



DIVERSIDADE GENÉTICA DE ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA UTILIZADAS NA REGIONAL JURUÁ, ACRE, PARA A FABRICAÇÃO DE FARINHA

1 **RESUMO:** A mandioca desempenha um papel de destaque econômico e social para o Estado
2 do Acre. A região do vale do Juruá (AC) é reconhecida pela produção de farinha de mandioca
3 de alta qualidade, fabricada artesanalmente. Para assessorar o processo de certificação de
4 origem, o objetivo do trabalho foi identificar por meio de marcadores microssatélites 15
5 etnovariedades de mandioca utilizadas na região para a fabricação de farinha. Cinco locos
6 microssatélites foram avaliados e apresentaram-se polimórficos, amplificando um total de 16
7 alelos com uma média de 3,2 alelos por loco. Os índices de heterozigosidades esperadas
8 foram moderadamente altos para a maioria dos locos, e variaram de 0,24 a 0,73, com um
9 valor médio de 0,48. Os valores de heterozigosidade observada variaram de 0,13 a 0,87, com
10 média de 0,48. Os valores de PIC variaram de 0,23 a 0,70, com um valor médio de 0,46. Na
11 análise de agrupamento, o dendrograma apresentou a formação de três grupos, com dois
12 subgrupos de plantas que apresentaram o mesmo perfil alélico. Dessa forma, os marcadores
13 utilizados foram eficientes para avaliar os genótipos coletados e apresentam-se como uma
14 alternativa frente aos descritores morfológicos para identificação de cultivares, uma vez que
15 podem existir inconsistências na identificação de cultivares entre diferentes produtores. Dessa
16 forma, a análise com marcadores moleculares identificou diversidade genética entre os
17 materiais e também detectou genótipos redundantes utilizados por produtores no Vale do
18 Juruá.

19 **Palavras-chave:** variabilidade, identificação genética, indicação geográfica

21 **GENETIC DIVERSITY OF FOLK VARIETIES OF CASSAVA USED IN** 22 **THE REGIONAL JURUÁ, ACRE, FOR THE FLOUR** 23 **MANUFACTURER**

24
25 **ABSTRACT:** Cassava plays a prominent economic and social role for the state of Acre. The
26 Juruá Valley region is renowned for the high quality of cassava flour produced, handcrafted
27 made. The objective of this work was to identify by microsatellite markers 15 landraces of
28 cassava mostly used in regional Juruá, Acre, for the manufacture of flour. Five microsatellite
29 loci were evaluated and they were polymorphic, which amplified a total of 16 alleles with an
30 average of 3.2 alleles per locus. Expected heterozygosity values were moderately high for
31 most loci, and ranged from 0.24 to 0.73, with a mean value of 0.486. The values of observed
32 heterozygosity comprised from 0.13 to 0.87, with an average of 0.48. The PIC values varied
33 from 0.23 0.70, with an average value of 0.46. In cluster analysis, the dendrogram presented
34 three groups, with two sub-groups of plants with the same allelic profile. Thus, the markers



35 were efficient to evaluate the collected genotypes and are available as an alternative to
36 morphological traits for cultivar identification, as there may be problems in identifying
37 cultivars from different producers. Thus, the analysis with molecular markers identified the
38 genetic diversity among the materials and also detected redundant genotypes used by farmers
39 in the Juruá Valley.

40 **KEYWORDS:** variability, genetic identification, geographic indication

41

42 **INTRODUÇÃO**

43 Embora a origem da mandioca ainda seja controversa, muitas suposições apontam a
44 região amazônica como o centro de origem, onde há grande variabilidade da espécie. A
45 diversidade genética da espécie tem sido caracterizada principalmente entre as variedades
46 cultivadas. O número de variedades encontradas em todo o mundo pode representar cerca de
47 7000 materiais, e em sua maioria são etnovariedades (“folk varieties”) mantidas por
48 agricultores tradicionais (MÜHLEN et al., 2000).

