição (cinta) e j. textura da epiderme da raiz.

Os descritores agrônômicos quantificados individualmente para cada genótipo avaliados em campo foram: a. produtividade em t.ha⁻¹, obtida pela massa seca das raízes em kg usando balança manual; b. teor de amido e de matéria seca, obtidos em percentagem pelo método da balança hidrostática (Grossman; Freitas, 1950); c. resistência à podridão mole das raízes causada por *Phytophthora drechsleri* e manchas foliares causadas por fungos do complexo *Passalora* spp.; c. contagem do número de raízes por planta; d. comprimento de raiz em cm, e diâmetro de raiz em cm por genótipo. Os três últimos descritores foram obtidos a partir de três amostras compostas por uma mistura das raízes de 10 plantas.

A avaliação da resistência de campo às duas principais doenças da mandioca que ocorrem na região como podridão mole e manchas foliares (Nascimento et al., 2012) foi realizada em campo no momento da colheita das raízes. A avaliação da infecção por podridão mole das raízes de mandioca foi realizada por meio da contagem do número de raízes podres por planta utilizando 10 plantas por genótipos sendo classificados pela incidência da doença, ou seja, cálculo da porcentagem de raízes podres em relação ao número total de raízes por planta. Os genótipos de mandioca foram classificados quanto à severidade de raízes podres da seguinte forma: R = nenhuma raiz podre em 10 plantas; MS = 1 a 10% de raízes podres; Suscetível = 10 a 30% de raízes podres e altamente suscetível > 30 % de raízes imprestáveis para o beneficiamento.

A avaliação da severidade das manchas foliares causadas pelo complexo *Passarola* spp. em genótipos da CMERO foi feita pela metodologia de Michereff (1998), sendo classificada com auxílio de uma escala de notas: 1 = < 5% da área foliar lesionada; 2 = 6 a 15 %; 3 = 16 a 30 %; 4 = 31 a 75% e 5 = > 75% da área foliar lesionada usando 10 plantas por genótipo.

A diversidade entre os acessos para as variáveis quantitativas foi determinada com a matriz de médias pelo quadrado da distância euclidiana. Para as variáveis multicatóricas, com a matriz de informações, realizou-se análise de dissimilaridade pelo coeficiente do complemento de coincidência simples conforme

Cruz e Carneiro (2003). Para os dois grupos de variáveis, determinou-se o agrupamento pelo método de otimização de Tocher seguindo Cruz (2006) e Rao (1972), e pelo método de hierarquização da ligação média entre grupos (UPGMA) seguindo Manly (2008) e Ferreira (2008).

A importância de cada variável quantitativa foi estimada pelo método de Singh (1981) e por componentes principais de acordo com Cruz et al. (2011). Realizou-se a correlação entre as matrizes de dissimilaridade com 5.000 simulações com significância testada a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t de Student e pelo teste de Mantel conforme Manly (2008).

Resultados e Discussão

Os resultados dos descritores botânicos e morfológicos da parte aérea e raízes CMERO são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Na Tabela 1, nota-se alta variabilidade entre os genótipos para os caracteres: forma do folíolo (38% - lanceoladas), sinuosidade (82% lisas), cor do pecíolo (41% vermelhas), cor da brotação nova (46% verde claro) e cor externa do caule sendo 82% entre marrom claro e laranja. Quanto ao número de lóbulos, foi observado cinco genótipos com três lóbulos; dois genótipos com sete e os demais 32 genótipos apresentaram cinco lóbulos por folha.

O valor de comprimento do pecíolo (CP) entre os genótipos variou de 9,03 a 24,4 cm para os genótipos 98-64-14 e 96-154-05. O valor do comprimento do folíolo central (CFC) entre os genótipos variou de 9,07 a 15,4 cm para os genótipos 95-151-38 e EAB 451. O valor de da largura do folíolo central (LFC) entre os genótipos variou de 1,71 a 4,21 cm para os genótipos 98-148-06 e 98-72-11. A média geral para os três caracteres avaliados CP, CFC e LFC foi: 17,092, 11,373 e 2,856, respectivamente (Tabela 2).

