

Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*).

Wania Maria Gonçalves Fukuda¹

Josias Cavalcanti²

C. Fukuda,¹

Ivo Roberto Sias Costa³

Introdução

A cultura da mandioca constitui uma das mais importantes fontes de carboidratos nos trópicos, empregada na alimentação humana, animal e na indústria de processamento por cerca de 500 milhões de pessoas em todo o mundo. É cultivada em todo o território brasileiro, contribuindo com cerca de 15,1% da produção mundial (FAO, 1997).

A produção nacional desta cultura em 1996 foi de 24,6 milhões de toneladas com um rendimento médio de 12,7t/ha (IBGE, 1997). De acordo com o IBGE (1997), a atividade mandiogueira no país proporciona uma receita bruta anual equivalente a 2,5 bilhões de dólares e uma contribuição tributária de 150 milhões de dólares. Cardoso e Souza (1998), estimam que a produção de mandioca transformada em farinha e fécula gera uma renda equivalente a 450 e 100 milhões de dólares, respectivamente, e considerando a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula, são gerados no Brasil, um milhão de empregos diretos.

O Nordeste brasileiro responde por 46,36% da produção nacional de mandioca, com uma produtividade de 10,52t/ha, representando 56% da área plantada com a cultura em todo o país. Mesmo assim, importa mais de 50% da farinha consumida. Isso ocorre principalmente em anos de quebra de safra, ocasionada pelas secas periódicas que ocorrem no Nordeste. Consta que o consumo da farinha de mandioca no Nordeste apresenta uma tendência de declínio. Além da farinha, existe o potencial de utilização da mandioca na produção de fécula e na alimentação animal. As folhas da mandioca também são ricas em proteínas e vitaminas e, moídas e desidratadas, podem ser utilizadas como suplemento alimentar na dieta humana.

Na região Nordeste a mandioca se caracteriza como uma cultura de subsistência que absorve basicamente a mão de obra familiar e portanto, os métodos tradicionais de industrialização da farinha, constituem uma forma de manter o homem no campo, pela oferta de emprego neste setor. A falta de crédito e de uma política de mercado definido para o produto, desestimula os agricultores de mandioca, levando-os muitas vezes a optarem por outra cultura.

Seguem-se as regiões Norte e Sul com 22,05% e 19,74% da produção nacional, respectivamente (Cardoso e Souza, 1998).

¹ Pesquisador, MSc. da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, 44.380.000 .Cx. Postal 007

² Pesquisador, MSc. da Embrapa Semi-Árido, Petrolina : PE

³ Pesquisador, MSc. da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Brasília –DF

Embora cultivada em todo o Nordeste brasileiro, a mandioca se reveste de maior importância econômica na faixa litorânea dos Tabuleiros Costeiro e Zona da Mata. No entanto, desempenha um papel social muito importante nas regiões semi-áridas do Nordeste, que se reflete na sobrevivência das populações mais carentes localizadas nessa região. Essa importância reside no fato de que em períodos prolongados de seca, a mandioca é uma das poucas culturas alimentares que consegue sobreviver e produzir, constituindo uma excelente fonte de carboidratos e proteínas utilizada na alimentação humana e animal.

Recursos genéticos de mandioca

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) apresenta uma ampla diversidade genética concentrada principalmente na América latina e Caribe. Essa diversidade genética é resultado da seleção natural ocorrida durante a evolução dessa espécie, na pré e pós-domesticação. Nos diversos ambientes onde a mandioca se diversificou, a seleção resultou numa ampla diversidade de clones, com adaptação específica a determinados ecossistemas (Hershey, 1988).

Segundo Costa e Morales (1994), aproximadamente 8500 acessos de mandioca são mantidos no mundo, dos quais 7500 na América do Sul. No Brasil, considerado o provável centro de origem e diversificação da espécie cultivada (Gulick *et al.*, 1983; Allem, 1994;), já foram catalogados cerca de 4132 acessos (Costa e Morales, 1992; Cordeiro *et al.*, 1995), os quais encontram-se mantidos em coleções de trabalho e bancos ativos de germoplasma distribuídos em todo o país (Fukuda e Alves, 1987). Análises filogenéticas do gênero *Manihot*, realizadas por Shall *et al.* (1994), baseados em marcadores moleculares, indicaram que a mandioca originou-se na América do Sul, mais precisamente na região Nordeste do Brasil.

A diversidade genética de mandioca existente no Brasil representa uma ampla base genética para programas de melhoramento com a cultura nos trópicos, por concentrar genes que conferem resistência as principais pragas e doenças que afetam o cultivo, além de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. Segundo Hershey (1985), o que existe coletado e disponível nas coleções e bancos de germoplasma do mundo, apresenta suficiente grau de variabilidade para fornecer aos melhoristas a maioria dos caracteres de interesse econômico. No Brasil, dentro da espécie *Manihot esculenta*, já foi identificada diversidade genética para quase todos os caracteres, incluindo aqueles de natureza morfológica, agrônômica e de resistência as principais pragas e doenças que afetam a cultura no país. (Fukuda *et al.*, 1996a).

