



Cultura da Mandioca

Aspectos socioeconômicos,
melhoramento genético,
sistemas de cultivo, manejo de
pragas e doenças e agroindústria



Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves
Editores Técnicos



Embrapa



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

Cultura da Mandioca

Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo,
manejo de pragas e doenças e agroindústria

*Moisés de Souza Modesto Júnior
Raimundo Nonato Brabo Alves*
Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2016

CAPÍTULO 3. MELHORAMENTO GENÉTICO DA MANDIOCA PARA O ESTADO DO PARÁ

Elisa Ferreira Moura Cunha

João Tomé de Farias Neto

INTRODUÇÃO

Quem conhece e cultiva a mandioca, sabe que há uma grande diversidade de variedades existentes. Essa diversidade é visível na cor, na forma e na textura da raiz, na forma e na cor da folha, na cor da rama e na arquitetura da planta (FUKUDA et al., 1997). Além da variação visível, existe a variação que faz com que a planta produza mais ou menos, seja mais resistente ou suscetível a doenças, adapte-se melhor a uma localidade ou a outra. As variações ambientais influenciam na produção de raízes e adaptação a locais, mas há também muita variação genética na mandioca. A domesticação dessa planta ocorreu na Amazônia (LEOTÁRD et al., 2009) e em virtude da sua variedade de usos pelas populações antigas, incluindo os indígenas, mandiocas de vários tipos foram sendo mantidas nas áreas desses povos e foram sendo repassadas ao longo das gerações. A mandioca se propaga por meio das estacas (segmentos do caule), mantendo as mesmas características da planta de origem, e também se multiplica naturalmente por meio de sementes, quando duas plantas diferentes cruzam entre si e geram uma nova planta. Os produtores geralmente sabem reconhecer as plantas originadas por semente e, se a planta apresentar uma característica diferente e interessante, ela pode ser aproveitada (ELIAS et al., 2004; KIZITO et al., 2007; PUJOL et al., 2005). Por causa disso, é comum encontrar grande variação de formas de mandioca entre os diferentes plantios e locais do Estado do Pará e do mundo (ALVES-PEREIRA et al., 2011; ELIAS et al., 2004). Uma parte dessa variação está contida no Banco de Germoplasma (BAG) de Mandioca da Embrapa Amazônia Oriental. Germoplasma corresponde a uma parte de planta ou animal que pode ser reproduzida. Uma coleção de pedaços de madeira, por exemplo, não pode ser regenerada em novas plantas, então não pode ser considerada um banco de germoplasma.

Existem BAGs de mandioca no Amazonas, Pernambuco, Bahia, Distrito Federal, São Paulo e Rio Grande do Sul, além do Pará, e em cada um desses BAGs, há maior número de variedades coletadas nesses estados (FUKUDA et al., 2002). No BAG da Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém, Pará, há 470 variedades coletadas principalmente no Estado do Pará, em locais como Igarapé-Açu, Castanhal, Santarém, Rondon do Pará, Paragominas, entre outros (Figura 1).



Figura 1. Parte do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental localizado em Belém, PA, contendo variedades de mandioca de diferentes locais do Estado do Pará.

As pesquisas no BAG iniciam com a catalogação das variedades por local e ano de coleta. As plantas são avaliadas quanto às suas características gerais e, ao final de 12 meses, quanto à produção de raízes e porcentagem de fécula na raiz (FUKUDA; GUEVARA, 1998). As variedades também são avaliadas quanto à quantidade de nutrientes na raiz, resistência a doenças e pragas e quantidade de compostos cianogênicos, o “veneno” da mandioca. Aquelas que têm melhor desempenho são levadas para experimentos em locais específicos. A Embrapa vem trabalhando com ensaios de competição de variedades em Altamira, Igarapé-Açu, Santa Luzia do Pará, Tracuateua e Santarém. Há previsão de ampliação para Marabá. Além da análise de melhor desempenho agrônômico, informações como resistência a doenças, precocidade e teor de vitaminas na raiz também são importantes para a escolha dos materiais a serem testados. Desses trabalhos, algumas cultivares já foram recomendadas e outras estão em finalização de requisitos para serem registradas.