Observando os resultados dos descritores de raiz da CMERO na Tabela 2 nota-se que: 35,80% apresentam forma cônica cilíndrica, 89% com cor externa marrom escuro, 69 % das raízes apresentaram pedúnculo, 59 % observou-se córtex de cor creme, 46 % possuem cor da polpa branca, 82 % apresentam textura da epiderme rugosa, 79 % com constrições médias, 74 % e 82 % percebem-se fácil destaque da película e fácil destaque do córtex respectivamente.

A média de altura da planta nas safras 2010 e

Tabela 1 - Descritores de parte aérea de genótipos de mandioca da Embrapa Rondônia

Número	Genótipo	Sinuosidade	Forma do folíolo	Cor do folíolo	Cor da brotação nova	Cor externa do caule	Número de lóbulos	Comprimento do pecíolo	Comprimento folíolo central	Largura do folíolo central
1	EAB 451	La	L	VM	VA	MC	5	21,72	5,50	5,40
2	Canarú	La	L	VE	VA	LR	5	13,80	15,45	3,15
3	98-148-06	R	L	VM	VC	LR	5	14,26	12,72	1,51
4	96-154-05	E	L	VM	VA	P	3	9,03	9,11	2,15
5	98-103-08	La	L	VE	VC	P	5	16,35	11,96	3,31
6	96-220-08	E	L	V	VC	VA	5	17,05	13,93	3,13
7	96-246-03	E	L	VE	VA	VA	5	12,15	9,82	2,56
8	95-151-38	La	L	VAV	VA	LR	3	11,70	9,07	2,33
9	96-42-03	La	L	VAV	VE	VA	5	14,46	11,85	2,58
10	COM -09	O	L	VM	VA	MC	3	14,84	10,14	2,62
11	COM-08	O	L	VM	VA	MC	5	22,25	13,32	2,94
12	Acre-1	O	L	VM	VE	MC	5	14,81	10,49	2,54
13	96-212-03	La	L	VE	VE	MC	3	10,78	9,87	2,19
14	96-243-04	La	S	VM	VC	VA	5	20,19	10,74	3,15
15	98-72-11	E	L	VAV	VA	D	5	21,55	11,66	3,85
16	456	O	S	VM	RX	MC	5	19,51	13,88	2,77
17	98-64-10	O	L	VM	RX	MC	5	23,05	14,69	2,46
18	1722	La	L	VM	VE	LR	5	15,40	10,55	2,71
19	98-129-06	E	L	VAV	VE	LR	5	14,09	9,31	2,41
20	Xingú	E	L	VM	VC	MC	5	20,21	10,41	2,44
21	CNPMF-043	La	L	VAV	VC	LR	5	16,87	11,24	3,09
22	Pão do Acre	La	L	VE	VC	P	5	15,29	10,99	2,91
23	1668	E	S	VAV	VC	MC	5	17,38	11,38	3,28
24	96-227-04	O	S	VE	VC	P	5	15,38	9,49	2,43
25	1692	Ob	L	VE	RX	LR	5	17,24	12,48	2,83
26	98-64-14	E	L	VM	VC	D	5	24,4	12,7	3,25
27	Entala gato	La	L	VA	VE	D	5	12,26	9,49	2,01
28	Pirarucu	La	L	VA	VC	LR	3	11,61	9,57	1,95
29	BGM 1153	E	L	VM	VE	D	5	21,88	12,88	3,34
30	98-125-06	R	L	VE	VC	LR	5	18,08	11,93	1,95
31	96-155-08	E	L	VE	VA	VA	5	16,75	12,65	3,37
32	96-227-07	Ob	L	VM	VC	LR	5	18,50	11,57	2,74
33	Poré	La	S	VA	VC	VA	7	20,71	12,04	3,07
34	1721	La	L	VM	VC	VA	7	16,83	11,76	3,3
35	97-83-13	E	L	VE	VC	MC	5	15,43	10,12	2,77
36	96-07-07	E	L	VM	VC	D	5	19,50	12,5	3,5
37	91-21-05	La	L	VAV	VC	VA	5	16,67	10,52	2,96
38	Xerém	La	L	VM	VC	D	5	22,60	11,85	3,1
39	Mamaidê	P	S	VE	VA	D	5	21,95	13,95	3,37
Valores médios							4,84	17,09	11,37	2,85

