

**Variabilidade Genética do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca do Cerrado Acessada por meio de Descritores Morfológicos**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 179***

## **Variabilidade Genética do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca do Cerrado Acessada por meio de Descritores Morfológicos**

*Eduardo Alano Vieira  
Josefino de Freitas Fialho  
Marília Santos Silva  
Fábio Gelape Faleiro*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretário-Executivo: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Revisão de texto: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufe*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

Foto(s) da capa: *Leo N. de Miranda / Josefino de F. Fialho*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2007): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Cerrados**

---

V299 Vieira, Eduardo Alano.

Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca do cerrado acessada por meio de descritores morfológicos / Eduardo Alano Vieira...[et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.

28 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 179)

1. *Manihot esculenta*. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Recurso genético. I. Vieira, Eduardo Alano. II. Série.

633.68 - CDD 21

---

© Embrapa 2007

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	14
Conclusões .....	24
Referências .....	25

# Variabilidade Genética do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca do Cerrado Acessada por meio de Descritores Morfológicos

*Eduardo Alano Vieira<sup>1</sup>; Josefino de Freitas Fialho<sup>2</sup>; Marília Santos Silva<sup>3</sup>; Fábio Gelape Faleiro<sup>4</sup>*

## Resumo

Por reunirem constituições genéticas de diferentes origens e níveis de melhoramento, os bancos de germoplasma podem constituir-se em ótimas fontes de genes para programas de melhoramento. Para tanto, é fundamental que o melhorista conheça profundamente o germoplasma disponível em relação à variabilidade e ao seu desempenho agrônomico. O objetivo deste estudo foi estimar a variabilidade genética de 356 acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados em relação a 27 descritores morfológicos, estabelecer quais desses evidenciam maior entropia e agrupar os acessos em função da sua dissimilaridade genética. No ano de 2004, 356 acessos de mandioca foram caracterizados por meio de 27 descritores morfológicos. Com base nos dados aferidos, foi estimado o nível de entropia dos caracteres, a dissimilaridade genética e, posteriormente, os acessos foram agrupados pelo método de agrupamento de Tocher. Os acessos de mandioca estudados foram divididos em 34 grupos distintos e evidenciam elevada variabilidade genética. Os caracteres com as maiores entropias foram: cor externa do caule, cor do pecíolo, forma do lóbulo central e cor da folha apical, e os com as menores entropias foram: hábito de crescimento do caule, floração, textura da epiderme da raiz e constrictões da raiz.

Termos para indexação: *Manihot esculenta* Crantz, distância genética, entropia, recursos genéticos, melhoramento vegetal.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Cerrados, vieiraea@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados, josefino@cpac.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, marilia@cpac.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Cerrados, ffaleiro@cpac.embrapa.br

# Genetic Variability of the Active Cassava Germoplasm Collection of Cerrados Accessed by Morphological Descriptors

---

## Abstract

*Germoplasm collections may constitute excellent sources of genes for plant breeding programs, once they gather genetic compositions from different origins and breeding levels. Therefore, it is essential for the plant breeders to gain profound knowledge of the available germoplasm in what concerns its variability and agronomical performance. The aim of the present work was to estimate the genetic variability of 356 cassava accessions from the Embrapa Cerrados germoplasm collection in what concerns 27 morphological descriptors, to determine which descriptors would display higher entropy and to group the accessions in terms of genetic dissimilarity. In the year 2004, 356 cassava accessions were characterized in terms of 27 morphological descriptors. Based on analyzed data, the entropy level of the characters and the genetic dissimilarity were estimated, and lately, the accessions were grouped by using the Tocher method. The cassava accessions which were analyzed were divided into 34 different groups and present high genetic variability. The characters which presented the highest entropy levels were: stem external colour, petiole colour, shape of the central lóbulo and colour of the apical leaf, whereas the characters presenting the lowest entropy levels were: stem growth habit, flowering, texture of the root epidermis and presence of constrictions on roots.*

*Index terms: Manihot esculenta Crantz, genetic distance, entropy, genetic resources, plant breeding.*

## Introdução

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é muito importante em países em desenvolvimento, principalmente em função da sua rusticidade e da capacidade que apresenta de produzir razoavelmente bem em condições em que outras culturas não sobreviveriam. Tal habilidade advém da espécie ser naturalmente tolerante a solos ácidos e à seca e, ao mesmo tempo, oferecer uma flexibilidade de colheita aos produtores ([CEBALLOS et al., 2004](#)). No Brasil, centro de origem e de diversidade da espécie, a mandioca é cultivada em praticamente todas as regiões, ocupando papel de destaque na alimentação humana e animal ([LORENZI; DIAS, 1993](#)).

Em função da grande importância da cultura para o País, bancos de germoplasma foram criados e vêm sendo mantidos. Esses têm como finalidade principal reunir em um local parte da variabilidade genética, visando evitar a perda de genes ou de combinações gênicas (erosão genética), para, dessa forma, assegurar uma ampla base genética para programas de melhoramento ([FUKUDA, 1996](#)). Os bancos de germoplasma, normalmente, são constituídos por variedades antigas (etnovariedades), variedades melhoradas e variedades silvestres do mesmo gênero da cultura. Em função de reunirem ao mesmo tempo constituições genéticas de diferentes origens e de distintos níveis de melhoramento, podem constituir-se em ótimas fontes de genes para os programas de melhoramento genético. Entretanto, para que toda essa variabilidade seja utilizada com frequência e eficiência, é necessário que o pesquisador conheça profundamente o germoplasma disponível em relação à variabilidade e ao seu desempenho *per se*.

A caracterização do germoplasma é o ponto de partida para que o pesquisador defina quais acessos serão incluídos na etapa de avaliação agrônômica. Portanto, primeiramente é feita uma caracterização mais ampla do germoplasma para posteriormente definir com maior objetividade os acessos que serão submetidos à etapa da avaliação. Nessa etapa, os acessos são estudados em experimentos mais elaborados com delineamento experimental e que permitem estudo do desempenho dos genótipos em relação aos principais caracteres de interesse ([HIDALGO, 2003](#)).