Apesar disso, estima-se que uma ampla diversidade genética encontra-se ainda por coletar em seus habitats naturais. A coleta de novos acessos de mandioca é um processo dinâmico e contribui para prevenir a erosão genética da espécie e ampliar a sua base genética para programas de melhoramento. A erosão genética em mandioca é provocada principalmente por estresses bióticos e abióticos a que estão sujeitos os acessos no campo, à expansão de novas fronteira agrícolas, e em menor escala, pela substituição das variedades tradicionais por novas variedades melhoradas.

Para culturas propagadas vegetativamente, como é o caso da mandioca, a forma mais comum utilizada na conservação do germoplasma é sob condições de campo. A conservação também poderá ser feita *in vitro*, *in situ* ou através de sementes botânicas.

A caracterização e avaliação do germoplasma de mandioca é fundamental para a sua utilização mais eficiente nos trabalhos de melhoramento. A caracterização morfológica dos acessos de mandioca visa basicamente a diferenciação fenotípica entre os acessos, contribuindo para reduzir-se as duplicações. Os descritores agrônômicos referem-se a caracteres com mais baixa herdabilidade, embora mais importantes sob o ponto de vista econômico. Ambos contribuem para identificar genótipos para uso direto pelos produtores e/ou em programas de melhoramento. Para tanto, já foram propostas várias metodologias para a caracterização do germoplasma de mandioca (Mendes *et al.*, 1985; Fukuda e Guevara, 1998), as quais estão sendo utilizadas pelos curadores de mandioca.

Variabilidade genética de mandioca disponível no Nordeste

Em função da adaptação específica das variedades de mandioca aos diferentes ecossistemas do país, foram estabelecidos a partir de 1994, sob a liderança da Embrapa Mandioca e Fruticultura, seis bancos regionais de mandioca (Figura 1) com os objetivos principais de prevenir a erosão genética da espécie *Manihot esculenta* dentro de cada ecossistema onde estão localizados e dar suporte aos programas de melhoramento regionais com a cultura. Têm como funções básicas coletar, introduzir, conservar e caracterizar a diversidade genética de mandioca de cada região.

Na região Nordeste foram estabelecidos dois bancos regionais de germoplasma de mandioca: o banco regional de germoplasma de mandioca para as condições semi-áridas, sob a responsabilidade da Embrapa - Semi-Árido (CPATSA), em Petrolina-PE, atualmente com 347 acessos oriundos de coletas efetuadas em municípios localizados no semi-árido do Nordeste do Brasil, com precipitações iguais ou inferiores a 750mm anuais (Costa e Silva, 1992; Costa *et al.*, 1994). Os acessos mantidos nesse banco de germoplasma se caracterizam por sua extrema resistência a seca e a várias espécies de ácaros; e o banco regional de germoplasma de mandioca para o Litoral e Tabuleiros Costeiros do Nordeste, sob a responsabilidade da Embrapa - Mandioca e Fruticultura (CNPMPF), em Cruz das Almas-BA, atualmente com 1650 acessos no campo e 1000 acessos *in vitro*. Cerca de 50% desses acessos são oriundos da região Nordeste e a outra metade tem origem em outras regiões e tem como finalidade desenvolver trabalhos de melhoramento genético para atender a outras demandas nacionais. Caracteriza-se como um banco ativo de germoplasma pelo grande número e diversidade de acessos mantidos e pela sua dinâmica de recebimento e distribuição de genótipos para instituições de pesquisa e ensino, tanto no país como no exterior. Desse total de acessos já foram caracterizados 1294 com respeito a 42 descritores botânicos e agrônômicos, 1435 para nove descritores morfológicos e catalogados 1165 (Fukuda *et al.*, 1997a). Observou-se ampla variabilidade para todos os descritores avaliados.

Baseado apenas nos descritores morfológicos, cerca de 30% dos acessos desse banco seriam duplicados (Fukuda *et al.*, 1996b), o que necessita ser confirmado através do uso de marcadores moleculares. Essa alta taxa de duplicação deve-se a grande sinonímia observada em variedades de mandioca (Silva *et al.*, 1992), onde variedades iguais recebem denominações diferentes e são coletadas e re-introduzidas nos bancos de germoplasma como novos acessos (Figura 3).

A formação de uma coleção nuclear de mandioca já está sendo agilizada e deve contribuir para reduzir-se o número de duplicações, minimizar os custos com a sua manutenção no campo e torná-la mais representativa.

Além dos bancos regionais de germoplasma, em todos os estados do Nordeste existe pelo menos uma coleção de trabalho, onde são mantidos os acessos de interesse para a pesquisa localizada.

Em função da grande variabilidade de *Manihot esculenta* já coletada e mantida nas coleções e bancos de germoplasma de mandioca do Nordeste (Figura 2), maior prioridade deve ser dada aos trabalhos de caracterização, avaliação, identificação dos acessos duplicados e documentação da variabilidade genética disponível na região.