P = pandurada, VA = verde amarelado, La = Lanceolada, V = Verde, R = Reta, VAV = Verde Avermelhado, E = Elíptica lanceolada, VE = vermelho esverdeado, O = Obovada, VM = Vermelho, Ob = Oblongo, L = liso, S = sinuosa, M = marrom claro, LR = laranja, D = Dourado. VC = Verde claro, VA = verde arroxeadado e RX = roxo

Tabela 2 - Descritores de raízes de genótipos de mandioca da Embrapa Rondônia

Número	Forma	Cor externa	Cor do córtex	Cor da polpa	Pedúnculo	Destaque da película	Destaque do córtex	Construção	Textura
1	I	ME	B	Branca	S	F	F	S	RU
2	CC	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
3	CO	ME	B	Branca	S	F	F	S	RU
4	C	MC	R	Branca	S	D	F	N	RU
5	CC	ME	B	Branca	S	F	F	N	L
6	CC	A	B	Branca	S	F	F	N	L
7	CC	ME	RX	Branca	S	F	F	N	RU
8	CO	ME	R	Branca	S	F	F	S	RU
9	C	ME	B	Amarela	S	F	F	N	RU
10	CC	ME	A	Branca	S	F	F	N	RU
11	I	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
12	I	ME	B	Branca	N	F	F	S	RU
13	I	ME	B	Branca	N	F	F	N	RU
14	CO	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
15	I	ME	B	Branca	S	D	F	S	L
16	CC	ME	B	Branca	S	D	F	N	L
17	CO	ME	B	Branca	S	D	F	N	RU
18	CO	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
19	CO	ME	A	Branca	N	F	F	N	RU
20	CO	ME	A	Amarela	N	D	F	N	RU
21	CC	ME	A	Amarela	N	F	F	N	RU
22	CC	ME	A	Amarela	N	D	D	N	RU
23	CC	MC	R	Amarela	N	D	F	N	RU
24	I	ME	A	Branca	N	D	F	S	RU
25	C	ME	B	Amarela	S	F	F	N	RU
26	C	B	B	Branca	S	F	F	N	L
27	C	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
28	C	ME	A	Amarela	N	F	F	N	RU
29	C	ME	RX	Branca	N	F	F	N	RU
30	C	ME	B	Branca	S	D	D	N	RU
31	C	ME	B	Branca	S	F	D	N	RU
32	C	ME	A	Branca	S	F	F	N	RU
33	C	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
34	C	ME	B	Branca	S	F	F	N	RU
35	I	ME	B	Creme	N	F	F	N	RU
36	CC	ME	B	Branca	N	F	F	N	RU
37	C	ME	B	Branca	S	D	D	N	RU
38	C	ME	A	Creme	S	F	F	S	RU
39	C	ME	R	Rosada	S	D	D	S	RU

CO = cônica, CC = cônica cilíndrica, C = cilíndrica, I = irregular, A = amarelo, MC = marrom claro, ME = Marrom escuro, B = Branca ou creme, R = Rosado, RX = roxo, L = lisa e RU = rugosa.

