

# Mandioca

## Estratégia para um Programa de Melhoramento Genético

*Wania Maria Gonçalves Fukuda*



**DOCUMENTOS**  
**CNPME N° 71**

ISSN 0101-5117  
Junho, 1996

**ESTRATÉGIA PARA UM PROGRAMA DE  
MELHORAMENTO GENÉTICO  
DE MANDIOCA**

**Wania Maria Gonçalves Fukuda**

**Cruz das Almas - Bahia**

EMBRAPA, 1996  
EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 71

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:  
CNPMPF - Rua EMBRAPA, S/Nº  
Telefone: (075) 721-2120 - Telex: (075) 2074  
Fax: (075) 721-1118 - Correio Eletrônico STM 400:18299/EMBRAPA  
Caixa Postal 007 - CEP: 44.380-000 - CRUZ DAS ALMAS - BA.

Tiragem: 500 exemplares

**Comitê de Publicações:**

Marcio Carvalho Marques Porto - Presidente

Edna Maria Saldanha - Secretária

Ana Lúcia Borges

Chigeru Fukuda

Domingo Haroldo R.C. Reinhardt

Jorge Luiz Loyola Dantas

Joselito da Silva Motta

Luciano da Silva Souza

Ygor da Silva Coelho

Publicado no CNPMPF  
Setor de Informática - SIN  
Supervisão de Produção Gráfica - SPG  
jun./96

FUKUDA, W.M.G. **Estratégia para um programa de melhoramento genético de mandioca.** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1996. 35p. (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 71).

Termos para indexação: *Manihot esculenta*; Variedades; Hibridação; Parâmetros de avaliação; Critérios de seleção; Varieties; Cassava; Hybridization; Evaluation Parameters; Selection criteria.

CDD 633.682

## SUMÁRIO

	Pág.
Resumo.....	5
Summary.....	6
Introdução.....	6
Genética e biologia na reprodução.....	8
Objetivos de um programa de melhoramento.....	8
Métodos de melhoramento de mandioca.....	13
Plantio de Sementes.....	22
Seleção de Híbridos.....	23
Parâmetros de avaliação.....	25
Crítérios de seleção.....	30
Referências.....	33

## STRATEGY FOR A CASSAVA BREEDING PROGRAM

**Summary** - This paper aims to discuss strategies for a cassava breeding program, including general and specific objectives and the methodology utilized up to this moment. The main biotic and abiotic factors affecting the cassava crop in different agroecologies are presented, as well as the demands for new varieties and farmer's preferences. As far as the methodology is concerned guidelines for general evaluation of varieties and for selection schemes hybrids and seedling management are presented. The main evaluation parameters, the selection criteria utilized in accordance with the objectives of the program, the development stage and the producers preference are also discussed.

**Index terms:** varieties, hybridization, evaluation parameters, selection criteria.

## INTRODUÇÃO

Em mandioca, a exemplo do que ocorre em outros cultivos, a variedade é um dos principais componentes para o desenvolvimento do sistema produtivo, além de constituir uma tecnologia que não implica em custos adicionais para o produtor. Apesar da mandioca apresentar um alto potencial produtivo, estimado por Cock (1974) em 90 t/ha/ano, a produtividade nacional está em torno de 12 t/ha. Um dos fatores que têm

contribuído para a baixa produtividade desse cultivo no Brasil, é o uso de variedades com baixo potencial produtivo.

A demanda por novas variedades de mandioca vem crescendo constantemente, à medida que surgem novas alternativas de uso do produto, bem como pela expansão de novas fronteiras agrícolas para o plantio dessa cultura.

Os trabalhos de pesquisa em melhoramento de mandioca no Brasil, iniciados na década de 40 (Fukuda & Porto, 1991; Fukuda, 1992), concentraram-se principalmente na introdução e avaliação do germoplasma disponível, apesar de serem desenvolvidos alguns projetos na geração de novos clones. Como resultado desses trabalhos têm sido selecionadas inúmeras variedades com alto potencial produtivo, tolerantes a pragas e doenças e com adaptação a ambientes específicos.

Apesar da disponibilidade de uma ampla diversidade genética de mandioca, poucas variedades apresentam uma combinação razoável de resistência a todos os estresses que afetam a cultura em um determinado ecossistema. Somente através da seleção adequada dos parentais, seguida de recombinações, é possível obter-se ganhos significativos em termos de rendimento, qualidade e resistência a pragas e doenças.

Para atender essas demandas, é importante definir as características que necessitam ser melhoradas em função do ecossistema, da finalidade de exploração do cultivo e, principalmente, dos critérios utilizados pelo produtor e pelo consumidor na adoção de variedades de mandioca. Segundo Romero (1992a), é fundamental integrar as perspectivas do produtor e do melhorista no desenvolvimento de variedades para uma determinada região.

## **GENÉTICA E BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO**

A mandioca possui 36 cromossomos, sendo considerada uma espécie alotetraplóide. É uma planta monóica, com flores masculinas e femininas separadas na mesma inflorescência. Apresenta protoginia, ou seja, as flores femininas abrem uma semana antes das flores masculinas(Kawano et al. 1978; Fukuda, 1980). A espécie é de polinização cruzada (alógama) e altamente heterozigota, sendo mantida facilmente através de propagação vegetativa. Não existe nenhuma barreira genética ou fisiológica que impeça a sua autopolinização (Kawano, 1982). No entanto, ocorre uma forte depressão endogâmica, que, em adição à forma de propagação vegetativa da planta, atua como um mecanismo biológico através do qual a alta heterozigose da espécie é mantida(Kawano et al 1978).