Principais problemas da mandioca no Nordeste

Variedade melhorada de mandioca é considerado um dos principais componentes tecnológicos do sistema produtivo desse cultivo por contribuir com incrementos de produtividade sem implicar em custos adicionais, o que facilita a sua adoção, especialmente por parte dos produtores de baixa renda, mais comuns na região Nordeste do país. Além disso, vários problemas de pragas e doenças podem ser solucionados pelo uso de variedades resistentes, sendo que em alguns casos, variedades resistentes de mandioca constitui a única alternativa viável na solução de alguns problemas.

A cultura da mandioca no Nordeste pode ser afetada por vários problemas que limitam ou inviabilizam o bom desenvolvimento de uma única variedade nos diferentes estados. Dentre os principais estresses bióticos que afetam a cultura da mandioca no Nordeste brasileiro destacam-se as podridões de raízes, o superbrotamento, o couro de sapo e os ácaros.



Figura 1 - Distribuição geográfica dos Bancos de Germoplasma de mandioca do Brasil.

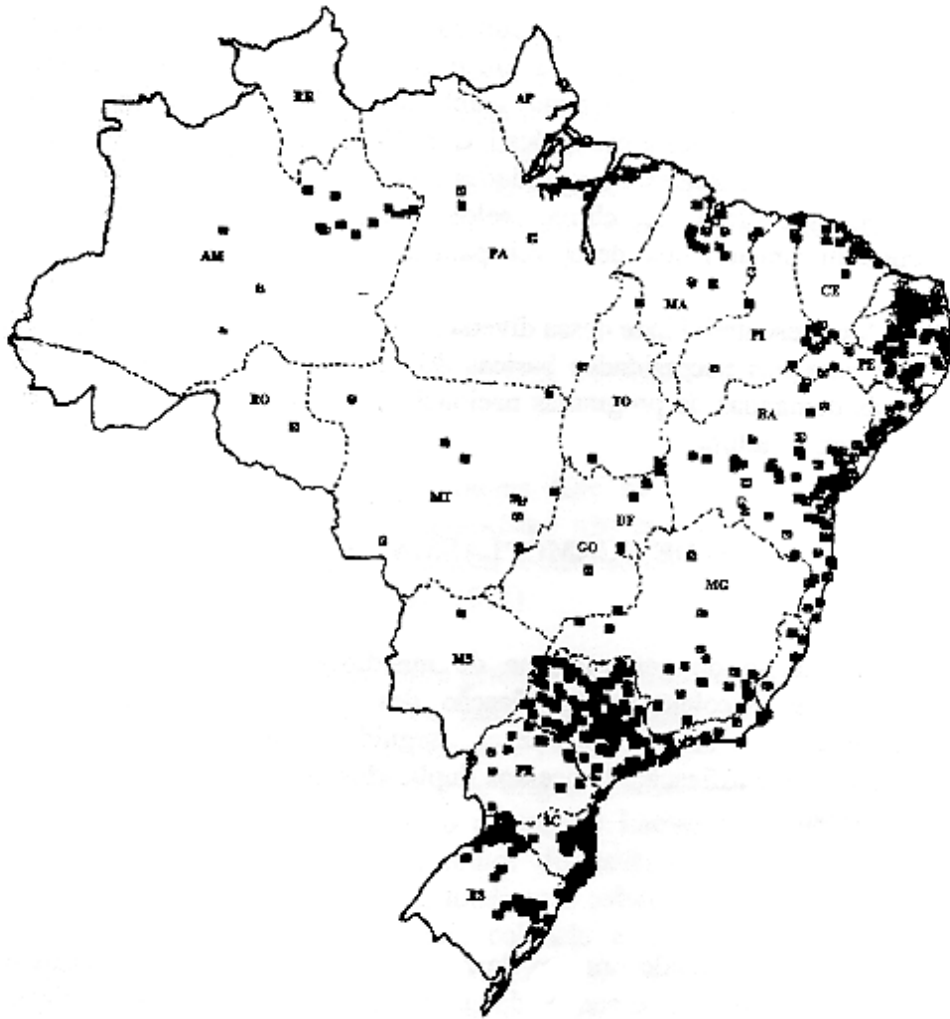


Figura 2 - Coleta de germoplasma de mandioca no Brasil

Fonte: Curadoria de Raízes e Tubérculos. EMBRAPA/CENARGEN.