2011 foi de 2,88 m, variando entre 2,2 a 3,50 m e 3,10 m variando entre 2,6 a 3,6 m para o menor e o maior valor encontrado para as respectivos anos agrícolas (safra). O teor de amido variou entre 19,35 a 26,37% e o teor de matéria seca entre 24,02 a 30,98 % entre os genótipos (Tabela 3).

A produtividade estimada em toneladas por hectare apresentou alta amplitude de respostas. O genótipo menos produtivo (96-227-07) alcançou 10,45 t.ha⁻¹ enquanto o híbrido 96-07-07 foi o mais produtivo apresentando 57,4 t.ha⁻¹ considerando a média das duas safras agrícolas (Tabela 3).

Tabela 3. Descritores agrônômicos de genótipos de mandioca da coleção da Embrapa Rondônia

Genótipo	Altura em metros		Número de raízes por planta		Produtividade em t.ha ⁻¹		Amido (%)	Matéria seca (%)	Reação à podridão mole	Reação à manchas foliares
	2010	2011	2010	2011	2010	2011				
1	3,44	3,09	6,8	9,4	35,8	33,0	21,53	26,18	R	S
2	3,12	2,76	4,8	6,4	31,1	38,8	19,56	24,21	R	S
3	2,86	2,68	11,6	10,6	28,3	23,2	22,66	27,31	R	AS
4	3,00	2,81	4,2	6,2	28,5	45,0	24,17	28,82	R	MR
5	2,69	3,08	7,4	8,6	33,2	45,4	24,64	29,29	R	MR
6	3,03	3,43	7,0	6,4	22,9	25,2	26,33	30,98	R	R
7	3,21	3,20	8,6	7,2	28,5	29,7	23,79	28,44	R	MR
8	3,15	3,36	6,0	9,2	18,2	59,9	24,35	29,00	R	S
9	2,92	3,14	6,6	3,0	27,9	10,5	19,73	24,38	R	MR
10	3,10	3,20	7,4	10,6	24,0	48,5	19,56	24,21	R	R
11	3,15	3,21	6,0	11	23,6	44,1	21,25	25,90	R	S
12	2,68	2,85	6,8	6,4	26,7	40,0	22,38	27,03	R	S
13	3,15	3,20	9,4	10	31,9	47,0	25,59	30,24	S	MR
14	3,07	3,66	6,4	5,4	19,6	29,2	23,51	28,16	R	R
15	2,68	2,74	2,6	2,8	21,0	9,3	21,82	26,47	AS	S
16	3,11	3,59	12,8	6,2	36,5	37,9	22,1	26,75	AS	AS
17	3,52	3,68	10,8	4,4	27,5	27,5	21,36	26,01	R	S
18	2,60	3,34	3,6	3,8	13,8	22,5	19,67	24,32	R	R
19	2,92	3,12	5,2	4,6	21,7	31,0	20,69	25,34	AS	R
20	2,82	3,30	4,4	5,4	11,6	40,7	22,10	26,75	R	MR
21	2,73	3,45	7,8	8,2	14,7	26,2	23,11	27,76	R	R
22	2,78	2,72	6,4	3,8	12,2	16,0	20,24	24,89	R	R
23	2,72	3,28	9,8	6,4	15,2	23,9	20,18	24,83	R	R
24	2,70	3,14	10,6	6,8	38,7	37,0	24,35	29,00	R	MR
25	3,13	3,54	7,0	7,4	13,0	22,1	21,34	25,99	R	MR
26	3,14	3,50	11,6	10,6	27,46	30,5	24,63	29,28	R	R
27	2,90	3,16	8,0	3,4	30,8	20,4	20,07	24,72	R	S
28	2,95	3,02	7,6	7,2	27,6	41,2	20,97	25,62	S	AS
29	2,78	2,78	11,4	8,2	26	23,7	21,82	26,47	R	MR
30	2,78	3,18	8,0	7,4	30,4	45,3	22,66	27,31	S	S
31	2,26	3,20	14	8,2	40,7	32,0	25,93	30,58	MR	S
32	2,20	2,73	1,6	2,6	9,2	11,7	22,32	26,97	MR	S
33	2,66	3,08	9,4	9,4	27,3	32,3	23,51	28,16	R	S
34	2,69	2,92	12,4	6,4	17,8	23,9	22,66	27,31	S	MR
35	2,67	3,10	8,6	6,6	34,9	28,6	23,11	27,76	MR	S
36	2,70	2,92	11,8	11,4	44,7	50,0	24,47	29,12	R	MR
37	2,51	3,14	4,2	2,0	9,9	16,7	22,15	26,80	R	MR
38	3,15	3,08	11,6	5,4	30,9	33,8	19,35	24,00	R	MR
39	2,49	2,60	3,6	3,6	12,7	15,0	19,35	24,00	R	R
Valores médios	2,88	3,10	7,78	6,73	25,04	31,24	22,28	26,93		