49 A cultura da mandioca desempenha importante papel econômico e social para o Estado
50 do Acre. A maior parte da produção é destinada à produção de farinha de mandioca, uma das
51 principais fontes energéticas na alimentação da população no Estado. A farinha mais
52 procurada pelos consumidores, por sua melhor qualidade, é a “farinha de Cruzeiro do Sul”. A
53 qualidade de uma farinha não depende apenas da região onde a mandioca é cultivada com
54 suas características próprias de solos e climas distintos, mas principalmente dos genótipos
55 utilizados nesse processo, da época de colheita e dos métodos de processamento utilizados na
56 produção.

57 No Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre, os genótipos utilizados foram
58 provenientes do processo de seleção feito informalmente pelos agricultores, com
59 nomenclaturas que podem variar de entre os produtores. Desta forma, busca-se definir as
60 características específicas ou comuns de uma cultivar ou ainda o número exato de genótipos
61 utilizados num mesmo local.

62 Assim, destaca-se a importância da caracterização molecular dessas cultivares,
63 buscando determinar a sua identidade genética, ou seja, a variabilidade genética e as
64 diferenças existentes entre elas, permitindo identificar materiais repetidos e com
65 denominações distintas. O objetivo do presente trabalho foi identificar por meio de
66 marcadores moleculares microssatélites as principais etnovariedades de mandioca utilizadas
67 na regional Juruá, no Estado do Acre, para a fabricação de farinha.

68

69 **MATERIAL E MÉTODOS**

70 Amostras de folhas de 15 etnovariedades foram coletadas no Vale do Juruá (AC) e
71 transportadas para o Laboratório de Morfogênese e Biologia Molecular da Embrapa Acre.
72 Todos os genótipos são mandiocas bravas, utilizadas para produção de farinha. A posição de
73 cada coleta foi registrada com as coordenadas de georreferenciamento, descrita na Tabela 1. O
74 processo de extração de DNA seguiu os procedimentos descritos por HOISINGTON et al.
75 (1994).

76 O DNA extraído foi quantificado em agarose (1%). As reações de amplificação foram
 77 feitas com cinco locos microssatélites desenvolvidos por Chavarriga-Aguirre et al. (1998).
 78 Os produtos de amplificação foram visualizados em agarose (3%) e aplicados em gel de
 79 poliacrilamida desnaturante a 6%. Em seguida, foi realizada a coloração com nitrato de prata
 80 (CRESTE et al., 2001).

81 As estimativas de heterozigosidade esperada (H_E) e observada (H_O), distâncias genéticas
 82 e agrupamento UPGMA (*Unweighed Pair Group Method Arithmetic Average*) foram
 83 analisados no *software* TFPGA.

84
 85 **Tabela 1.** Descrição dos genótipos testados e a posição do local de coleta. Embrapa, 2014.

	Genótipo	Região
1	Roxinha	Cruzeiro do Sul, 7°30'24" S, 72°48'15,8" W
2	Curumiem Doida	Cruzeiro do Sul, 7°30'2,5" S, 72°48'3,2" W
3	Branquinha	Cruzeiro do Sul, 7°30'2,5" S, 72°48'3,2" W
4	Curumiem Branca	Cruzeiro do Sul, 7°30'2,5" S, 72°48'3,2" W
5	Milagrosa	Cruzeiro do Sul, 7 30'6,8" S, 72 49'10,1" W
6	Pinhão Manso	Cruzeiro do Sul, 7 30'6,8" S, 72°49'10,1" W
7	Juriti	Cruzeiro do Sul, 7°30'6,8" S, 72°49'10,1" W
8	Boa Fé	Mâncio Lima, 7°35'5,8" S, 73°00'14,3" W
9	Curumiem Roxa	Mâncio Lima, 7 36'58" S, 73° 6'10,1" W
10	Mulatinha	Mâncio Lima, 7°36'58" S, 73°6'10,1" W
11	Santa Maria	Cruzeiro do Sul, 7°43'13,5" S, 72°24'47,7" W
12	Curumiem Torcida	Cruzeiro do Sul, 7°30'16,2" S, 72°42'31,2" W
13	Chico Anjo	Cruzeiro do Sul, 7°30'4,21" S, 72°48'49,72" W
14	Mansi Brava	Cruzeiro do Sul, 7°30'4,21" S, 72°48'49,72" W
15	Caboquinha	Cruzeiro do Sul, 7°30'4,21" S, 72°48'49,72" W