A caracterização do germoplasma pode ser realizada por meio do emprego de caracteres fenotípicos (agronômicos e descritores morfológicos), dados de passaporte e marcadores moleculares. Entre tais, a de mais fácil utilização e a mais barata é a ferramenta dados de passaporte, desde que essas informações estejam disponíveis, o que não ocorre para grande parte dos acessos da maioria dos bancos de germoplasma do Brasil. A utilização de marcadores moleculares na caracterização de germoplasma de mandioca vem crescendo nos últimos anos, principalmente, em função de eles não sofrerem influência do ambiente e possibilitarem a geração de uma grande quantidade de informação referente ao genoma da espécie em estudo ([MÜHLEN et al., 2000](#); [COLOMBO et al., 2000](#); [CARVALHO; ACHAAL, 2001](#); [ELIAS et al., 2001a](#); [ZACCARIAS et al., 2004](#)). Apesar de ter reduzido nos últimos anos, o custo de obtenção dos marcadores moleculares ainda é o principal entrave para a sua utilização em larga escala. Entre os caracteres fenotípicos, os agronômicos, apesar de sua grande importância, não são muito adequados para a caracterização de germoplasma em função de serem muito influenciados pelo ambiente, o que exige a avaliação dos acessos em experimentos elaborados, com delineamento experimental, de preferência em vários locais ([ELIAS et al., 2001a](#)), dificultando a sua utilização. Dessa forma, cresce a importância do uso dos descritores morfológicos na caracterização do germoplasma, por serem relativamente de fácil aferição, baratos e menos influenciados pelo ambiente do que os caracteres agronômicos.

O objetivo deste estudo foi estimar a variabilidade genética presente entre 356 acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados em relação a 27 descritores morfológicos, estabelecer quais desses evidenciam uma maior entropia e agrupar os acessos em função da sua dissimilaridade genética.

## **Material e Métodos**

No ano de 2004, 356 acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados ([Tabela 1](#)) foram caracterizados por meio dos 27 descritores morfológicos da cultura ([Tabela 2](#)). As avaliações seguiram as



recomendações de [Fukuda e Guevara \(1998\)](#). Anteriormente, 256 acessos desse banco de germoplasma haviam sido caracterizados, como mandioca mansa ou brava, em função do teor de HCN em suas raízes ([FIALHO et al., 1999](#)).

**Tabela 1.** Relação dos 356 acessos avaliados e seus nomes comuns.

Número	Nome vulgar	Número	Nome vulgar
1	IAC 117-66	32	EAB - 670
2	IAC 14-18	33	EAB - 673
3	IAC 105-66 (Caapora)	34	EAB - 675
4	IAC 1416-67 (Yara)	35	EAB - 688
5	SRT - 59 (Pirassununga)	36	EAB - 331
6	Engana Ladrão	37	EAB - 321
7	Sertaneja	38	EAB - 484
8	IAC 7-127 (Iracema)	39	EAB - 635
9	Preta do Quilombo	40	EAB - 786
10	IAC 24-2 (Mantiqueira)	41	EAB - 858
11	Branca de Santa Catarina	42	EAB - 887
12	Ponta Porã Amarela	43	EAB - 918
13	IAC 352-6	44	EAB - 954
14	Cacau Vermelho	45	EAB - 1011
15	Sonora	46	EAB - 81
16	Clone EAB- 213	47	EAB - 551
17	EAB-642	48	EAB - 875
18	EAB-645	49	Manjari
19	CM - 305/1	50	Taquari
20	CM - 305/2	51	IAC 352-7 (Jaçanã)
21	CM - 375/2	52	IAC 12-829
22	CM - 367/3	53	IAC 5-66
23	CM - 425/5	54	IAC 5-165
24	CM - 367/6	55	SRT 1012
25	CM - 424/11	56	CPAC - 18
26	CMC - 99	57	CPAC - 22
27	SM - 82/1	58	CPAC - 42
28	EAB - 646	59	CPAC - 91
29	EAB - 647	60	CPAC - 97
30	EAB - 653	61	CPAC - 103
31	EAB - 649	62	CPAC - 111

continua...

Tabela 1. Continuação.

Número	Nome vulgar	Número	Nome vulgar
63	CPAC - 38	101	-
64	CPAC - 54	102	-
65	CPAC - 114	103	-
66	Clone 247	104	-
67	Clone 333	105	-
68	Clone 7-127	106	-
69	Santa Catarina I	107	-
70	Variedade	108	-
71	Tupim Branco	109	-
72	IAC 5136	110	-
73	Mucuri	111	-
74	IAC 112-66	112	EAB Local
75	Mameluca - I	113	-
76	Prata com folha Miúda	114	Sulista
77	Juriti	115	-
78	Chifre de Bode	116	-
79	Mameluco	117	-
80	Casca Dura	118	-
81	Paraguaiana-R-18	119	-
82	Varjão	120	Branquinha
83	Roxinha - I	121	-
84	IAC 7-158	122	Vassourinha
85	Vermelhinha da Caçimbas	123	IAC 114-80
86	Arrebenta Burro	124	Branca
87	Olho Roxo	125	-
88	CM - 424/5	126	Cacau
89	CMC 99	127	Branca
90	IAC 105-66	128	Aipim Saracura
91	Olho Branco	129	Aipim Rosa
92	Japonês	130	Descoberta
93	Mandioca Ferro	131	Três Meses
94	IAC 576-70	132	Aipim Casca Roxa
95	Cacau	133	Mameluca
96	-	134	Aipim Manteiga
97	-	135	Aipim Paraguai
98	-	136	Cenoura Rosada
99	-	137	-
100	-	138	Cacau

continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Número	Nome vulgar	Número	Nome vulgar
139	-	177	Cacau
140	-	178	Piranga
141	Branca	179	-
142	-	180	-
143	De Fritar	181	Engana Tatu
144	Cacau Água Morna	182	-
145	-	183	Sabará
146	-	184	Amarelinha
147	-	185	-
148	-	186	Saracura
149	-	187	Desgaiada
150	-	188	Pão Doce
151	-	189	-
152	Manteiga	190	Pão Doce
153	Amarelinha	191	-
154	Rainha	192	Amarela
155	Sequeira	193	Sertaneja
156	Folha Redonda	194	Pão da China
157	Cacau	195	Paulistinha
158	-	196	-
159	Sertaneja	197	-
160	Cacau	198	-
161	Pão Doce	199	-
162	Chitinha	200	-
163	Cacau	201	-
164	-	202	Cacau
165	-	203	-
166	-	204	-
167	Cacau	205	-
168	Congonhas	206	-
169	-	207	-
170	Folha Fina	208	-
171	Cacau Branca	209	-
172	Canela de Urubu	210	-
173	-	211	-
174	Cacau	212	-
175	Pão dos Anjos	213	-
176	Cacau	214	Cacau

continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Número	Nome vulgar	Número	Nome vulgar
215	Cacau	252	IAC 14-06-7
216	-	253	CM 430-37
217	-	254	CPAC-111
218	Cacau	255	Rio Verde
219	Americana	256	Amarela
220	-	257	Sr. Amaro
221	-	258	09/12-818
222	Mandioca de Metro	259	08/118
223	-	260	Janaúba
224	-	261	Engana Ladrão
225	-	262	Barrinha
226	-	263	Vassourinha
227	-	264	EEU 248/89
228	Pé de Burro	265	B 696
229	Chitinha	266	B 646 (IAPAR 19)
230	-	267	B 860(Pêssego Amarelo)
231	Pão da China	268	B 656
232	Cacau	269	B 751
233	Pão de Queijo	270	Aipim Gigante
234	Pão Doce	271	Taguari
235	Manteiga	272	Casca Roxa
236	Pão do Chile	273	Apronta a mesa
237	-	274	-
238	-	275	M 342 (MBRA 731)
239	-	276	B 144 (Bahia Preta P9)
240	-	277	BGM 204
241	-	278	M 369 (MBRA 715)
242	-	279	B 070 (S2-1125)
243	Buriti	280	M 327 (CG 165-2)
244	-	281	EEU 270/89
245	Sabará	282	EEU 326/89
246	Cacau	283	Prata
247	SACRI I	284	-
248	Pioneira	285	Mico
249	Sutinga	286	Pernambucana
250	IAC 5/36	287	Branca
251	Ibruxeiro	288	-

continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Número	Nome vulgar	Número	Nome vulgar
289	Pé-de-negro	323	-
290	UnB	324	-
291	Vassourinha	325	-
292	-	326	-
293	-	327	-
294	-	328	-
295	Clone CPAC	329	-
296	Clone CPAC	330	-
297	-	331	-
298	Brasília	332	-
299	Clone CPAC	333	-
300	Clone CPAC	334	-
301	Clone CPAC	335	-
302	Ceolina	336	-
303	Pé de Negro	337	-
304	-	338	-
305	Clone CPAC	339	-
306	Clone CPAC	340	-
307	Clone CPAC	341	-
308	Aipim Folha estreita	342	-
309	-	343	-
310	-	344	-
311	-	345	-
312	-	346	-
313	-	347	-
314	Joaquinzinha	348	-
315	IAC 13	349	-
316	“Pão da China”	350	-
317	Cacau	351	-
318	Polpa Branca	352	-
319	GP	353	-
320	-	354	-
321	-	355	-
322	-	356	-

- nome vulgar não conhecido.

Com base nos dados aferidos a campo, foi estimado o nível de entropia dos caracteres (H) por meio do coeficiente de entropia de Renyi  $H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$ , em que: a entropia é uma medida da frequência da distribuição de (n) acessos  $P = (p_1, p_2 \dots p_s)$ , sendo:  $p_1 = f_1/n$  e  $(p_1 + p_2 + \dots + p_s = 1)$  desde que  $(n = f_1 + f_2 + \dots + f_s)$ , em que  $f_1, f_2, \dots f_n$ , são as contagens de cada uma das classes (s) no descritor considerado. Essa estimativa da entropia foi realizada com o auxílio do programa Multiv v.2.3 (PILLAR, 1997). A entropia de um determinado descritor será tão maior quanto maior for o número de classes fenotípicas desse e quanto mais homogêneo for o balanço entre a frequência dos acessos nas diferentes classes fenotípicas. Ou seja, para um descritor morfológico com duas classes fenotípicas, a maior entropia ocorrerá quando ambas as classes apresentarem 50 % dos acessos avaliados.

Foi estimada a similaridade genética (SG) entre todos os pares de acessos por meio do índice de coincidência simples. A matriz de similaridade foi transformada em uma matriz de dissimilaridade genética (DG) por meio do complemento da matriz de similaridade genética ( $DG = 1 - SG$ ). Posteriormente, com base na matriz de dissimilaridade genética, os acessos foram agrupados, pelo método de otimização de Tocher, sendo que tal método é baseado na premissa da existência de homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre os grupos. As análises foram realizadas por meio do programa Genes (CRUZ, 2001).

## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos evidenciaram que os acessos de mandioca mantidos no banco de germoplasma da Embrapa Cerrados apresentam variabilidade genética, uma vez que, entre os 27 caracteres avaliados, somente para o caráter hábito de crescimento de caule não foi detectada variabilidade, já que nenhum dos acessos expressou crescimento em ziguezague (Tabela 2). Os resultados permitem o estabelecimento da hipótese de que os acessos de mandioca possuem ampla base genética, tal variabilidade pode ser explicada pelo fato de os pequenos agricultores, em especial, terem sempre mantido elevada variabilidade genética sob cultivo, uma vez que eles

normalmente cultivam grande número de genótipos de forma conjunta e constantemente introduzem novos genótipos aos seus cultivos (BELLON, 1996; SAMBATTI et al., 2000). Ademais, pequenos agricultores raramente descartam etnovariedades pouco produtivas, mesmo que tenham que as manter sob baixa frequência, na esperança que elas venham a tornarem-se produtivas sob condições climáticas diferentes (PERONI et al., 1999; FREGENE et al., 2003). Além disso, como a mandioca apresenta reprodução sexual, ela pode gerar recombinantes que, inicialmente, propagam-se por sementes e que são incorporados ao sistema de cultivo e mantidos por propagação assexuada, incrementando, assim, a base genética sob cultivo (BOSTER, 1984; MARTINS, 1994; SALICK et al., 1997; ELIAS et al., 2001b). Como o banco de germoplasma deve refletir parte da variabilidade da cultura, era esperada a existência dessa variabilidade genética no banco de germoplasma da Embrapa Cerrados.

**Tabela 2.** Caracteres avaliados, classes fenotípicas, frequência de acessos em cada uma das classes e entropia dos caracteres (H).

Caráter	Classes fenotípicas	Frequência dos acessos (%)	Entropia (H)
Cor da folha apical	Verde claro	25 %	1,27
	Verde escuro	20 %	
	Verde arroxeadado	44 %	
	Roxo	11 %	
Pubescência do broto apical	Ausente	61 %	0,67
	Presente	39 %	
Forma do lóbulo central	Ovóide	1 %	1,60
	Elíptica-lanceolada	26 %	
	Obovada-lanceolada	4 %	
	Oblongo-lanceolada	10 %	
	Lanceolada	43 %	
	Linear	7 %	
	Pandurada	1 %	
	Linear-piramidal	4 %	
	Linear-pandurada	4 %	

continua...