R = Resistente, MR = Moderadamente resistente, MS = moderadamente suscetível, S = Suscetível e AS = altamente suscetível.

Na avaliação de campo para reação à podridão mole das raízes, 81% dos genótipos foram classificados como resistentes e moderadamente resistentes, 12% foram suscetíveis e 7% se mostraram altamente suscetíveis ao patógeno. Na avaliação de campo para reação às manchas foliares causadas por *Passarola* spp., 55 % dos genótipos foram classificadas como resistentes e moderadamente resistentes, 38 % foram suscetíveis e 7 % se mostraram altamente suscetíveis ao patógeno (Tabela 3).

Análise de divergência entre genótipos da coleção de mandioca da Embrapa Rondônia.

O método de agrupamento usado para os caracteres quantitativos, a partir da distância euclidiana para 39 cultivares de mandioca da CMERO, avaliadas com 11 descritores botânicos e agrônômicos quantitativos, conseguiu formar cinco agrupamentos distintos e coerentes. O primeiro constituído por apenas dois cultivares, o segundo formado por cinco, e o terceiro por 32 cultivares de mandioca. Os agrupamentos estabelecidos pelo método de Tocher para as variáveis

multicategóricas são demonstrados na Tabela 4, para as variáveis quantitativas, na Tabela 5.

Constatou-se que para os dois tipos de variáveis foram formados cinco grupos. Para as variáveis quantitativas no grupo I foram alocados 31 acessos (total de 82,05%). Alguns cultivares apresentou grau de dissimilaridade muito baixo indicando ser possível à existência de duplicatas de cultivares na CMERO e a distinção entre acessos que apresentam poucas características divergentes. O emprego da análise de agrupamentos auxilia o melhorista de plantas na identificação material genético, otimiza a caracterização molecular e permite a eliminação de duplicatas, reduzindo assim o número de acessos e os custos de manutenção de germoplasma auxiliando fitomelhoristas no trabalho de seleção de cultivares a serem avaliados para caracteres de interesse agrônômicos (Cruz et al., 2011).

O emprego de variáveis quantitativas possibilitou estabelecer graus de similaridade entre os cultivares. Na Tabela 4, se observa que o grupo I se constituiu no mais populoso representando 32 (82 %) dos cultivares.

Tabela 4 - Grupos de genótipos estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pelo coeficiente de complemento de coincidência simples

Grupos	Genótipos										
< 1 >	1	11	12	3	18	2	27	13	9	34	14
5	7	36	32	10	21	19	29	26	17	25	
31	35	38	37	30	33	6	28	8			
< 2 >	20	22	23	24							
< 3 >	4	15									
< 4 >	39										
< 5 >	16										

Tabela 5 - Grupos de genótipos estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância euclidiana quadrada

Grupos	Acessos									
< 1 >	27	28	10	12	30	25	23	19	20	
21	34	11	29	14	33	3	24	7		
16	5	8	35	2	38	37	15	22		
18	17	9	26							
< 2 >	31	36	6	13						
< 3 >	32	39								
< 4 >	1									
< 5 >	4									

O grupo II foi formado por cinco cultivares, o que representa 13 % e o grupo I por dois cultivares (5 %).