### **OBJETIVOS DE UM PROGRAMA DE MELHORAMENTO**

Para o sucesso de um programa de melhoramento, inicialmente é necessário estabelecer-se de forma muito clara os objetivos, os quais devem considerar os seguintes aspectos:

- **Ecossistema**
- **Finalidade de exploração do cultivo**
- **Preferência dos produtores/consumidores**

## **Ecosistema**

Apesar de se adaptar às mais diferentes condições edafo-climáticas, a mandioca apresenta alta interação de genótipo com o ambiente, indicando, portanto, que um mesmo genótipo dificilmente se comporta de maneira semelhante em todas as regiões ecológicas. Uma das causas fundamentais disso é o grande número de pragas e doenças que afetam esse cultivo, cuja incidência está limitada a condições edafo-climáticas específicas, restritas a determinados ecossistemas (Lozano et al. 1983). Além disso, a mandioca é afetada por outros estresses ambientais, que limitam ou inviabilizam o desenvolvimento de uma única variedade em diferentes ecossistemas. Isso vem justificar o grande número de variedades de mandioca cultivadas em todo o país, adaptadas a ambientes específicos onde foram selecionadas naturalmente ou pelos agricultores. A adaptação ampla ou estabilidade espacial não é comum nas variedades existentes, mas é uma característica da espécie Manihot esculenta que se reflete em sua ampla diversidade genética. É mais provável encontrar-se estabilidade de genótipos dentro de um determinado ecossistema (estabilidade temporal), do que de um mesmo genótipo em diferentes ecossistemas (estabilidade espacial). A estabilidade temporal pode ser facilmente alcançada por simples seleção, enquanto que a estabilidade espacial, limitada por fatores bióticos e abióticos, é mais provável através da recombinação entre parentais selecionados em diferentes ecossistemas.

Em função da grande variação edafo-climática onde a mandioca se desenvolve no Brasil, os trabalhos de melhoramento com a cultura



devem ser dirigidos para ecossistemas específicos, caracterizados pelos problemas mais graves que afetam o cultivo em cada região. Para tanto, foram identificadas, nas cinco regiões fisiográficas do país, condições específicas, representativas dos principais fatores bióticos e abióticos que afetam a produtividade desse cultivo, para as quais se estabeleceu os seguintes objetivos:

#### Região Norte

- Resistência à podridão de raízes
- Adaptação a condições de várzea e terra firme da Amazônia

#### Região Nordeste

- Resistência à seca
- Resistência a ácaros
- Resistência à podridão de raízes

#### Regiões Centro-Oeste e Sudeste

- Resistência à bacteriose
- Resistência à vatiga
- Tolerância a solos com altos teores de alumínio

### Região Sul

- Resistência à bacteriose
- Resistência ao frio

### **Finalidade de exploração do cultivo**

A mandioca é utilizada sob as mais diferentes formas, aproveitando-se tanto a parte aérea da planta, como a raiz. De maneira geral, é utilizada na indústria da farinha e amido, na alimentação animal (raízes e parte aérea) e para o consumo humano "in natura". Para cada uma dessas formas de utilização, as variedades devem apresentar algumas características específicas:

- Indústria (amido e farinha):
  - Alto teor e qualidade de amido
  - Alto teor e qualidade de farinha
  - Polpa branca (amido)
  - Córtex claro
  - Película clara e fina
  - Destaque fácil da película
  - Ausência de cintas na raiz
  - Boa conformação de raízes
  - Raízes de tamanho médio (30 - 40 cm)

#### - Alimentação animal (raízes e parte aérea)

- Alto teor de matéria seca na raiz
- Boa produtividade e retenção de folhas
- Alto teor de proteínas nas folhas
- Baixo teor de HCN nas folhas e raízes

#### - Consumo humano

- Baixo teor de HCN nas raízes (até 100 ppm)
- Cozimento rápido (até 30 minutos)
- Boa palatabilidade
- Ausência de fibras na massa cozida
- Resistência à deterioração pós-colheita
- Fácil descascamento
- Raízes com boa conformação
- Raízes curtas (20 - 30 cm)

#### **Preferência do produtor/consumidor**

Normalmente, os programas de melhoramento com a cultura da mandioca têm como objetivos gerais elevar a produtividade, estabilidade e qualidade das variedades, além da resistência a pragas e doenças. Isso tem sido feito considerando-se o ecossistema e a finalidade de exploração do cultivo. No entanto, apesar dos programas de melhoramento de mandioca terem gerado inúmeros clones promissores,

a maioria deles não substituiu as variedades tradicionais. Existem várias hipóteses para isso, e uma delas é exatamente a falta de conhecimento por parte do melhorista dos critérios exigidos pelos produtores e consumidores na adoção de uma variedade e/ou produto. Para definir esses critérios, é necessário uma retro-alimentação dos programas de melhoramento, através de informações dos produtores sobre os clones gerados. Mesmo apresentando alto potencial de rendimento, muitas vezes o clone não é adotado por características que, sob o ponto de vista do melhorista, não têm importância, mas para o produtor é fundamental para a sua adoção. Como exemplo, pode-se citar a facilidade de colheita, cor da película, polpa, forma e conformação das raízes, porte da planta e distância entre as gemas.