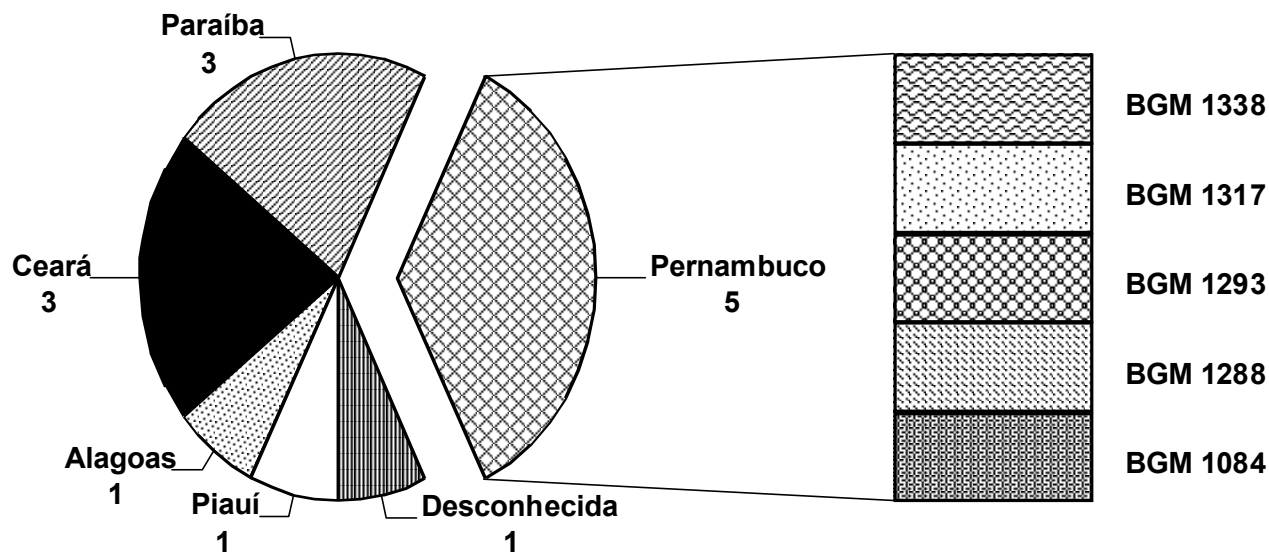


Figura 3 - Representação gráfica da distribuição por Estado de um grupo com 14 acessos de mandioca do BAG do CNPMF que apresentaram o mesmo nome comum, (Macaxeira Preta).

A podridão de raízes, causada por *Phytophthora* sp e *Fusarium* sp, é a doença mais limitante ao cultivo da mandioca na região Nordeste do país. Tem provocado perdas na produção de raízes que oscilam entre 30 a 70%, podendo chegar até 100% em alguns casos, dependendo do patógeno, da variedade usada e do manejo do cultivo (Fukuda, 1991; Castilho *et al.*, 1990). O uso de variedades resistentes associado ao manejo adequado do cultivo, pode reduzir em até 80% os danos causados por essa doença. Dentro do germoplasma de mandioca disponível no Nordeste poucos clones se mostraram resistentes a podridão de raízes. Até o momento foi identificada a variedade 'Cedinha' (BGM 858) do BRGM do CNPMF, a qual está sendo usada como fonte de resistência em trabalhos de cruzamentos específicos para resistência a podridão de raízes e em função de sua produtividade e qualidades culinárias está sendo bem aceita por produtores de algumas regiões do Nordeste.

O Superbrotamento, causado por micoplasma, ocorre em todo o Nordeste mas está concentrado principalmente na região da Serra da Ibiapaba, no estado do Ceará, podendo determinar perdas de até 70% no rendimento de raízes (Cavalcanti *et al.*, 1992). Dentre os métodos de controle dessa doença, o uso de variedades resistentes destaca-se como o mais eficiente (Fukuda *et al.*, 1996d). No ano de 1997 foram lançados pelo CNPMF em parceria com a EPACE os primeiros híbridos de mandioca resistentes ao superbrotamento e adaptados as condições da Serra de Ibiapaba: Embrapa 54, Embrapa 55, Embrapa 56 e Embrapa 57.

O Couro de sapo é causado por vírus e foi identificada pela primeira vez causando danos a cultura da mandioca na Colômbia e posteriormente no Estado da Amazônia. Apesar de sua incidência na região Nordeste está restrita ao Sudoeste do Estado da Bahia, destaca-se como uma doença potencialmente importante para o cultivo da mandioca, que pode ser minimizada através de melhoramento genético. Sob condições favoráveis e o uso de variedades

suscetíveis, essa doença pode ocasionar perdas em rendimento de raízes acima de 80% e reduções nos teores de amido superiores a 50% (Fukuda e Silva, 1997). O seu controle é feito principalmente através do uso de manivas sadias e de variedades resistentes. No Brasil, ainda não foram identificadas fontes de resistência a essa doença. No entanto, estudos realizados na Colômbia, indicaram a existência de fontes de resistência à essa doença na espécie de *Manihot esculenta*. Em razão disso, é recomendável um screening da variabilidade genética de mandioca disponível no Nordeste do Brasil.

Os ácaros são considerados uma das principais pragas que afetam o cultivo da mandioca no Nordeste, principalmente no semi-árido (Fukuda *et al.*, 1996c). Essa praga tem induzido perdas em produtividade de raízes de até 80% (Yaninek *et al.*, 1990; Veiga, 1987; Byrne *et al.*, 1982). Existem várias formas de controle desta praga, sendo a resistência varietal uma das maneiras mais simples e econômicas. Altos níveis de resistência tem sido identificado no germoplasma de mandioca do Nordeste (Noronha e Fukuda, 1989; Fukuda *et al.*, 1996c), no entanto, a maioria dos acessos identificados como resistentes tem se mostrado agronomicamente inferiores, indicando a necessidade de um trabalho de melhoramento genético no sentido de associar-se resistência com produtividade e qualidade de raízes.