TIPOS DE MANDIOCA

As variedades de mandioca são divididas em: mandioca-brava – que dá origem a produtos como farinha, tucupi, goma, entre outros – e mandioca-mansa ou macaxeira, aipim – que é usada para consumo in natura. Os agricultores têm conhecimento que essa divisão é feita em função do sabor amargo da mandioca-brava, que contém maior quantidade do chamado “veneno” da mandioca, capaz de levar até à morte se consumido em altas doses. Esse “veneno” na verdade corresponde a compostos cianogênicos que existem na mandioca e são liberados durante a mastigação. Os povos antigos que atuaram na domesticação da mandioca selecionavam materiais com maior teor desses compostos cianogênicos por verificarem que a mandioca ficava mais protegida do ataque de animais, insetos e doenças. Realmente, o sabor amargo e tóxico da mandioca afasta animais e insetos, ajudando na manutenção da planta. Talvez seja por isso que na Amazônia há variedades de mandioca com altíssimos teores de veneno, mesmo sendo uma característica não muito desejável para a comercialização atual. Hoje, os pesquisadores buscam diminuir a quantidade de “veneno” da mandioca para diminuir a toxidez dos resíduos do processamento e tentar aproveitar as folhas e ramas na alimentação animal. A parte das ramas da mandioca-brava geralmente não pode ser aproveitada em razão do risco de ser tóxica aos animais, exceto se trituradas e secas ao sol por 36 horas. Além disso, o líquido oriundo da prensagem da massa triturada da raiz da mandioca extraído na fabricação de farinha, denominado de manipueira, contamina os rios e solos próximos à casa de farinha. Então, um dos objetivos do melhoramento genético da mandioca é a diminuição da quantidade de “veneno” nas raízes.

Os agricultores possuem formas específicas de identificar se uma mandioca é do tipo brava ou mansa, e geralmente separam os dois tipos em seus roçados. Há agricultores que associam a coloração roxa ou rosa da entrecasca da raiz para identificar a mandioca como do tipo macaxeira. Porém, essa identificação é falha, pois em avaliações dos materiais mantidos em bancos de germoplasma da Embrapa, verificou-se que há variedades de mandioca-brava que possuem a entrecasca rosa ou roxa (MOURA et al., 2011), assim como existem macaxeiras com entrecasca amarela. Também não existe relação do tipo de mandioca com a forma da folha, forma da rama, entre outros. Há macaxeiras que podem ser parecidas com mandiocas-bravas e vice-versa. Dessa forma, é mais seguro confiar no




conhecimento que cada agricultor já possui dos materiais que ele planta, e não tentar classificar a mandioca com base em uma ou outra característica.

Os produtores de mandioca também fazem grande associação da cor da polpa da raiz com a característica “brava” ou “mansa”. Geralmente, as mandiocas com raiz amarela e amarelo intenso possuem maior teor de veneno, e entre as macaxeiras, a polpa de coloração branca ou creme é mais comum. Mas também há macaxeiras de polpa amarela. As mandiocas com raiz amarela são mais comuns na Amazônia e os bancos de germoplasma do Pará e do Amazonas contêm grande número de variedades com essa característica (Figura 2). Produtores que cultivam mandioca para produção de tucupi e farinha amarela preferem variedades com polpa amarela, e essa prática deve ser continuada para evitar a maior adição de corantes tóxicos ao produto final. Assim, ressalta-se que a identificação de mandioca-brava ou mandioca-mansa depende de análises laboratoriais ou deve-se levar em conta a informação fornecida pelo produtor que cultiva e conhece os materiais há mais tempo.



Foto: Elisa Ferreira Moura Cunha

Figura 2. Raiz de mandioca com coloração amarela intensa, de variedade conservada no Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental.



A Embrapa vem trabalhando em ensaios exclusivos com mandiocas amarelas, visando à recomendação de materiais para plantio. Porém, a coloração amarela da raiz de mandioca não precisa se destinar somente à produção de produtos de cor amarela. A raiz da mandioca ganha a cor amarela em virtude do acúmulo de vitaminas, a mesma vitamina A da cenoura e da abóbora, mas em quantidade menor. Para maior aproveitamento dessas vitaminas, a raiz deve sofrer pouco processamento, pois a altas temperaturas elas desaparecem. Por isso, existem trabalhos de melhoramento genético para aumentar a concentração de vitamina A na raiz de macaxeiras, ao cruzar mandiocas amarelas com macaxeiras produtivas, para obter mandiocas com menor teor de veneno e maior teor de vitamina A (FUKUDA; PEREIRA, 2005; FUKUDA et al., 2005). Esse trabalho vem sendo realizado na Bahia e alguns materiais já vêm sendo testados em fase inicial no Estado do Pará.