A preferência dos produtores deve ser identificada durante algumas fases do programa de melhoramento, antes da recomendação definitiva da nova variedade.

## **MÉTODOS DE MELHORAMENTO DE MANDIOCA**

Os métodos de melhoramento de um cultivo são definidos basicamente em função do seu modo de reprodução, da variabilidade genética disponível, do modo de propagação e dos objetivos do programa. A mandioca, por ser uma espécie alógama, altamente heterozigota, apresenta alta segregação na primeira geração após a hibridação. Uma vez identificado um híbrido superior, nessa primeira geração, o mesmo é fixado através da propagação vegetativa, o que

constitui a maior vantagem da mandioca em trabalhos de melhoramento. Por outro lado, apresenta a desvantagem de exigir um longo período para atingir os seus objetivos, em função da pouca disponibilidade de material de propagação para os ensaios de produtividade e ensaios em nível de produtores.

Os principais métodos de melhoramento utilizados atualmente na cultura da mandioca são:

- Introdução de variedades
- Híbridas intraespecíficas

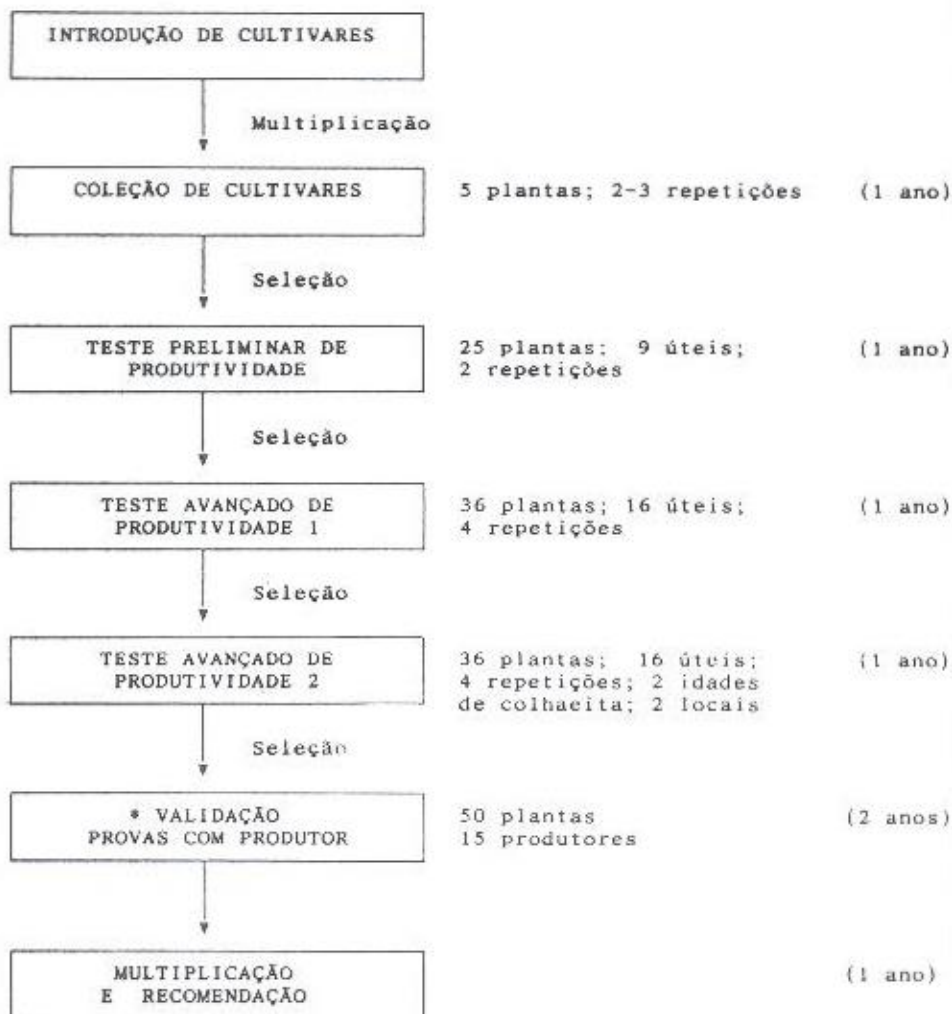
### **Introdução de variedades**

A introdução de variedades é o primeiro passo para se estabelecer um programa de melhoramento, porque permite ampliar a variabilidade genética disponível sobre a qual devem atuar os trabalhos de seleção. A introdução, seguida de avaliações e seleções criteriosas, além de constituir o método mais simples de melhoramento, apresenta grande chance de êxito, em função da ampla variabilidade genética disponível em mandioca e ainda pouca explorada. No Brasil, este tem sido o método de melhoramento mais empregado na cultura. As introduções devem ser feitas preferencialmente de cultivares coletadas na região para a qual o programa se destina, pois aí existem as maiores chances de se obter genótipos adaptados e tolerantes à maioria das pragas e doenças que ocorrem em cada região do país.