**Tabela 2.** Continuação.

Caráter	Classes fenotípicas	Frequência dos acessos (%)	Entropia (H)
Cor do pecíolo	Verde amarelado	2 %	1,64
	Verde	12 %	
	Verde avermelhado	21 %	
	Vermelho esverdeado	18 %	
	Vermelho	27 %	
	Roxo	19 %	
Cor do córtex do caule	Amarelo	5 %	0,84
	Verde claro	39 %	
	Verde escuro	56 %	
Cor externa do caule	Laranja	2 %	1,67
	Verde amarelado	1 %	
	Dourado	12 %	
	Marrom claro	19 %	
	Prateado	27 %	
	Cinza	23 %	
	Marrom escuro	17 %	
Comprimento da filotaxia	Curto (< 8 cm)	20 %	0,61
	Médio (8-15 cm)	78 %	
	Longo (> 15 cm)	3 %	
Presença de pedúnculo nas raízes	Séssil	15 %	0,96
	Pedunculada	57 %	
	Misto (ambos)	28 %	
Cor externa da raiz	Branco ou creme	15 %	1,03
	Amarelo	0,3 %	
	Marrom claro	40 %	
	Marrom escuro	45 %	
Cor do córtex da raiz	Branco ou creme	60 %	1,11
	Amarelo	14 %	
	Rosado	14 %	
	Roxo	12 %	

continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Caráter	Classes fenotípicas	Frequência dos acessos (%)	Entropia (H)
Cor da polpa da raiz	Branca	79 %	0,59
	Creme	3 %	
	Amarela	18 %	
Textura da epiderme da raiz	Lisa	16 %	0,44
	Rugosa	84 %	
Floração	Ausente	15 %	0,42
	Presente	85 %	
Cor da folha desenvolvida	Verde claro	33 %	0,63
	Verde escuro	67 %	
Número de lóbulos	Três lóbulos	0,3 %	0,88
	Cinco lóbulos	12 %	
	Sete lóbulos	66 %	
	Nove lóbulos	22 %	
Cor da epiderme do caule	Creme	10 %	0,86
	Marrom claro	26 %	
	Marrom escuro	64 %	
Hábito de crescimento caule	Reto	100 %	0 de
	Zig-zag	-	
Cor dos ramos principais nas plantas adultas	Verde	24 %	0,68
	Verde-arroxeadado	73 %	
	Roxo	3 %	
Constrições da raiz	Nenhuma ou poucas	84 %	0,46
	Médias	16 %	
	Muitas	0,3 %	
Posição do pecíolo	Inclinado para cima	10 %	0,73
	Horizontal	79 %	
	Inclinado para baixo	8 %	
	Irregular	4 %	

continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Caráter	Classes fenotípicas	Frequência dos acessos (%)	Entropia (H)
Forma da raiz	Cônica	2 %	1,14
	Cônica-cilíndrica	29 %	
	Cilíndrica	44 %	
	Irregular	24 %	
Tipo de planta	Compacta	41 %	1,07
	Aberta	4 %	
	Guarda sol	45 %	
	Cilíndrica	10 %	
Comprimento médio da raiz	Curta (< 20 cm)	16 %	1,02
	Intermediária (20-30 cm)	47 %	
	Longa (> 30 cm)	37 %	
Diâmetro médio da raiz	Finas (< 5 cm)	77 %	0,57
	Intermediária (5-8 cm)	22 %	
	Grossa (> 8 cm)	1 %	
Destaque da película da raiz	Fácil	69 %	0,62
	Difícil	31 %	
Destaque do córtex da raiz	Fácil	20 %	0,50
	Difícil	8 0%	
Posição das raízes	Tendência vertical	54 %	0,94
	Tendência horizontal	35 %	
	Irregular	11 %	

Entre os caracteres aferidos, alguns evidenciaram baixa entropia: (i) hábito de crescimento do caule (0), o que permite o estabelecimento da hipótese de que, durante o processo de domesticação da cultura, tenha sido dada preferência aos genótipos com crescimento reto do caule; (ii) floração (0,42), o que é reflexo de a maioria dos acessos apresentarem floração, indicando que a manutenção do processo de reprodução sexual é importante para a espécie, uma vez que esse tipo de reprodução possibilita a recombinação entre genótipos e a criação de constituições genéticas

favoráveis e possibilita, portanto, maior plasticidade à espécie, sendo importante do ponto de vista evolutivo ([KERR; CLEMENT, 1980](#); [IGLESIAS et al., 1994](#); [ELIAS et al., 2001b](#)); (iii) textura da epiderme da raiz (0,44); (iv) contrações da raiz (0,46); (v) destaque do córtex da raiz (0,5); (vi) diâmetro médio da raiz (0,57); (vii) cor da polpa da raiz (0,59); (viii) comprimento da filotaxia (0,61); (ix) destaque da película da raiz (0,62) e (x) cor da folha desenvolvida (0,63). Em relação aos demais caracteres que evidenciaram baixa entropia, os resultados obtidos apontam para um cenário de preferência dos povos que domesticaram a cultura por alguns caracteres, que, em dado momento, foram importantes, como: raízes sem contrações e com textura rugosa, cor da polpa branca, destaque fácil da película e menor diâmetro ([Tabela 2](#)). Entretanto, tal cenário não se confirmou para o destaque do córtex da raiz, uma vez que a maioria dos acessos do banco evidenciou difícil destaque do córtex da raiz. Contudo, dois caracteres que aparentemente não evidenciam importância econômica nem evolutiva para a espécie também expressaram baixa entropia, em função de a maioria dos acessos do banco apresentarem comprimento médio da filotaxia e cor verde escuro da folha desenvolvida ([Tabela 2](#)).