86

87 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

88 Os cinco locos microssatélites avaliados foram polimórficos e amplificaram um total
 89 de 16 alelos com uma média de 3,2 alelos por loco (Tabela 2). Mühlen et al. (2000), em
 90 estudos da variabilidade genética em etnovarietades de mandioca avaliadas por nove
 91 marcadores SSR, observaram média geral de 4,5 alelos por loco. O maior número de alelos
 92 encontrados por esses autores pode estar relacionado ao maior número de genótipos
 93 utilizados, no caso, foram 54 genótipos entre mandiocas bravas e de mesa.

94 As heterozigosidades esperadas foram moderadamente altas para a maioria dos locos, e
 95 variaram de 0,24 (GA12) a 0,73 (GA126), com um valor médio de 0,486. Os valores de
 96 heterozigosidade observada variaram de 0,13 (GA12) a 0,87 (GA57), com média de 0,480
 97 (Tabela 2). Os valores de PIC variaram de 0,23 (GA12) a 0,70 (Ag39), com um valor médio
 98 de 0,46. Dois locos apresentaram valores de PIC superiores a 0,5. Segundo a classificação
 99 definida por Botstein et al. (1980), marcadores com valores de PIC superiores a 0,5 são
 100 considerados altamente informativos.

101

102 **Tabela 2.** Descrição do polimorfismo dos cinco locos utilizados em 15 genótipos do Vale do
 103 Juruá (AC). N: número de alelos, H_E : heterozigosidade esperada, H_O : heterozigosidade
 104 observada e PIC: índice de conteúdo de polimorfismo. Embrapa, 2014.

Loco	N	H_E	H_O	PIC
GA12	3	0,24	0,13	0,23
GA16	2	0,51	0,40	0,49
GA57	3	0,58	0,87	0,56
GA126	6	0,73	0,67	0,70
GA134	2	0,37	0,33	0,36
Total	16			
Média	3,2	0,486	0,480	0,468

105

106 Com base na distância Modificada de Rogers os genótipos foram agrupados pelo
 107 método UPGMA (Figura 1). Realizou-se um corte de forma subjetiva considerando uma
 108 distância genética de 0,85. Verificou-se a formação de três grupos. O primeiro grupo foi
 109 formado por oito genótipos, sendo que seis materiais ficaram em dois subgrupos redundantes:
 110 a) com os materiais Chico Anjo, Mansi Brava, Curumiem Torcida e Curumiem Branca e b)
 111 com os genótipos Milagrosa e o Santa Maria. Além dos materiais redundantes, os genótipos
 112 Boa Fé e Curumien Doida ficaram dentro deste primeiro grupo. Na leitura da genotipagem, os
 113 materiais dos subgrupos redundantes apresentaram exatamente o mesmo perfil alélico em
 114 todos os locos utilizados.

115 Vale salientar que os acessos redundantes Chico Anjo e Mansi Brava são provenientes
 116 da mesma propriedade. Assim, é preciso considerar a proximidade do local de coleta e a
 117 possível mistura de materiais pelos produtores. Uma análise com coletas em outras
 118 propriedades poderia ser realizada no futuro para comparar as nomenclaturas de diferentes
 119 agricultores para os mesmos genótipos.

120 No segundo e terceiro grupo foram alocados quatro (Roxinha, Pinhão Manso,
 121 Caboquinha e Curumien Roxa) e três genótipos (Juriti, Mulatinha, Branquinha),
 122 respectivamente. Nestes grupos não houve redundância.