As etapas iniciais de avaliação e seleção de variedades introduzidas envolvem a formação de coleções, seguida de testes de produtividade e provas participativas com produtores. Têm por objetivos imediatos identificar genótipos com potencial para serem recomendados a curto prazo para provas de validação junto a produtores e seleção de parentais portadores de características complementares para trabalhos de cruzamentos. A avaliação do germoplasma deve considerar inicialmente os principais fatores bióticos e abióticos limitantes à cultura dentro de um determinado ecossistema e normalmente obedece a uma seqüência que se inicia na estação experimental e termina na área do produtor (ESQUEMA 1)

#### - Coleção de variedades

É formada por um grupo de variedades com a finalidade de representar e preservar a diversidade genética das espécies na região, além de constituir a base para trabalhos de melhoramento genético. Apesar do grande número de acessos de mandioca que compõem as coleções regionais, nacionais ou mesmo internacionais, não se conhece devidamente toda a diversidade genética disponível dentro do gênero *Manihot*. Isso porque a maioria das coleções de germoplasma de mandioca tem sido estudada com respeito a poucos fatores que afetam a cultura em alguns ambientes. A utilização eficiente do germoplasma de mandioca depende do seu completo conhecimento. Para tanto, as



\* ROMERO, 1992a

Esquema 1 - Cronograma de avaliação e seleção de variedades de mandioca.

coleções necessitam ser avaliadas sistematicamente sob diferentes condições edafo-climáticas, de modo que possam expressar de forma plena a sua diversidade genética com respeito aos fatores bióticos e abióticos que afetam o cultivo em cada ecossistema. A avaliação criteriosa das coleções de trabalho constitui uma das formas mais rápidas e eficientes de se utilizar o germoplasma de mandioca disponível nos diferentes ecossistemas. A avaliação das variedades componentes das coleções deve ser efetuada em um local representativo do ecossistema onde o material selecionado deverá ser utilizado. Algumas características são importantes tais como uma boa germinação, que reflete a adaptação da variedade às condições de temperatura e umidade do ecossistema; resistência a pragas e doenças, que deve ser avaliada sob condições de infestação natural no campo; arquitetura da planta, que tem influência sobre as práticas de cultivo utilizadas pelos produtores e sobre o equilíbrio entre a produção de raiz e parte aérea; produção e qualidade do material de plantio, que garante a sobrevivência da variedade e a certeza de uma boa semente para plantios posteriores; rendimento de raiz e sua qualidade para o consumo humano, processamento e usos industriais. Nessa primeira fase, é necessário um mínimo de cinco plantas por parcela, com duas a três repetições, dependendo da disponibilidade de material vegetativo. Nesse "screening", descarta-se o material inferior, principalmente aquele suscetível a pragas e doenças da região e com baixo potencial de rendimento e adaptação.



### **- Teste preliminar de produtividade (TPP)**

Os genótipos selecionados no "screening" de germoplasma são avaliados nessa segunda fase em parcelas de 15 a 25 plantas, com bordadura e uma a duas repetições. No caso de 15 plantas totais, a parcela útil será constituída de três plantas; com 25 plantas totais a parcela útil será de nove plantas.

### **- Testes Avançados de Produtividade (TAP's)**

Dentro da seqüência do programa, são realizados dois testes avançados.

Os clones selecionados no TPP são avaliados no primeiro TAP, o qual se caracteriza por obedecer a um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, com um número total de 36 plantas por parcela, sendo 16 úteis. O segundo TAP é composto pelos melhores clones selecionados no TAP<sub>1</sub>, seguindo o mesmo delineamento e com colheitas aos 12 e 18 meses de idade. Esse teste deverá ser realizado em mais de um local, dependendo da disponibilidade de material vegetativo. Os clones resultantes dessa última avaliação são denominados de clones elite ou avançados e a partir desse estágio o processo de avaliação e seleção dos mesmos deve ser realizado com a participação de produtores e extensionistas.

### - Avaliação e Seleção de Clones Avançados

Clones avançados são resultantes da seleção efetuada nos TAP's e, na maioria das vezes, são selecionados apenas na Estação Experimental, pelo melhorista, sem a participação de produtores e/ou extensionistas. Normalmente, após a conclusão desses ensaios, os melhores clones são multiplicados, recomendados e distribuídos aos produtores, sem um acompanhamento sistemático sobre o seu comportamento e adoção pelos produtores. Como resultado, tem-se a baixa adoção dos clones melhorados e a falta de retro-alimentação dos programas de melhoramento. Para mudar esse quadro, é necessário empregar novos métodos que envolva as opiniões dos produtores e consumidores. Para isso, Romero (1992a e 1992b) desenvolveu no CIAT uma metodologia complementar à pesquisa tradicional de variedades de mandioca, que integra os critérios dos produtores e melhoristas e maximiza a eficiência da seleção de variedades.

Essa metodologia propõe desenvolver um modelo de pesquisa participativa para conhecer os critérios de seleção de variedades utilizadas pelos produtores de mandioca, retro-alimentar com essas informações os programas de melhoramento de mandioca e identificar variedades melhoradas com ampla aceitação por parte dos produtores e consumidores, antes de liberá-las. Para tanto, os clones oriundos dos ensaios avançados de rendimento são avaliados nas propriedades, com a participação de produtores, pesquisadores e extensionistas. São utilizadas quadras de 50 plantas por clones, com um número não superior a nove,

incluindo a variedade tradicional e um número mínimo de 15 a 20 provas por ciclo. O sistema de plantio é o mesmo utilizado pelo produtor.

A seleção dos produtores participantes se baseia na experiência local de cada pesquisador, tendo em conta aspectos como interesse, disponibilidade de terra, capacidade de comunicação, fácil acesso aos mercados existentes na região e representatividade regional.

A análise regional das provas determina o grau de estabilidade de novos clones para recomendação.

Através desse método, a recomendação da variedade é feita com o aval dos produtores, os quais funcionam como agentes multiplicadores da tecnologia, viabilizando sua adoção.