Entre os caracteres aferidos, alguns merecem destaque por expressarem elevada entropia: cor externa do caule (1,67); cor do pecíolo (1,64); forma do lóbulo central (1,60) e cor da folha apical (1,27). Esses caracteres apresentam em comum o fato de não evidenciarem interesse agrônômico, o que provavelmente fez com que fossem pouco visados no processo de seleção realizado tanto de forma consciente (melhoristas) como inconsciente (início da domesticação da espécie), permitindo que mantivessem elevada variabilidade de classes. Entretanto, dois caracteres de interesse agrônômico revelaram elevada entropia: forma da raiz (1,14) e cor do córtex da raiz (1,11). Em relação à forma da raiz, a elevada entropia é em função de grande parte dos acessos possuírem raiz de forma cônica-cilíndrica, cilíndrica ou irregular. No entanto, poucos acessos evidenciaram raízes cônicas, o que pode ser explicado pelo fato de as raízes de forma cônica serem as de menor interesse agrônômico. Em relação à cor do córtex da raiz, a maioria dos acessos apresenta a coloração branca, havendo, entretanto, equilíbrio entre as colorações amarelo, rosada e roxo.

Provavelmente, esse equilíbrio seja reflexo de não ter havido clara preferência quanto à cor do córtex das raízes por parte dos povos que domesticaram a cultura, muito embora, hoje, os melhoristas que selecionam cultivares para a indústria dêem preferência para raízes com córtex branco.

Entre os caracteres avaliados, alguns são de grande importância para o melhoramento. Entre eles, destacam-se: (i) cor da polpa da raiz: 18 % dos acessos evidenciaram cor de polpa amarela, sendo que, em especial na região do Cerrado, agricultores e os consumidores têm preferência por plantas de polpa amarela, enquanto a grande maioria evidenciou cor de polpa branca (principalmente) ou creme; (ii) constrictões nas raízes: os programas de melhoramento genético buscam cultivares com poucas constrictões e 84 % dos acessos expressaram tal fenótipo; (iii) comprimento médio das raízes: os melhoristas de mandioca têm preferência por cultivares com raízes de tamanho médio e 47 % dos acessos do banco expressaram tal caráter; (iv) destaque da película e do córtex da raiz: para esses caracteres o ideal são constituições genéticas com destaque fácil e foi observado que 69 % dos acessos apresentam destaque fácil da película da raiz, porém 80 % apresentam destaque difícil do córtex; (v) presença de pedúnculo nas raízes: o ideal são constituições genéticas com pedúnculo curto e 57 % dos acessos evidenciam a presença de pedúnculos; (vi) cor externa da raiz e do córtex da raiz: tais caracteres começaram a ter importância agrônômica a pouco tempo, sendo que o ideal para a indústria são acessos de cor do córtex e externa da raiz branca e 15 % dos acessos apresentam cor externa da raiz branca ou creme e 60 % cor do córtex branca ou creme, enquanto, para a produção de mandioca de mesa, são preferidas as mandiocas com coloração externa da raiz marrom claro ou escuro e 85 % dos acessos evidenciam tais caracteres (Tabela 2). Tal cenário sugere que alguns acessos possam ser úteis como genitores em programas de melhoramento, uma vez que grande número deles apresenta caracteres desejáveis do ponto de vista agrônômico, além de ter sido detectada a presença de elevada variabilidade genética entre os acessos estudados.

Uma das grandes motivações dos pesquisadores que realizam a caracterização de germoplasma é a identificação de possíveis duplicatas em seus

bancos de germoplasma (KRESOVICH; McFERSON, 1992). Os resultados obtidos indicaram que possivelmente não existem duplicatas no banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados, uma vez que nenhum dos acessos caracterizados evidenciou uma similaridade de 100 %, considerando-se os 27 descritores morfológicos.

A análise de agrupamento de Tocher distribuiu os 356 acessos de mandioca avaliados em 34 grupos distintos em função da sua similaridade genética (Tabela 3). Foi formado um grupo constituído por 99 acessos, 5 grupos medianos constituídos de 37 a 24 acessos e 28 grupos pequenos formados por menos de 13 acessos. Entre os grupos pequenos, seis foram formados por apenas um acesso, o que indica que tais acessos são os mais divergentes em relação aos demais.

**Tabela 3.** Grupos de acessos estabelecidos pelo método de Tocher, com base na dissimilaridade genética, número de acessos em cada grupo e a dissimilaridade genética média dentro de cada grupo.

Grupo	Acessos	Número de acessos	Dissimilaridade média intragrupo
1	1 <sup>m</sup> , 3 <sup>nd</sup> , 11 <sup>m</sup> , 42 <sup>m</sup> , 48 <sup>m</sup> , 69 <sup>m</sup> , 81 <sup>b</sup> , 85 <sup>m</sup> , 108 <sup>m</sup> , 103 <sup>m</sup> , 112 <sup>m</sup> , 124 <sup>m</sup> , 142 <sup>m</sup> , 148 <sup>b</sup> , 158 <sup>m</sup> , 162 <sup>m</sup> , 181 <sup>m</sup> , 205 <sup>m</sup> , 230 <sup>m</sup> , 238 <sup>m</sup> , 255 <sup>m</sup> , 260 <sup>nd</sup> , 261 <sup>m</sup> , 263 <sup>m</sup> , 276 <sup>b</sup> , 279 <sup>b</sup> , 283 <sup>b</sup> , 304 <sup>nd</sup> , 305 <sup>nd</sup> , 308 <sup>nd</sup> , 311 <sup>nd</sup> , 312 <sup>nd</sup> , 313 <sup>nd</sup> , 314 <sup>nd</sup> , 315 <sup>nd</sup> , 341 <sup>nd</sup> e 356 <sup>nd</sup>	37	0,38
2	16 <sup>m</sup> , 18 <sup>m</sup> , 19 <sup>b</sup> , 27 <sup>m</sup> , 34 <sup>m</sup> , 44 <sup>b</sup> , 47 <sup>b</sup> , 55 <sup>b</sup> , 56 <sup>m</sup> , 57 <sup>m</sup> , 59 <sup>b</sup> , 60 <sup>nd</sup> , 62 <sup>m</sup> , 64 <sup>m</sup> , 65 <sup>m</sup> , 70 <sup>b</sup> , 71 <sup>b</sup> , 73 <sup>m</sup> , 74 <sup>b</sup> , 75 <sup>b</sup> , 84 <sup>m</sup> , 88 <sup>m</sup> , 94 <sup>m</sup> , 105 <sup>m</sup> , 113 <sup>b</sup> , 114 <sup>m</sup> , 116 <sup>m</sup> , 117 <sup>m</sup> , 119 <sup>m</sup> , 121 <sup>m</sup> , 122 <sup>b</sup> , 123 <sup>m</sup> , 125 <sup>m</sup> , 126 <sup>m</sup> , 128 <sup>m</sup> , 136 <sup>m</sup> , 140 <sup>b</sup> , 143 <sup>m</sup> , 145 <sup>m</sup> , 146 <sup>b</sup> , 147 <sup>m</sup> , 153 <sup>m</sup> , 155 <sup>m</sup> , 164 <sup>m</sup> , 170 <sup>nd</sup> , 176 <sup>m</sup> , 189 <sup>m</sup> , 195 <sup>m</sup> , 201 <sup>m</sup> , 203 <sup>m</sup> , 208 <sup>m</sup> , 211 <sup>m</sup> , 212 <sup>nd</sup> , 213 <sup>b</sup> , 216 <sup>m</sup> , 217 <sup>m</sup> , 218 <sup>nd</sup> , 225 <sup>b</sup> , 233 <sup>m</sup> , 246 <sup>nd</sup> , 248 <sup>nd</sup> , 250 <sup>nd</sup>		