A estatística comparando as matrizes de covariância entre as variáveis multicategóricas e quantitativas da CMERO podem ser observadas na Tabela 6. A análise global dos resultados indica uma boa variabilidade, notadamente, para os diversos descritores quantitativos utilizados neste trabalho. Segundo Zuin et al. (2009), as características morfo-agronômicas quantitativas constituem-se em numa alternativa viável na avaliação da divergência genética de mandioca. Nick et al. (2008) relatam que grupos formados por apenas um indivíduo apontam na direção de que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais e que o uso dos caracteres multicategóricos se mostrou eficiente na determinação da diversidade entre clones de mandioca e na formação de agrupamentos.

A contribuição relativa dos caracteres/descriptores avaliados para divergência genética entre genótipos de mandioca e o cálculo feito com médias não padronizadas de acordo com SINGH (1981) estão descritos na Tabela 7.

Os resultados desse estudo mostram que o uso de critérios de seleção indireta para a produtividade pode assim ser adotado para características mais desejáveis que se correlacionam positivamente com a variável básica. Nick et al. (2008) notaram que o caráter número de raízes por planta pode ser útil como caráter auxiliar na seleção para produção de raízes.

Em recente pesquisa sobre avaliação das cultivares da Coleção de Mandioca da Embrapa Rondônia, Costa e Rocha (2022) e Rocha e Costa (2020) avaliaram e confirmaram o potencial de dois acessos, o 1668 e EAB 451-E. O acesso 1668 apresentou potencial produtivo de até 25 t/ha; precocidade no campo, 6 meses; cozimento rápido, 10 minutos, baixa porcentagem de

Tabela 6 - Comparação das matrizes de covariância entre as variáveis multicategóricas e quantitativas da CMERO

Estatística	Variáveis multicategóricas	Variáveis quantitativas
Correlação cofenética (CCC)	0,6745	0,5563
Graus de liberdade	739	739
Valor de t	24,8388	18,1984
Probabilidade	0,0 **	0,0 **
Distorção (%)	3,0549	15,8492
Estresse (%)	17,4815	3,9811

Tabela 7. Contribuição dos caracteres para divergência de genótipos da CMERO seguindo SINGH (1981)

Variável	Valor da contribuição (%)
Comprimento de raiz	20,48
Comprimento do folíolo central	4,97
Média largura do folíolo central	0,60
Altura de plantas	0,08
% de amido	5,31
% de matéria seca	5,31
Comprimento de internódio	3,02
Diâmetro da raiz	0,82
Comprimento da raiz	49,68
Número de raízes por planta	8,41
Peso de raízes por planta	1,28

(médias não padronizadas)

raízes podres e destacado sabor, credenciando o acesso para ser registrada no MAPA como BRS 1668, a primeira cultivar de mesa para Rondônia. Já a o acesso EAB 451-E, apresentou potencial produtivo de 35 t/ha, alto teor de matéria seca e amido e baixa porcentagem de raízes podres. O acesso EAB 451-E está em fase de registro no MAPA, como cultivar de dupla aptidão para Rondônia.

Conclusões

A produtividade e a produção de amido e matéria seca variaram entre os genótipos de mandioca, sendo identificados materiais agronomicamente superiores nas duas safras agrícolas revelando grande variabilidade genética das variedades locais de mandioca da coleção de mandioca da Embrapa Rondônia.

Foi observada uma grande variabilidade fenotípica entre os genótipos para os dois patógenos avaliados.

Cerca de 14% dos cultivares avaliados apresentam boa produtividade, elevados teores de amido apresentando resistência da campo à podridão mole das raízes e mancha parda.