### **Hibridação intraespecífica**

A hibridação é utilizada principalmente para criar variabilidade. O sucesso desse método depende fundamentalmente da escolha adequada dos parentais e da eficiência de seleção dos genótipos superiores dentro das progênies resultantes dos cruzamentos.

A seleção dos parentais é baseada principalmente na avaliação fenotípica das variedades, além da sua capacidade geral e específica de combinação, medida pela performance das progênies. Os mesmos devem ser selecionados em função dos principais problemas que limitam o desenvolvimento da cultura em um dado ecossistema, considerando a adaptação geral dessas variedades. As recombinações devem ser feitas entre parentais selecionados em um mesmo ecossistema, reunidos em lotes de cruzamentos.

## - Técnicas de hibridação

Em mandioca, para se obter os tipos recombinantes desejáveis é necessário trabalhar-se com populações grandes. Para isso, um elevado número de sementes deve ser obtido. Dois métodos de polinização são normalmente utilizados em mandioca:

- Aberta
- Manual

**Polinização aberta** - É o método mais simples e econômico para obter-se grandes quantidades de sementes. Em função disso, é o mais utilizado pelos programas de melhoramento. No entanto, esse método apresenta as desvantagens de permitir autofecundações e a perda do controle do pólen do parental masculino. A autofecundação pode ser contornada pelo uso de parentais macho-estéreis, emasculação manual ou um arranjo espacial dos parentais nos campos de cruzamento, de forma a permitir que todos os parentais tenham chances iguais de receber e doar pólen. Para o sucesso desse método, é importante que os parentais apresentem uniformidade no florescimento e reúnam o maior número de características desejáveis. Para esse tipo de polinização, recomenda-se o uso de "policross", para os quais existem inúmeros desenhos que devem ser selecionados em função do número de parentais e objetivos dos cruzamentos.

**Polinização manual** - Teoricamente é o método mais eficiente, pois é possível controlar ambos os parentais descartando-se os riscos de

polinizações indesejáveis e auto-polinizações. No entanto, o pequeno número de sementes produzidas diminui a probabilidade de obter-se os cruzamentos desejados, além de elevar os custos de produção das sementes, em função de um maior emprego de mão-de-obra.

Esse método é o mais recomendado, mas em função dos altos custos é mais utilizado quando se deseja transferir uma característica específica, controlada por poucos genes, a um genótipo melhorado. A técnica foi descrita por Fukuda (1980) e Hershey & Amaya (1982).

## **PLANTIO DE SEMENTES**

Existem várias maneiras de se plantar as sementes de mandioca. O método mais eficiente e econômico utilizado no Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical(CNPMF) consiste no plantio em sementeiras, situadas nas cabeceiras do campo onde se deve efetuar o transplante dos "seedlings". O tratamento do substrato onde se vai plantar as sementes é um dos pontos-chave para se obter uma alta taxa de sobrevivência dos "seedlings", que são altamente afetados por fungos. Inicialmente, efetua-se o tratamento com brometo de metila da terra vegetal e areia lavada, que em proporções iguais, deverão constituir o substrato onde se deve plantar as sementes. A sementeira deverá ter o comprimento de acordo com o número de sementes que se vai plantar, contanto que tenha um metro de largura para facilitar o manejo das sementes e dos "seedlings". O espaçamento na sementeira é de 10 cm entre fileiras e 5 cm entre sementes.

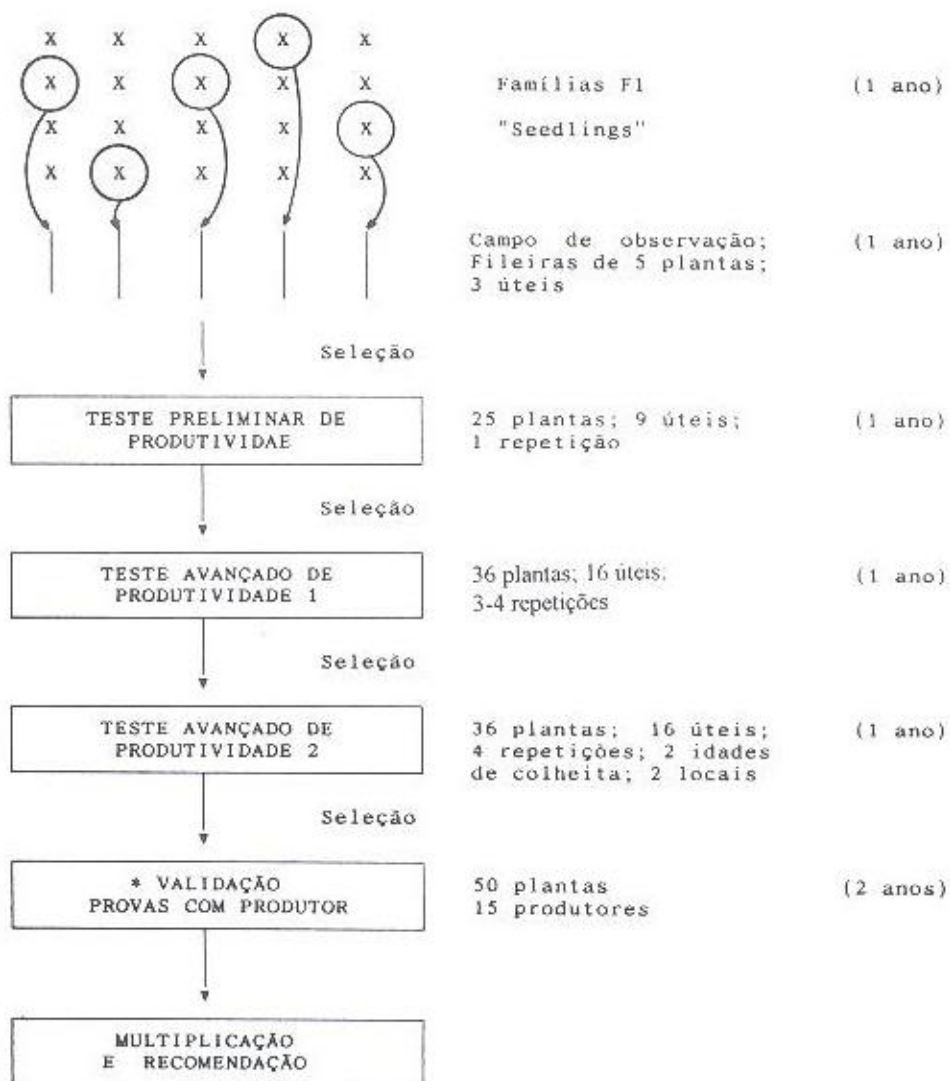
Temperaturas médias do ar e do solo, entre 30°C e 33°C, são adequadas para acelerar e uniformizar o processo de germinação de sementes de mandioca, além de assegurar uma taxa de germinação em torno de 85% (Fukuda & Cerqueira, 1986). O transplante dos "seedlings" para o campo deve ser efetuado entre 30 a 45 dias após o plantio, de acordo com o desenvolvimento vegetativo dos mesmos. Recomenda-se o espaçamento de 1,5 m x 1,0 m em ambientes favoráveis ao maior desenvolvimento das plantas e de 1,0 m x 1,0 m em ambientes menos favoráveis, a fim de diminuir o efeito da competição intergenotípica.