123

124

125

126

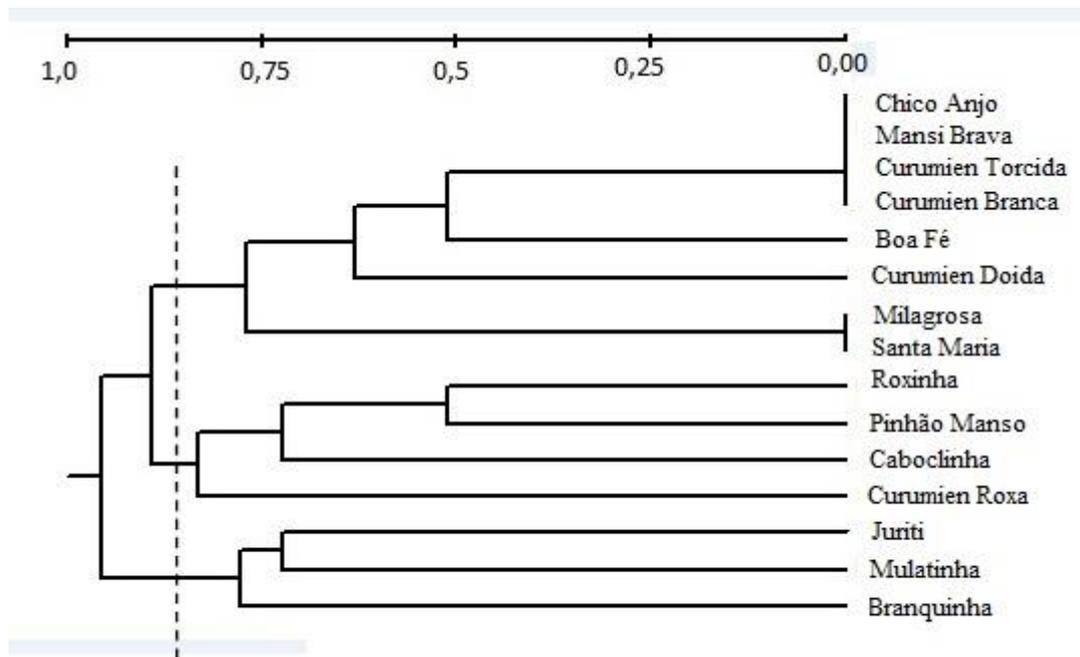
127

128

129

130

131



132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

Figura 1. Dendrograma obtido a partir da genotipagem com cinco locos microssatélites utilizando 15 genótipos do Vale do Juruá. Embrapa Acre, 2014.

O teste de discriminação de genótipos com locos microssatélites mostrou-se acurado e eficiente para ser aplicado em rotina de análises laboratoriais e, assim, este conjunto de locos utilizado torna-se uma ferramenta disponível para identificações genéticas para a cultura da mandioca.

CONCLUSÕES

Os marcadores microssatélites foram eficientes para avaliar as distâncias genéticas entre as etnovarietades coletadas no Vale do Juruá (AC).

A análise molecular identificou genótipos redundantes.

REFERÊNCIAS

CHAVARRIAGA-AGUIRRE et al. Microsatellites in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): discovery, inheritance and variability. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, DE, v.97, p.493-501, 1998.



- 152 CRESTE S.; TUMANN A.; FIGUEIRA A. Detection of single sequence repeat
153 polymorphism in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. **Plant**
154 **Molecular Biology**, Palo Alto, CA, v.19, p.299-306, 2001.
155
156
157 HOISINGTON, D.; KHAIRALLAH, M.; GONZÁLEZ-DE-LEÓN, D. Laboratory protocols:
158 CIMMYT applied molecular genetics laboratory, 2nd edn. *CIMMYT*, México, DF, 1994, p.88.
159
160
161 MÜHLEN, G.S.; MARTINS, P.S.; ANDO, A. Variabilidade genética de etnovariedades de
162 mandioca, avaliada por marcadores de DNA. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.57, n.2,
163 p.319-328, 2000.