continua...

Tabela 3. Continuação.

Grupo	Acessos	Número de acessos	Dissimilaridade média intragrupo
2	252 <sup>m</sup> , 254 <sup>m</sup> , 259 <sup>nd</sup> , 262 <sup>nd</sup> , 266 <sup>m</sup> , 268 <sup>m</sup> , 271 <sup>m</sup> , 272 <sup>m</sup> , 274 <sup>m</sup> , 277 <sup>m</sup> , 282 <sup>m</sup> , 285 <sup>b</sup> , 286 <sup>m</sup> , 289 <sup>b</sup> , 290 <sup>nd</sup> , 292 <sup>m</sup> , 295 <sup>m</sup> , 296 <sup>b</sup> , 297 <sup>nd</sup> , 298 <sup>nd</sup> , 301 <sup>nd</sup> , 307 <sup>nd</sup> , 319 <sup>nd</sup> , 320 <sup>nd</sup> , 323 <sup>nd</sup> , 329 <sup>nd</sup> , 332 <sup>nd</sup> , 333 <sup>nd</sup> , 335 <sup>nd</sup> , 336 <sup>nd</sup> , 337 <sup>nd</sup> , 338 <sup>nd</sup> , 339 <sup>nd</sup> , 342 <sup>nd</sup> , 349 <sup>nd</sup> , 351 <sup>nd</sup> e 352 <sup>nd</sup>	99	0,37
3	4 <sup>nd</sup> , 8 <sup>b</sup> , 13 <sup>m</sup> , 15 <sup>b</sup> , 21 <sup>nd</sup> , 26 <sup>m</sup> , 29 <sup>m</sup> , 30 <sup>m</sup> , 31 <sup>b</sup> , 32 <sup>m</sup> , 33 <sup>b</sup> , 36 <sup>b</sup> , 38 <sup>b</sup> , 40 <sup>b</sup> , 52 <sup>m</sup> , 63 <sup>b</sup> , 67 <sup>m</sup> , 68 <sup>m</sup> , 72 <sup>m</sup> , 89 <sup>nd</sup> , 95 <sup>m</sup> , 96 <sup>b</sup> , 99 <sup>m</sup> , 104 <sup>m</sup> , 111 <sup>m</sup> , 130 <sup>b</sup> , 154 <sup>m</sup> , 156 <sup>b</sup> , 157 <sup>m</sup> , 166 <sup>b</sup> , 175 <sup>m</sup> , 177 <sup>m</sup> , 186 <sup>m</sup> , 191 <sup>m</sup> e 224 <sup>m</sup>	35	0,37
4	46 <sup>m</sup> , 93 <sup>m</sup> , 97 <sup>m</sup> , 129 <sup>m</sup> , 138 <sup>nd</sup> , 144 <sup>m</sup> , 151 <sup>m</sup> , 159 <sup>m</sup> , 160 <sup>m</sup> , 163 <sup>m</sup> , 167 <sup>m</sup> , 173 <sup>m</sup> , 174 <sup>m</sup> , 185 <sup>m</sup> , 188 <sup>m</sup> , 194 <sup>b</sup> , 207 <sup>m</sup> , 214 <sup>m</sup> , 215 <sup>m</sup> , 219 <sup>b</sup> , 220 <sup>m</sup> , 231 <sup>m</sup> , 232 <sup>m</sup> , 242 <sup>m</sup> , 264 <sup>m</sup> , 269 <sup>m</sup> , 270 <sup>m</sup> , 303 <sup>nd</sup> , 316 <sup>nd</sup> , 317 <sup>nd</sup> e 340 <sup>nd</sup>	31	0,37
5	6 <sup>b</sup> , 45 <sup>m</sup> , 98 <sup>m</sup> , 101 <sup>b</sup> , 102 <sup>m</sup> , 107 <sup>m</sup> , 109 <sup>m</sup> , 115 <sup>m</sup> , 132 <sup>m</sup> , 150 <sup>m</sup> , 168 <sup>m</sup> , 182 <sup>m</sup> , 204 <sup>m</sup> , 222 <sup>m</sup> , 228 <sup>b</sup> , 229 <sup>m</sup> , 234 <sup>m</sup> , 236 <sup>m</sup> , 237 <sup>nd</sup> , 243 <sup>m</sup> , 247 <sup>nd</sup> , 275 <sup>b</sup> , 299 <sup>nd</sup> e 310 <sup>nd</sup>	24	0,38
6	5 <sup>m</sup> , 7 <sup>nd</sup> , 9 <sup>b</sup> , 10 <sup>nd</sup> , 20 <sup>nd</sup> , 22 <sup>nd</sup> , 23 <sup>nd</sup> , 24 <sup>nd</sup> , 25 <sup>nd</sup> , 28 <sup>b</sup> , 35 <sup>b</sup> , 39 <sup>m</sup> , 53 <sup>m</sup> , 54 <sup>b</sup> , 78 <sup>b</sup> , 87 <sup>b</sup> , 90 <sup>m</sup> , 92 <sup>m</sup> , 100 <sup>m</sup> , 133 <sup>b</sup> , 135 <sup>m</sup> , 152 <sup>nd</sup> , 169 <sup>m</sup> , 178 <sup>m</sup> , 267 <sup>m</sup> e 294 <sup>m</sup>	26	0,38
7	134 <sup>nd</sup> , 137 <sup>nd</sup> , 223 <sup>nd</sup> , 258 <sup>nd</sup> , 284 <sup>m</sup> , 306 <sup>nd</sup> , 325 <sup>nd</sup> , 347 <sup>nd</sup> e 353 <sup>nd</sup>	9	0,36
8	190 <sup>m</sup> , 193 <sup>m</sup> , 226 <sup>m</sup> , 241 <sup>m</sup> , 244 <sup>m</sup> , 251 <sup>nd</sup> , 257 <sup>m</sup> , 288 <sup>nd</sup> , 291 <sup>m</sup> , 309 <sup>nd</sup> , 327 <sup>nd</sup> , 328 <sup>nd</sup> e 334 <sup>nd</sup>	13	0,32
9	12 <sup>m</sup> , 37 <sup>b</sup> , 61 <sup>b</sup> , 80 <sup>m</sup> , 83 <sup>b</sup> , 118 <sup>m</sup> , 120 <sup>nd</sup> , 141 <sup>m</sup> , 149 <sup>m</sup> e 165 <sup>m</sup>	10	0,34