## **SELEÇÃO DE HÍBRIDOS**

A seleção de híbridos compreende várias fases, desde a seleção dos F1's até provas com a participação de produtores (ESQUEMA 2).

### **Seleção de F1**

Como as variedades de mandioca são altamente heterozigotas para a maioria dos locos gênicos, a segregação ocorre na primeira geração. A primeira seleção é feita ainda na fase de "seedling", dentro e entre as famílias segregantes. A partir dessa fase, cada híbrido selecionado é propagado vegetativamente e constitui potencialmente um novo clone.



\* ROMERO, 1992a

Esquema 2 - Cronograma de avaliação e seleção de híbridos de mandioca.

### **Campo de observação**

Cada híbrido selecionado é plantado em fileiras de cinco plantas, sendo colhidas e avaliadas as três plantas centrais. Recomenda-se o mesmo espaçamento utilizado para os "seedlings" em função da competição intergenotípica. Uma testemunha local deve ser intercalada a cada 10 ou 20 linhas.

### **Testes de produtividade com híbridos**

Os testes de produtividade com híbridos seguem a mesma metodologia utilizada para variedades selecionadas nas coleções (ESQUEMA 2).

## **PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO**

Os parâmetros utilizados na avaliação de cultivares de mandioca variam extremamente de acordo com os pesquisadores, dificultando assim o intercâmbio de informações.

Não apenas os parâmetros, mas a forma de avaliação dos mesmos, principalmente quando se tratam de parâmetros de caráter subjetivo baseados em escalas de notas. Neste caso, a variação é bastante ampla, utilizando-se as mais diferentes escalas. A falta de padronização dos parâmetros de avaliação de cultivares tende a tornar os dados obtidos



restritos. Segundo Alcazar (1983), os parâmetros de avaliação variam com a espécie e também com o que é selecionado pelo melhorista, botânico ou geneticista. Os melhoristas tendem a eleger parâmetros de interesse agrônomico e que geralmente são poligênicos; os botânicos elegem caracteres morfológicos independentes de seu controle genético e os geneticistas tratam de eleger caracteres qualitativos e monogênicos para estudos básicos. No entanto, é necessário estabelecer-se um número mínimo de parâmetros a avaliar, universalmente aceitos, que facilitem o intercâmbio de informações. Além da padronização deve-se limitar os dados em função dos critérios de seleção a serem aplicados no ensaio. Em resumo, é importante definir o que, como e quando avaliar. Existem os parâmetros considerados mínimos, que devem necessariamente ser avaliados em todo o trabalho de seleção e aqueles que deverão ser avaliados em função da finalidade de exploração do cultivo, dos fatores limitantes do ecossistema, da etapa de seleção, do tipo de material em avaliação e das preferências do produtor/consumidor.

#### **Parâmetros mínimos de avaliação:**

- Brotação (60 dias após plantio)

Constitui um dos critérios de seleção para adaptação de variedades introduzidas de outros ecossistemas.

- Arquitetura da planta

É um parâmetro crítico na aceitação da variedade. Está em função da altura da planta, número de ramificações e altura da 1ª ramificação. Plantas muito ramificadas dificultam os tratos culturais e são impróprias para o consórcio.

- Produção de manivas para o plantio

É tão importante quanto o peso da raiz, considerando que a planta é propagada vegetativamente.