Além das variedades de mandioca-brava e mandioca-mansa, no Estado do Pará também existe a conhecida mandiocaba, variedade de mandioca que, em vez de acumular goma nas raízes, acumula açúcares. Esse tipo de variedade costuma ocorrer no Nordeste Paraense e é cultivada para ser colhida na época da “iluminação”, no dia de finados, para preparo de mingau ou bebida alcoólica. Alguns agricultores ainda mantêm essa tradição, mas ela vem diminuindo ao longo do tempo. A Embrapa mantém em seu BAG amostras de mandiocaba e vem estudando essa variedade. Foi verificado que ela possui baixos teores de compostos cianogênicos e possui teor de açúcar em torno de 6% do peso total da raiz.

Outro material diferente é um material conhecido como “maniçobeira”, cujas folhas são usadas para preparo da maniçoba, prato típico da região amazônica, por comunidades do Município de São Antônio do Tauá, no Pará. A maniçobeira possui caule retorcido e folha com forma distinta do observado na mandioca comum (Figura 3). Apesar das características diferentes, comparações entre a maniçobeira e as mandiocas comuns usando testes de DNA identificaram que a maniçobeira também é uma variedade de mandioca (MOURA et al., 2013).



Figura 3. Variedade “Maniçobeira” no banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Amazônia Oriental.

VARIEDADES COM MESMO NOME MAS CARACTERÍSTICAS DIFERENTES E COM NOMES DIFERENTES MAS CARACTERÍSTICAS IGUAIS

Uma forma de se mensurar a variabilidade genética da mandioca é pela diversidade de nomenclatura das variedades. Os agricultores tendem a nomear as variedades de acordo com seus caracteres visuais, como a cor do pecíolo (variedades “Roxinha”, “Vermelhão”), a cor do broto apical (variedades “Olho Roxo”, “Olho Verde”), a forma das gemas do caule (variedade “Zolhuda”), entre outros. Além disso, características de cozimento das macaxeiras podem denominar a variedade, como nas Macaxeiras/Aipins Manteiga e Água Morna. Como os agricultores tendem a nomear variedades com base em poucas características da planta, é provável que muitas plantas diferentes venham recebendo o mesmo nome vulgar, por diferentes grupos de agricultores em diferentes regiões.

De fato, isso é observado no BAG da Embrapa Amazônia Oriental, no qual existem diversas variedades com o nome “Olho Verde”, “Olho Roxo”, “Branquinha”, “Pretinha”, “Macaxeira Manteiga”, entre outros (Figura 4). Ocorre até derivação de nomes como a denominada “Inha”, que provavelmente foi derivada de “Rainha”, ou similaridades como a “Pacuí” no Estado do Amapá e a “Pecuí” no Estado do Pará. Assim, os agricultores devem ficar atentos com a recomendação ou indicação de uma variedade por técnicos ou mesmo colegas produtores, em razão dessa mistura de nomes das variedades. É importante identificar as características da variedade que a pessoa indicou, como cor e forma da folha, cor do pecíolo, cor da polpa da raiz, cor da entrecasca da raiz, que são características que sofrem pouca influência do ambiente e servem como identificadores das plantas.

Foto: Elisa Ferreira Moura Cunha



Figura 4. Exemplos de duas macaxeiras denominadas “Água Morna”, mostrando ser materiais diferentes, visível na forma e tamanho da folha e porte das plantas.

Da mesma forma, as variedades vão sendo repassadas a agricultores de diferentes locais e podem receber nomes diferentes em cada local. Ao se avaliar o DNA das variedades do BAG da Embrapa Amazônia Oriental, identificou-se que um mesmo material foi coletado em diferentes locais da Amazônia e, em muitos locais, ele apresentava nomes diferentes. Essa informação é importante para o melhoramento genético, pois evita que o mesmo material com nomes diferentes seja mantido no BAG ou seja testado como materiais diferentes.



CULTIVARES RECOMENDADAS PELA EMBRAPA

Para o Estado do Pará, atualmente há duas cultivares recomendadas pela Embrapa para plantio: BRS Poti e BRS Mari (ALBUQUERQUE, 2008a, 2008b). Essas cultivares têm como diferencial a resistência à podridão-mole-da-raiz, doença que causa perda total nos plantios. Elas foram geradas a partir do cruzamento entre uma variedade com reconhecida resistência à doença, mas adaptada ao Estado do Amazonas, e variedades produtivas adaptadas ao Pará. Esses cruzamentos foram realizados na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, Bahia. As sementes foram enviadas para a Embrapa Amazônia Oriental, onde foram semeadas em canteiros e as mudas foram multiplicadas para testes em campo. As avaliações ocorreram em Castanhal, em áreas de ocorrência da doença, onde se pôde selecionar as duas cultivares mais produtivas e que apresentaram resistência à doença. A cultivar BRS Poti possui folha apical (folha da ponta da cultivar – ápice) verde arroxeada, pecíolo vermelho, porte ereto e é indicada para uso na agroindústria de farinha. É indicada para cultivo em terra firme e tem produção média de 27 t.ha⁻¹, em Latossolo amarelo de textura média. A cultivar BRS Mari possui folha apical (folha da ponta da cultivar – ápice) verde arroxeada, cor externa do caule marrom, e é indicada para uso na agroindústria de farinha. É indicada para cultivo em terra firme e tem produção média de 25 t.ha⁻¹, em Latossolo amarelo de textura média com adubação mineral. Essas variedades vêm sendo utilizadas no Nordeste Paraense e são uma alternativa para áreas com muita ocorrência de doença. Para ter acesso às variedades, pode-se entrar em contato com o SAC da Embrapa Amazônia Oriental por meio do endereço eletrônico: www.embrapa.br/fale-conosco/sac.