continua...



Tabela 3. Continuação.

Grupo	Acessos	Número de acessos	Dissimilaridade média intragrupo
10	187 <sup>m</sup> , 202 <sup>nd</sup> , 210 <sup>b</sup> e 273 <sup>m</sup>	4	0,31
11	58 <sup>m</sup> , 77 <sup>b</sup> , 79 <sup>b</sup> , 86 <sup>m</sup> , 91 <sup>m</sup> e 161 <sup>m</sup>	6	0,33
12	184 <sup>m</sup> , 196 <sup>m</sup> , 206 <sup>m</sup> , 221 <sup>m</sup> , 324 <sup>nd</sup> , 330 <sup>nd</sup> , 345 <sup>nd</sup> e 354 <sup>nd</sup>	8	0,38
13	198 <sup>m</sup> , 199 <sup>b</sup> , 245 <sup>m</sup> , 278 <sup>m</sup> , 280 <sup>m</sup> e 350 <sup>nd</sup>	6	0,37
14	127 <sup>m</sup> , 131 <sup>m</sup> , 171 <sup>m</sup> e 209 <sup>m</sup>	4	0,35
15	180 <sup>m</sup> , 197 <sup>m</sup> , 265 <sup>m</sup> e 348 <sup>nd</sup>	4	0,36
16	293 <sup>m</sup> , 300 <sup>nd</sup> , 322 <sup>nd</sup> e 331 <sup>nd</sup>	4	0,38
17	17 <sup>b</sup> , 76 <sup>m</sup> , 82 <sup>m</sup> e 183 <sup>m</sup>	4	0,37
18	43 <sup>m</sup> e 302 <sup>nd</sup>	2	0,30
19	50 <sup>m</sup> , 106 <sup>m</sup> , 110 <sup>m</sup> e 139 <sup>m</sup>	4	0,38
20	179 <sup>m</sup> , 346 <sup>nd</sup> , e 355 <sup>nd</sup>	3	0,35
21	200 <sup>m</sup> e 318 <sup>nd</sup>	2	0,33
22	235 <sup>nd</sup> , 240 <sup>m</sup> e 321 <sup>nd</sup>	3	0,38
23	287 <sup>m</sup> e 343 <sup>nd</sup>	2	0,33
24	2 <sup>nd</sup> e 14 <sup>m</sup>	2	0,41
25	41 <sup>b</sup> e 172 <sup>m</sup>	2	0,41
26	51 <sup>m</sup> e 249 <sup>nd</sup>	2	0,41
27	192 <sup>m</sup> e 256 <sup>nd</sup>	2	0,41
28	239 <sup>m</sup> e 344 <sup>nd</sup>	2	0,41
29	227 <sup>nd</sup>	1	-
30	281 <sup>nd</sup>	1	-
31	253 <sup>m</sup>	1	-
32	49 <sup>b</sup>	1	-
33	326 <sup>nd</sup>	1	-
34	66 <sup>m</sup>	1	-

\*Número do acesso, seguido por (m) mandioca mansa; (b) mandioca brava e (nd) não determinado, segundo [Fialho et al. \(1999\)](#).

Os acessos dentro de cada grupo apresentaram distância genética média inferior a 0,41, ou seja, a similaridade média dentro dos grupos foi superior a 0,59, o que permite que se admita que os grupos formados são homogêneos. O estabelecimento de grupos de genótipos com homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre grupos pode ser o ponto de partida para uma avaliação mais minuciosa dos acessos, visando ao seu aproveitamento de forma direta nos programas de melhoramento. Dessa forma, os resultados apontam para a possibilidade de o pesquisador amostrar genótipos pertencentes a grupos diferentes, que então poderão ser avaliados quanto a caracteres fenotípicos de interesse agrônômico em ensaios mais elaborados, com delineamento experimental e realizados em vários locais, visando à determinação do desempenho *per se* desses acessos (avaliação do germoplasma).

A divergência genética estimada por meio dos caracteres morfológicos não permitiu a separação dos acessos em relação a teor de HCN nas raízes (mansa x brava). A divisão de acessos de mandioca em mansa e brava não tem sido correlacionada com diferenças fenotípicas ([ROGERS; FLEMING, 1973](#); [MKUMBIRA et al., 2003](#)). Entretanto, por meio da utilização de marcadores moleculares tem sido possível a diferenciação de cultivares de mandioca de acordo com o teor de HCN nas raízes ([MKUMBIRA et al., 2003](#); [ELIAS et al., 2004](#)). Esse fato pode indicar que existem diferenças em nível de DNA entre as mandiocas bravas e mansas (*pools* gênicos diferentes). Entretanto, os caracteres morfológicos não estão relacionados com tal caráter, uma vez que acessam uma região menos abrangente do genoma. Outra explicação é que as diferenças morfológicas ocorrem principalmente em virtude da necessidade dos agricultores em diferenciar as cultivares ([BOSTER, 1984](#)). Apesar de os caracteres morfológicos utilizados neste estudo e no estudo de [Mkumbira et al. \(2003\)](#) não terem sido eficientes na separação de acessos de mandioca em mansa e brava, [Mkumbira et al. \(2003\)](#) relatam que os agricultores tradicionais apresentam uma elevada acurácia na diferenciação das cultivares de mandioca brava e mansa que eles mantêm sob cultivo, talvez em função de, intuitivamente, utilizarem caracteres morfológicos mais detalhados que os utilizados pelos pesquisadores.