Dentre os fatores abióticos que afetam o cultivo da mandioca no Nordeste, o déficit hídrico destaca-se como a principal causa da baixa produtividade deste cultivo na região (Fukuda e Iglesias, 1995). Uma estratégia capaz de reduzir os efeitos da seca sobre a produtividade da mandioca nessa região é o uso de variedades mais tolerantes a seca. Uma ampla variabilidade genética de mandioca adaptada ao semi-árido já foi identificada por Fukuda *et al.* (1992) e Fukuda e Iglesias (1995). O uso dessa variabilidade em trabalhos de melhoramento apresenta um alto potencial capaz de elevar a produtividade da mandioca na região Nordeste e atualmente é objeto de um programa de melhoramento genético com a cultura, conduzido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, em parceria com outras instituições de pesquisa do Nordeste.

Melhoramento de mandioca no Nordeste

Os trabalhos de pesquisa em melhoramento de mandioca no Nordeste foram iniciados em 1952 pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Leste (IPEAL), em Cruz das Almas-BA, mediante a coleta e avaliação de cultivares no recôncavo baiano e municípios circunvizinhos. Foram selecionadas algumas cultivares promissoras dentre as quais se destacaram as cultivares 'Aipim Bravo', 'Cigana Preta', 'Platina', e 'Sutinga', as quais ainda permanecem em cultivo na região (Fukuda e Porto, 1991).

No início da década de 1960, foram gerados pelo IPEAL os primeiros híbridos de cruzamentos livres originando os clones SIPEAL- 01 a SIPEAL -08, os quais apresentaram bom comportamento em alguns estados do Nordeste (Conceição, 1979).

No ano de 1969 foi iniciado pela escola de Agronomia da Universidade federal da Bahia, em Cruz das Almas-BA, um amplo programa de melhoramento genético de mandioca para as condições do Nordeste. Inicialmente foi formada uma coleção com 267 acessos. Em 1975 foram efetuados os primeiros trabalhos de cruzamentos dos quais resultaram os clones EAB 501 e EAB 451, recomendados para a região.

A partir de 1976 os trabalhos de melhoramento com a cultura da mandioca no Nordeste passaram a ser conduzidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, em parceria com as demais instituições de Pesquisa do Nordeste. Os projetos concentrados na área de melhoramento genético de mandioca tinham como objetivos principais a ampliação da variabilidade genética das coleções de trabalho através de coletas, introdução e avaliação.

Entre 1978 e 1998 foram gerados e avaliados milhares de clones para os diversos ecossistemas do Nordeste dos quais foram selecionados e recomendados os clones apresentados no Quadro 1.

Os métodos de melhoramento utilizados consistiram na introdução e avaliação de variedades e cruzamentos intraespecíficos, através de policross e/ou cruzamentos controlados manuais.

A difusão e distribuição das sementes dos clones melhorados tem sido feita através de dias de campo, onde se entrega a semente básica aos agricultores para multiplicação. Também se distribui via correio, após a divulgação dos clones lançados, através de Folderes e da imprensa.

A difusão e o monitoramento dos clones recomendados constitui um dos grandes problemas para se medir a geração de impactos dos programas de melhoramento com a cultura da mandioca. Uma série de fatores contribui para isso, dentre eles destacam-se: a falta de um programa sistemático de multiplicação e distribuição da semente básica melhorada; a forma de propagação do cultivo; a prática de mistura de variedades nas lavouras; e a tradição de mudança dos nomes das variedades por parte dos agricultores.

Por se tratar de uma cultura propagada vegetativamente, e com baixa taxa de multiplicação, o tempo que se gasta para difundir-se um clone melhorado em uma região, é muito longo e, no Nordeste, isso é agravado em razão dos períodos de estiagens que muitas vezes obrigam os agricultores a utilizarem toda a semente na alimentação de animais. Uma das alternativas para a solução desse problema é a utilização da metodologia de pesquisa participativa em melhoramento de mandioca, envolvendo vários produtores e comunidades. Nesse caso, os clones selecionados nas propriedades dos agricultores, em parceria com o melhorista, são multiplicados e distribuídos aos demais membros da comunidade. Esses grupos, funcionam como agentes multiplicadores da tecnologia gerada, no caso variedade, e são treinados na preservação do material selecionado, descentralizando o trabalho de multiplicação e difusão dos clones melhorados e recomendados pelas instituições de pesquisa. Mesmo assim, a estimativa da área plantada com um clone melhorado de mandioca é uma tarefa muito difícil e merece atenção especial por parte das instituições que conduzem trabalhos de melhoramento genético com essa cultura.

Quadro 1 - Principais clones de mandioca desenvolvidos para o Nordeste.