Encontrou-se alta variabilidade genética entre os cultivares de mandioca da CMERO evidenciada pelos caracteres qualitativos e quantitativos. Os descritores comprimento de raiz e do pecíolo e o número de raízes por planta foram os que mais contribuíram para divergência genética entre genótipos de mandioca avaliados. Os 39 cultivares da CMERO foram separados em cinco grupos distintos em função de sua similaridade e da dissimilaridade genética.

Literatura Citada

- BUENO, A. 1986. Melhoramento genético da mandioca e sua importância na escolha de progenitores superiores. Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Cruz das Almas, BA, CNPMF. 30p.
- CARVALHO J. O. M. 2009. Levantamento preliminar da produtividade da cultura da mandioca em municípios do estado de Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 13. Sociedade Brasileira de Mandioca. Paranavai: Abam. CD room.
- COSTA, R. S. C.; ROCHA, R. B. 2022. Cultivar de mandioca BRS 1668 de “mesa” para cultivo no estado de Rondônia. Relatório Técnico. 34p.
- ROCHA, R. B; COSTA, R. S. C. 2020. Análises biométricas do desempenho produtivo de cultivares de mandioca avaliadas pela Embrapa Rondônia. Nota Técnica. Porto Velho, RO, Embrapa Rondônia. 36p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Editora UFV. Viçosa, MG. 585p.
- CRUZ, C. D. 2006. Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes. 1.ed. Viçosa, MG, Editora UFV. 285p.
- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. 2011. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética, 1. ed. Visconde de Rio Branco, MG, Suprema Gráfica Editora. 620p.
- EMPERAIRE, L. 2003. Diversité génétique, diversité morphologique et gestion locale des maniocs en Amazonie (Brésil et Guyanes). Les Actes du BRG 42:247-267.
- FERREIRA, D. F. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium 6:36-41.
- FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. 1998. Descritores morfológicos e agrônômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. 67p.
- GROSSMAN, J.; FREITAS, A. C. 1950. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em mandioca. Revista Agrônômica 14(2):160-162.
- MANLY, B. J. F. 2008. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. Porto Alegre, RS, Bookman. 229p.
- MARTINS, P. S. 2005. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. Estudos Avançados 19(53):209-220.
- MICHEREFF, S. J. 1998. Escala diagramática e tamanho de amostra para a avaliação da severidade da mancha parda da mandioca (*Cercosporidium henningsii*). Agrotropica 10(2):143-148.
- NASCIMENTO, F. S. S. et al. 2012. Caracterização botânica de genótipos de mandioca (*Manihot esculenta*) em Ouro Preto Do Oeste, RO. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, II., Belém. Anais.. Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. Brasília, DF, SBRG. v. 2. CD room.
- NICK, C. et al. 2008. Genetic dissimilarity in cassava clones determined by multivariate techniques. Crop Breeding and Applied Biotechnology 8:104-110.
- OLIVEIRA, F. N. S. 1987. Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia. Embrapa-Uepae Porto Velho. Série: Embrapa-Uepae, Porto Velho. Boletim de Pesquisa, 6. 14p.
- PEREIRA, A. V. 1988. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*). Tese doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Piracicaba, SP. 118p.
- RAO, C. R. 1952. Advanced statistical methods in biometric research. New York, Willey. 390p.
- RONDÔNIA, Governo do Estado. 2002. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia-PLANAFLORO. Banco de Dados Geográfico Digital - BDG, Porto Velho, RO. 477p.
- ROSA NETO, C. (Coord.). 2009. A cadeia agroindustrial da mandioca em Rondônia: situação atual, desafios e perspectivas. Porto Velho, RO, Embrapa Rondônia: Sebrae. 151p.
- SINGH, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding (41):237-245.
- ZUIN, G. C. et al. 2009. Divergência genética entre acessos de mandioca-de-mesa coletados no município de Cianorte, região Noroeste do Estado do Paraná. Semina. Ciências Agrárias 30(1): 21-30.