## Conclusões

- 1) Os acessos de mandioca do banco de germoplasma da Embrapa Cerrados evidenciam elevada variabilidade genética com base em descritores morfológicos.
- 2) Os caracteres que evidenciam as maiores entropias são: cor externa do caule, cor do pecíolo, forma do lóbulo central e cor da folha apical.
- 3) Os caracteres que expressam as menores entropias são: hábito de crescimento do caule, floração, textura da epiderme da raiz e constrições da raiz.
- 4) Os 356 acessos foram divididos em 34 grupos distintos em função de sua similaridade genética.
- 5) Os caracteres morfológicos não são eficientes na diferenciação entre mandiocas mansas e bravas.

## Referências

- BELLON, M. R. The dynamics of crop intraspecific diversity: a conceptual framework at the farmer level. **Economic Botany**, v. 50, n. 1, p. 26-39, 1996.
- BOSTER, J. S. Classification, cultivation, and selection of Araguari cultivars of *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae). **Advances in Economic Botany**, v. 1, n. 1, p. 34-47, 1984.
- CARVALHO, L. J. C. B.; ACHAAL, B. A. Assessing genetic diversity in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germplasm collection in Brazil using PCR-based markers. **Euphytica**, v. 120, n. 1, p. 130-140, 2001.
- CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C. A.; PÉREZ, J. C.; DIXON, A. G. O. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**, v. 56, n. 4, p. 503-516, 2004.

COLOMBO, C.; SECOND, G.; CHARRIER, A. Diversity within American cassava germ plasm based on RAPD markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 1, p. 189-199, 2000.

CRUZ, C. D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora da UFV, 2001. 648 p.

ELIAS, M.; McKEY, D.; PANAUD, O.; ANSTETT, M. C.; ROBERT, T. Traditional management of cassava morphological and genetic diversity by the Makushi Amerindians (Guyana, South America): Perspectives for on-far conservation of crop genetic resources. **Euphytica**, v. 120, n. 1, p. 143-157, 2001a.

ELIAS, M.; MÜHLEN, G. S.; McKEY, D.; ROA, A. C.; THOME, J. Genetic diversity of traditional south american landraces os cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) an analysis using microsatellites. **Economic Botany**, v. 58, n. 2, p. 242-256, 2004.

ELIAS, M.; PENET, L.; VINDRY, P.; McKEY, D.; PANAUD, O.; ROBERT, T. Unmanaged sexual reproduction and the dynamics of genetic diversity of a vegetatively propagated crop plant, cassava (*Manihot esculenta* Crantz), in a traditional farming system. **Molecular Ecology**, v. 10, n. 8, p. 1895-1907, 2001b.

FIALHO, J. F.; PEREIRA, A. V.; FUKUDA, W.M.G.; COSTA, I. R. S. Conservação e avaliação de germoplasma de mandioca do cerrado. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE - SIRGEALC, 2., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. p. 53.

FREGENE, M. A.; SUAREZ, M.; MKUMBIRA, J.; KULEMBEKA, H.; NDEDYA, E.; KULAYA, A.; MITCHEL, S.; GULLBERG, U.; ROSLING, H.; DIXON, A. G. O.; DEAN, R.; KRESOVICH, S. Simple sequence repeat marker diversity in cassava landraces: genetic diversity and differentiation in an asexually progogated crop. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 107, n. 8, p. 1083-1093, 2003.

FUKUDA, W. M. G. **Banco de germoplasma de mandioca: manejo, conservação e caracterização**. Cruz das Almas: EMBRAPA – CNPMF, 1996. 103 p.

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

HIDALGO, R. Variabilidad genética y caracterización de espécies vegetales. In: FRANCO, T. L.; HIDALGO, R. (Ed.). **Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos**. Cali: IPGRI, 2003. 89 p.

IGLESIAS, C.; HERSHEY, C.; CALLE, F.; BOLANOS, A. Propagating cassava (*Manihot esculenta*) by sexual seed. **Experimental Agriculture**, v. 30, n. 3, p. 283-290, 1994.

KERR, W. E.; CLEMENT, C. R. Práticas agrícolas de consequências genéticas que possibilitariam aos índios da Amazônia uma melhor adaptação às condições ecológicas da região. **Acta Amazônica**, v. 10, n. 1, p. 251-261, 1980.

KRESOVICH, S.; McFERSON, J.R. Assessment and management of plant genetic diversity: considerations of intra and interspecific variation. **Field Crops Research**, v. 29, n. 3, p. 185-204, 1992.

LORENZI, J. O.; DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas: CATI, 1993. 41 p.

MARTINS, P. S. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of brazilian native plant species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, n. 1, p. 219-224, 1994.

MKUMBIRA, J.; CHIWONA-KARLTUN, L.; LAGERCRANTZ, U.; MAHUNGU, N. M.; SAKA, J.; MHONE, A.; BOKANGA, M.; BRIMER, L.; GULLBERG, U.; ROSLING, H. Classification of cassava into “bitter” and “cool” in Malawi: from farmer’s perception to characterization by molecular markers. **Euphytica**, v. 132, n. 1, p. 7-22, 2003.

MÜHLEN, G. S.; MARTINS, P. S.; ANDO, A. Variabilidade genética de etnovarietades de mandioca, avaliada por marcadores de DNA. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 319-328, 2000.

PERONI, N.; MARTINS, P. S.; ANDO, A. Diversidade inter- e intra-específica e uso de análise multivariada para morfologia da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): um estudo de caso. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 3, p. 587-595, 1999.

PILLAR, V. P. Multivariate exploratory analysis and randomization testing using Multiv. **Coenoses**, v. 12, n. 1, p. 145-148, 1997.

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

SALICK, J.; CELLINESE, N.; KNAPP, S. Indigenous diversity of cassava: generation, maintainance, use and loss among Amuesha, Peruvian upper Amazon. **Economic Botany**, v. 51, n. 1, p. 6-19, 1997.

SAMBATTI, J. B. M.; MARTINS, P. S.; ANDO, A. Distribuição da diversidade isoenzimática e morfológica da mandioca autóctone de Ubatuda. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p. 75-80, 2000.

ZACARIAS, A. M.; BOTHA, A. M.; LABUSCHAGNE, M. T.; BENESI, I. R. M. Characterization and genetic distance analysis of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germplasm form Mozambique using RAPD fingerprinting. **Euphytica**, v. 138, n. 1, p. 49-53, 2004.