INSTITUIÇÕES	REGIÕES	CLONES	CARACTERÍSTICAS
CNPMPF	Tabuleiros Costeiros	BGM 141 BGM 118 BGM 195 BGM 120	Indústria
	Tabuleiros Costeiros	BGM 382 BGM 321	Indústria
	Tabuleiros Costeiros	BGM 282 BGM 270 BGM 249 BGM 254 BGM 255	Consumo fresco
	Tabuleiros Costeiros	EMBRAPA 115 EMBRAPA 116 EMBRAPA 117 EMBRAPA 118 EMBRAPA 121	Indústria
CNPMPF/EPACE	Ibiapaba-CE	EMBRAPA 54 EMBRAPA 55 EMBRAPA 56 EMBRAPA 57	Indústria Resistentes ao superbrotamento
EPACE	Litoral do Ceará	Jaburú/88	Alimentação animal Indústria
IPA	Pernambuco-AS	Cariri	Indústria
EPEAL	Alagoas	SIPEAL-01; VAR.77	Indústria
CNPMPF/EPACE	Semi-árido-CE	BGM 549* BGM 260*	Indústria Consumo Fresco
CNPMPF	Semi-árido-BA	BGM 869*	Indústria
CNPMPF/CPATSA	Semi-árido-PE	BGM 537* BGM 538*	Indústria
CNPMPF/IPA	Semi-árido-PE	BGM 814* BGM 1303* BGM 549* BGM 1274* BGM 1262* 91023/01* 91015/01* 92241/13* 92081/02*	Indústria Consumo fresco Consumo fresco Indústria
CNPMPF	Tabuleiros Costeiros	8611/18* 8707/02*	Indústria

*Clones com perspectivas de liberação

Pesquisa participativa em melhoramento de mandioca

Apesar dos esforços da pesquisa na geração e seleção de novos clones de mandioca, com maior potencial produtivo, resistência a pragas e doenças e adaptação aos ecossistemas do Nordeste, grande parte das variedades geradas e recomendadas não foram adotadas pelos produtores e as variedades mais usadas atualmente, são aquelas selecionadas pelos produtores, tradicionais na região. Isso indica que altos rendimentos e resistência a pragas e doenças não são suficientes para se lograr uma rápida adoção de novas variedades de mandioca. Presume-se que as variedades geradas não foram difundidas adequadamente ou se o foram, não tiveram boa aceitação por parte dos produtores (Fukuda *et al.*, 1997).

Dentro do esquema convencional de melhoramento de mandioca as seleções dos clones gerados tem sido realizadas exclusivamente nas bases experimentais, unicamente pelos melhoristas, chegando aos produtores apenas poucas alternativas. Dessa forma, os agricultores representam um papel passivo dentro deste processo porque os seus conhecimentos e demandas não são incorporados ao programa. A difusão ocorre de uma forma unilateral, ou seja, pesquisador > extensionistas > produtores, o que não permite uma retroalimentação dos pesquisadores e extensionistas.

Com o objetivo de reverter esse quadro, a partir de 1993, a Embrapa Mandioca e Fruticultura iniciou em parceria com o CPATSA, EPACE, IPA e EBDA um projeto piloto de Pesquisa Participativa em Melhoramento de Mandioca, sob condições semi-áridas do Nordeste. A idéia era promover uma maior integração entre produtores, extensionistas e pesquisadores no sentido de identificar-se os critérios de seleção de variedades de mandioca utilizados pelos produtores dessa região e estimular a adoção das novas variedades geradas pelo programas de melhoramento. Com esse novo enfoque, foi possível delinear-se o perfil de uma variedade de mandioca idealizada pelos produtores de mandioca do Nordeste semi-árido, o que permitiu redirecionar-se os programas de melhoramento para essa região.

Como produto final deste trabalho, vários clones foram identificados com perspectiva de liberação e alta probabilidade de adoção por parte dos produtores (Quadro 1). No entanto, a maior contribuição do agricultor neste trabalho, consistiu na identificação dos principais critérios de seleção utilizados por eles, na adoção de uma nova variedade de mandioca, para retroalimentar os trabalhos de melhoramento dirigidos para o semi-árido do Nordeste.

Extrapolada para outras regiões do Nordeste, essa metodologia tem produzido efeitos extremamente favoráveis na seleção de novos clones de mandioca com altas probabilidades de adoção pelos produtores.

Prioridades futuras para um programa de melhoramento

Durante as últimas cinco décadas os programas de melhoramento com a cultura da mandioca no Nordeste tem se preocupado principalmente, em elevar a produtividade do cultivo através da introdução, geração e seleção de novos clones, com alto potencial de produtividade de raízes, tolerantes a pragas e doenças e adaptados a ambientes específicos. Com base nas novas demandas geradas para essa cultura em função de novas alternativas de uso, as prioridades dos programas de melhoramento necessitam serem revistas, enfocando além do

seu potencial produtivo, outros aspectos que satisfaçam as exigências atuais dos produtores e consumidores. Para tanto, é necessário gerar-se genótipos que se adaptem aos sistemas de cultivo em uso pelos produtores, respondam a diferentes níveis de tecnologias e apresentem qualidades que atendam as diversas formas de utilização do produto, tais como a fécula e a qualidade para o consumo fresco.