Além desses materiais, a Embrapa está para recomendar dois materiais de macaxeira para a região de Altamira e dois materiais de mandioca para farinha para as regiões do Tapajós, Santa Luzia do Pará e Igarapé-Açu (FARIAS-NETO et al., 2013). Atualmente há ensaios de competição de variedades de macaxeira, mandioca amarela e mandiocaba em fase de avaliação em Igarapé-Açu e Altamira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento genético da mandioca é necessário para selecionar as variedades mais produtivas e adaptadas a determinada localidade,

associando a produção de raízes com qualidade nutricional e características que sejam interessantes para a obtenção dos diferentes produtos que são gerados no estado. No Estado do Pará, há grande variação genética da mandioca, em grande parte pelo esforço da manutenção das variedades pelos agricultores ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. S. **Cultivar de mandioca BRS Poti**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008a. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 204).

ALBUQUERQUE, A. S. **Cultivar de mandioca BRS Mari**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008b. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 205).

ALVES-PEREIRA, A.; PERONI, N.; ABREU, A.G.; GRIBEL, R.; CLEMENT, C. R. Genetic structure of traditional varieties of bitter manioc in three soils in Central Amazonia. **Genetica**, v. 139, p. 1259-1271, 2011.

ELIAS, M.; MUHLEN, G. S.; McKEY, D.; ROA, A. C.; TOHME, J. Genetic diversity of traditional South American landraces of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): an analysis using microsatellites. **Economic Botany**, v. 58, p. 242–256, 2004.

FARIAS-NETO, J. T.; MOURA, E. F.; RESENDE, M. D. V.; CELESTINO FILHO, P.; GERALDO, S. A. Genetic parameters and simultaneous selection for root yield, adaptability and stability of cassava genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 12, p. 1561-1567, 2013.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. de O.; PORTO, M. C. M. **Caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1997. 161 p.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1998. 38 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 78).

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O.; IGLESIAS, I. Cassava breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, p. 617-638, 2002.

FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C. **BRS gema de ovo**: mandioca de mesa biofortificada. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005.

FUKUDA, W. M. G.; PEREIRA, M. E. C.; OLIVEIRA, L. A. de; GODOY, R. C. B. de. **BRS Dourada**: mandioca de mesa com uso diversificado. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005.



KIZITO, E. B.; CHIWONA-KARLTUN, L.; EGWANG, T.; FREGENE, M.; WESTERBERGH, A. Genetic diversity and variety composition of cassava on small-scale farms in Uganda: an interdisciplinary study using genetic markers and farmer interviews. **Genetica**, v. 130, p.301-318, 2007.

LÉOTARD, G.; DUPUTIÉ, A.; KJELLBERG, F.; DOUZERY, E. J. P.; DEBAIN, C.; GRANVILLE, J. J.; MCKEY, D. Phylogeography and the origin of cassava: new insights from the Northern rim of the Amazonian basin. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, p. 329-334, 2009.

MOURA, E. F.; FARIAS NETO, J. T. de; SAMPAIO, J. E.; SILVA, D. T. da; RAMALHO, G. F. Identification of duplicates of cassava accessions sampled on the North Region of Brazil using microsatellite markers. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 461-467, 2013.

MOURA, E. F.; SAMPAIO, J. E. Variabilidade morfológica de mandiocas bravas e mansas do BAG da Embrapa Amazônia Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. **Mandioca**: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011.

PUJOL, B.; GIGOT, G.; LAURENT, G.; PINHEIRO-KLUPPEL, M.; ELÍAS, M.; MCKEY, H. M.; MCKEY, D. Germination ecology of cassava (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) in traditional agroecosystems: seed and seedling biology of a vegetatively propagated domesticated plant. **Economic Botany**, v. 56, p. 366-379, 2005.