O uso de espécies silvestres como fonte de resistência a seca e da biotecnologia na limpeza de vírus, muito comum nessa região, constituem novas ferramentas para auxiliar os novos programas de melhoramento de mandioca para o Nordeste. Como demanda imediata para o melhoramento de mandioca no Nordeste, pode-se citar a resistência a seca e à podridão de raízes. Como demanda potencial e futura, a resistência ao mosaico africano. A qualidade do amido para a indústria, constitui uma das grandes prioridades para o melhoramento da mandioca, tanto a curto como a longo prazo. Nessa área, a biotecnologia assume grande importância, como complemento do melhoramento convencional.

Como a maioria dos trabalhos tem sido conduzidos para atender demandas imediatas de produtores, a literatura apresenta poucos trabalhos básicos com essa espécie. Nessa área seria interessante a contribuição das Universidades através de seus cursos de pós-graduação.

Referências bibliográficas

- ALLEM, A C. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). **Genetic Resource and Crop Evolution**. 41:133-150.1994.
- BYRNE, D.H.; GUERRRERO, J.M.; BELLOTTI, A C.;GRACEN,V.E.Yield and plant growth responses of *Mononychellus* mite resistant and susceptible cassava cultivars under proteted v. infested condition. **Crop Science**, n.22, p. 4 86-90, 1982.
- CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.da S. Aspectos econômicos da cultura da mandioca. **Conjuntura e Planejamento**. Salvador:BA, Julho, 1998. P. 15- 16. 1998
- COSTA, I..R.S.; MORALES,E. A V. Cassava genetics in South America. In: **Report of the first meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources**, held at CIAT, Cali, Colombia, 18-23 August, 1992. IPGRI, Rome, 1994, p . 16-20.
- CORDEIRO, C.M.T.; MORALES, E.A.V.; FERREIRA, P.; ROCHA, D.M.S.;COSTA, I.R.S.;VALOIS,^aC.C.; SILVA, S de O. Towards a brasilian core collection of cassava. In:HODGKIN, T.; BROWN, A H.D.; HINTUM, T.J.L.; MORALES,E. A V. **Core Collection of plants genetic resources**. Chichester: John & Sons, 1995.
- COSTA, I.R.S. ; SILVA, S. de O. Coleta de germoplasma de mandioca no Nordeste (Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará). **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 1, n. 1, p.19-27, 1992.
- COSTA, I.R.S.; MONTENEGRO, E.E.; FUKUDA, W.M.G.; Coleta de germoplasma de mandioca no Nordeste (Bahia e Piauí). In: **Congresso Brasileiro de Mandioca**, VIII, Salvador , BA, 9 a 12 de Novembro de 1994. **Resumo**. P. 85.
- CASTILHO, E.; FUKUDA, C.; TUPINAMBÁ, E. A . Podridão radicular da mandioca no Estado de Sergipe : Isolamento e patogenicidade. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 9, n.1/2, p. 91-95, 1990.

- CAVALCANTE, M. L.S.; LIMA, H.A. ; FUKUDA, C. LOZANO, J. C.; FUKUDA, W.M.G. Avaliação de resistência de genótipos de mandioca ao superbrotamento da mandioca causado por micoplasma na microrregião de Ibiapaba, CE. In: **Congresso Brasileiro de Mandioca**, VII, 1992, Recife – PE. **Resumos** . 1992. 135p.
- CONCEIÇÃO, A J. **A mandioca**. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Cruz das Almas, BA, Brasil. 1979. 382p.
- FAO. Disponível: site **FAO** (03 out. 1977) URL: [http:// apps.fao.org/egi-bin/nphdb.pl](http://apps.fao.org/egi-bin/nphdb.pl) 1997.
- FUKUDA , W.M.G.; ALVES, A A C. Germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, BA, v. 6, n. 2, p. 109-11, 1987.
- FUKUDA, W.M.G.; SILVA, S. de O. MENDES, R. A. Caracterização morfológica e agrônômica do banco ativo de germoplasma de mandioca do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. In: **Congresso Latino Americano de Raízes Tropicais, I; Congresso Brasileiro de Mandioca IX**. São Pedro, SP. 07 a 10 de Outubro de 1996. **Resumos**.1996a. no. 107.
- FUKUDA, W.M.G.; QUEIROZ, E. B. de.; COSTA Z.M.F. da. Identificação de acessos duplicados do banco ativo de germoplasma de mandioca do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. In: **Congresso Latina Americano de Raízes Tropicais, I; Congresso Brasileiro de Mandioca, IX**. São Pedro, SP. 07 a 10 de Outubro de 1996. **Resumos**. 1996b. no. 108.
- FUKUDA, W.M.G.; CAVALCANTI, J.; MAGALHÃES, J. A; IGLESIAS, C. Avaliação de germoplasma de Mandioca para Resistência ao ácaro Verde (*Mononychellus tanajoa*) em quatro ecossistemas do Nordeste semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de mandioca**, Cruz das Almas (BA), v. 15, n.1/2, p. 67-78, nov.1996c.
- FUKUDA, W.M.G.; SILVA, S. O de.; PORTO, M.C.M. Caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1997a. 161p.(**Catálogo**).
- FUKUDA, W.M.G.; MAGALHÃES, J. A; CAVALCANTI, J.; PINA, P.R.; TAVARES, J. A. ; IGLESIAS. C.; HERNANDEZ ROMERO, L. A.; MONTENEGRO, E.E.. Pesquisa Participativa em Melhoramento de Mandioca: Uma experiência no semi-árido do Nordeste) do Brasil. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, AGO. 1977b. 46p. (EMBRAPA. **Documento no. 73**).
- FUKUDA, E.M.G.; GUEVARA, C.L. Descritores Morfológicos e Agronômicos para caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas: EMBRAPA –CNPMPF, 1998, 38 p. (EMBRAPA-CNPMPF. **Documentos, 78**).
- FUKUDA, W.M.G.; IGLESIAS, C. Desenvolvimento de germoplasma de mandioca para as condições semi-áridas. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas (BA), v. 14, n.1/2, p.17-38, 1995.
- FUKUDA, W.M.G.; PORTO, M.C.M. A mandioca no Brasil. In: Hershey, C.H. (ed.). **Mejoramiento genético de la yuca en América Latina**, Cali, Colombia. CIAT, 1991. p. 15-42.
- FUKUDA, W.M.G.; HERSHEY, C.; IGLESIAS, C.; BORGES, L. A.; CAVALCANTI,J.; SANTOS, E. O dos. ; QUEIROZ, G. M.; BORGES, M. de F. Desenvolvimento de germoplasma de mandioca para ecossistemas semi-áridos. **Revista Brasileira de Mandioca**. v.11, n. 1, p. 55-70,1992.

- FUKUDA, C. Podridão de raízes de mandioca. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1991. (CNPMPF. **Mandioca em Foco**, 08).
- FUKUDA, C.; FUKUDA, W.M.G.; CAVALCANTE, M.L.; QUEIROZ, G.M. Híbridos de mandioca resistentes ao superbrotamento. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 1996d. (CNPMPF. FOLDER)
- FUKUDA, C.; SILVA, J.F. Doença do “Couro de Sapo” em mandioca. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 1997 (CNPMPF. **FOLDER**).
- GULICK, R.; HERSHEY, C.H; ALCAZAR, J. E. **Genetic resources of cassava and wild relatives**. Rome: IBPGR, 1983. 56p. (APG: IBPGR/81/11).
- HERSHEY, C.H. Cassava germplasm resources. In: HERSHEY, C.H. **Cassava breeding: a multi-disciplinary review. Proceedings of a workshop**, held the Philipines. Cali, Colombia: CIAT., 1985, p. 1-24.
- HERSHEY, C. H. Cassava breeding. CIAT Headgunters. In: HOWELER, R. H.; KAWANO, K. Cassava breeding and agronomy research in Ásia .**Proceedings of a workshop held in Tailand**, 1987. Cali, Colombia: CIAT, 1988. P. 99 – 116.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção. Rio de Janeiro. V.9, n.5, p.5. maio, 1997.
- MENDES, R.A. ; GOEDERT, C.O.; SILVA, S. O. de **Manual de caracterização e avaliação de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. Brasília, DF:EMBRAPA-CENARGEN, 1985. 63p.
- NORONHA, A.C. da S. FUKUDA, W.M.G. Avaliação de variedades de mandioca para resistência ao ácaro verdes (*Mononychellus tanajoa*).**Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas (BA), v. 1, n.8, p. 55-61. 1989.
- SHAAL, B. ; OLSON, P.; PRINZE, T.; CARVALHO, J.C.B.; TONUARI, N.J.;HAYWOTH, D. Phylogenetic analysis of the Genus *Manihot* based on molecular marker. In: **The cassava Biotechnology Network**, Borgon, indonesia, 22-26, August, 1994.
- SILVA, S. de O. ; MONOEL, T. S. Jr.; SILVA, R. P. da. Diferenciação de clones de *Manihot esculenta Crantz* mediante o emprego de características botânico - agronômicas e zimograma de alfa e beta esterase. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas (BA), v. 11, n. 1, p. 79-88. 1992.
- YANINEK, J. S.; GUTIERREZ, A. P. ; HERREN, H. R. Dynamic of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) in África : Effects on dry matter production production and allocation in cassava. **Environmental Entomology**, n. 19, v.6, p. 1767 – 1772. 1990.
- VEIGA, A. F. S. L. Aspectos biológicos e alternativas de controle do ácaro verde *Mononychellus tanajoa* no Estado de Pernambuco. Resumos sobre yuca, Cali, Colombia. v.1,n.13, p. 43-44. 1987.