- Peso de folhas

A produção de folhas é um caráter importante na seleção de variedades para a utilização da parte aérea na alimentação animal. Variedades com maior retenção foliar apresentam maior rendimento de proteína e têm a vantagem de controlar melhor as ervas daninhas por sombreamento. Normalmente são mais tolerantes a estresses ambientais, principalmente pragas, doenças e seca.

- Peso de raízes

É o parâmetro de maior importância na avaliação, uma vez que constitui a parte comercial do cultivo.

- Teor de amido e matéria seca na raiz (%)

(Medido pelo método de balança hidrostática)

Esse é um caráter fundamental para a aceitação de uma variedade, independente da finalidade de utilização da mesma.

- Rendimento e qualidade da farinha

- Índice de colheita

É a relação entre o peso de raiz e o peso total da planta. É usado como um dos critérios de seleção para produtividade de raiz.

- Cor da polpa da raiz

É importante em função da forma de utilização do cultivo, principalmente quando se destina à indústria de farinha, amido e tucupi. Nas duas primeiras, a preferência é por polpa branca e na última amarela.

- Cor da superfície da película da raiz

É importante para a indústria de amido e farinha. A preferência é por cor clara.

- Cor do córtex da raiz

Tem relação com a qualidade da farinha. A preferência é por coloração clara.

- Presença de cintas na raiz

É um caráter indesejável para qualquer forma de utilização

- Presença de pedúnculo

Dependendo da finalidade do cultivo, a presença ou ausência de pedúnculo pode ser importante. No caso do consumo fresco, raízes com pedúnculo retardam a deterioração pós-colheita.

- Ácido cianídrico (HCN)

Identifica variedades para o consumo fresco. É determinado através dos métodos qualitativo e quantitativo. O método quantitativo é mais seguro para a recomendação de variedades para o consumo humano. São consideradas variedades mansas aquelas que apresentam um teor de HCN nas raízes abaixo de 100 mg/kg de raiz fresca.

- Resistência a pragas e doenças

Considera-se as pragas e doenças os problemas mais limitantes para o cultivo dentro de uma região. Em sua avaliação geralmente utiliza-se uma escala de notas de 1 a 5, devendo cada nota ser descrita de acordo com os danos causados pelas pragas e doenças.

## - Qualidade

Se o objetivo da seleção é o consumo humano, considera-se importante os seguintes parâmetros:

- Tempo de cozimento
  
- Qualidade da massa cozida
  - Sabor
  - Palatabilidade
  - Presença de fibras
  - Textura
  - Plasticidade
  - Pegajosidade
  
- Deterioração das raízes pós-colheita.

## CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os critérios de seleção variam entre os ecossistemas, em função dos problemas que afetam a mandioca em cada local. No entanto, deve ser sempre observada a adaptação geral da variedade em cada condição de clima e solo, resistência às principais pragas e doenças, alto potencial de rendimento de raiz, porte da planta e preferências regionais. Em locais onde ocorrem problemas sérios de doenças e pragas, ênfase especial deve ser dada à resistência. Nos locais onde os problemas de pragas e doença...

ocorrem em menor intensidade e se equivalem em termos de importância, o rendimento de raiz, matéria seca e porte da planta podem ser considerados como critérios básicos de seleção. As seleções iniciais devem ser feitas em função dos fatores mais limitantes à produtividade. Gradativamente, vão sendo eliminados os genótipos mais suscetíveis e com baixa adaptação, até estabilizar, em nível considerado elevado, o rendimento médio das variedades selecionadas. As variedades mais estáveis, em termos de produtividade de matéria seca e parte aérea, obviamente são aquelas que melhor se adaptam e toleram a maioria dos fatores desfavoráveis daquele ecossistema.

O rendimento de raiz está relacionado com vários caracteres da planta ou componentes de produção. Entre eles estão o peso de raiz, peso de parte aérea, número de raízes por planta, índice de colheita e altura da planta. Fukuda et al. (1983) e Fukuda & Caldas (1987) observaram correlações positivas e significativas entre o rendimento de raízes, número de raízes por planta e índice de colheita, em ensaios com bordadura, indicando que tanto o número de raízes por planta como o índice de colheita podem ser considerados bons critérios de seleção para produtividade de raízes. O índice de colheita, por se correlacionar positivamente com o rendimento de raiz, é considerado um bom critério de seleção para produtividade de raiz, dentro de certos limites. Plantas com altos índices de colheita e pouca produção de parte aérea, mesmo apresentando altos rendimentos de raízes, são indesejáveis, por produzirem pouco material de propagação. Deve-se considerar ainda que, muitas vezes, um alto índice de colheita não reflete uma alta produção de raízes, mas uma baixa produção de parte aérea. O

### - Qualidade

Se o objetivo da seleção é o consumo humano, considera-se importante os seguintes parâmetros:

- Tempo de cozimento
  
- Qualidade da massa cozida
  - Sabor
  - Palatabilidade
  - Presença de fibras
  - Textura
  - Plasticidade
  - Pegajosidade
  
- Deterioração das raízes pós-colheita.

## CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os critérios de seleção variam entre os ecossistemas, em função dos problemas que afetam a mandioca em cada local. No entanto, deve ser sempre observada a adaptação geral da variedade em cada condição de clima e solo, resistência às principais pragas e doenças, alto potencial de rendimento de raiz, porte da planta e preferências regionais. Em locais onde ocorrem problemas sérios de doenças e pragas, ênfase especial deve ser dada à resistência. Nos locais onde os problemas de pragas e doenças

ocorrem em menor intensidade e se equivalem em termos de importância, o rendimento de raiz, matéria seca e porte da planta podem ser considerados como critérios básicos de seleção. As seleções iniciais devem ser feitas em função dos fatores mais limitantes à produtividade. Gradativamente, vão sendo eliminados os genótipos mais suscetíveis e com baixa adaptação, até estabilizar, em nível considerado elevado, o rendimento médio das variedades selecionadas. As variedades mais estáveis, em termos de produtividade de matéria seca e parte aérea, obviamente são aquelas que melhor se adaptam e toleram a maioria dos fatores desfavoráveis daquele ecossistema.

O rendimento de raiz está relacionado com vários caracteres da planta ou componentes de produção. Entre eles estão o peso de raiz, peso de parte aérea, número de raízes por planta, índice de colheita e altura da planta. Fukuda et al. (1983) e Fukuda & Caldas (1987) observaram correlações positivas e significativas entre o rendimento de raízes, número de raízes por planta e índice de colheita, em ensaios com bordadura, indicando que tanto o número de raízes por planta como o índice de colheita podem ser considerados bons critérios de seleção para produtividade de raízes. O índice de colheita, por se correlacionar positivamente com o rendimento de raiz, é considerado um bom critério de seleção para produtividade de raiz, dentro de certos limites. Plantas com altos índices de colheita e pouca produção de parte aérea, mesmo apresentando altos rendimentos de raízes, são indesejáveis, por produzirem pouco material de propagação. Deve-se considerar ainda que, muitas vezes, um alto índice de colheita não reflete uma alta produção de raízes, mas uma baixa produção de parte aérea. O



rendimento de raízes e o índice de colheita correlacionam-se negativamente com altura da planta e rendimento de parte aérea, sugerindo que o aumento da parte aérea determina um decréscimo no índice de colheita e do rendimento de raiz, indicando que, na seleção para rendimento de raiz, deve-se evitar genótipos com desenvolvimento vegetativo exagerado. É importante manter-se o equilíbrio entre produção de raiz e parte aérea.

Em populações segregantes, originadas de sementes sexuais, Fukuda et al. (1987) observaram correlação positiva e significativa de pesos de raiz com peso de parte aérea e peso total de planta. No entanto, não foi observada correlação significativa entre peso de raiz e índice de colheita. Isso indica que na fase de "seedling" plantas com maior peso de raiz também produzem mais parte aérea, devendo ambos serem considerados igualmente importantes nessa fase de seleção. O peso de raiz dos "seedlings" também se correlaciona positivamente com o peso da parte aérea e peso total de planta dos mesmos "seedlings" propagados vegetativamente e negativamente com o índice de colheita. Isso indica que tanto na fase de "seedling" como nos campos de observação, (fileiras de cinco plantas), o peso de raiz, peso de parte aérea e o peso total da planta são critérios eficientes de seleção para produção de raízes em populações segregantes.

## REFERÊNCIAS

- ALCAZAR, J.T.E. **Los recursos fitogeneticos: una inversión segura para el futuro.** Madrid: INIA, 1983. 44p.
- COCK, J.H. Agronomic potential for cassava production. In: ARAULLO, E.V.; NESTEL, B. ; CAMPBELL, M. **Cassava processing and storage.** Pattaya, Thailand: IDRC, 1974. p.21-26. (IDRC-031e)
- FUKUDA, W.M.G. Melhoramento de mandioca no Brasil. In: REUNIÓN PANAMERICANA DE FITOMEJORADORES DE YUCA, 2, 1992, Cali, Colombia. Memórias: Cali, Colombia: CIAT, 1992. p.15-31.
- FUKUDA, W.M.G. **Técnica de polinização manual de mandioca.** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1980. 3p. (EMBRAPA-CNPMPF, Miscelânea, 1).
- FUKUDA, W.M.G.; CALDAS, R.C. Correlação entre caracteres morfológicos e agrônômicos de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.6, n.2, p.35-40, 1987.

- FUKUDA, W.M.G.; CALDAS, R.C.; MELO, Q.M.S.; QUEIROZ, G.M. Critérios de seleção em populações segregantes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.6, n.2, p.41-55, 1987.
- FUKUDA, W.M.G.; CERQUEIRA, L.L. Efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.5, n.2, p.13-21, 1986
- FUKUDA, W.M.G.; PORTO, M.C.M. A mandioca no Brasil. In: HERSHEY, C.H. **Mejoramiento genetico de la yuca en América Latina**. Cali, Colombia:CIAT, 1991. p.15-42.
- FUKUDA, W.M.G.; SILVA, S. de O.; CALDAS, R.C. **Avaliação e seleção de cultivares de mandioca em Cruz das Almas, Bahia**. Cruz das Almas,BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1983. 21p. (EMBRAPA-CNPMPF. Boletim de Pesquisa,4/83).
- HERSHEY, C.; AMAYA, A. Germoplasma de yuca: evolucion, distribuicion y coleccion. In: RODRIGUESZ M., C.E. **Yuca: investigación, producción y utilización, programa de yuca**. Cali, Colombia: PNUD/CIAT, 1982. p.77-89.

- KAWANO, K.; AMAYA, A.; DAZA, P. ; RIOS, M. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. Crop Science, Madison, v.18, n. 3, p. 373-376, 1978.
- KAWANO, K. Mejoramiento genético de yuca para productividad. In: RODRIGUEZ M., C.E. **Yuca**; investigación, producción y utilización, programa de Yuca. Cali, Colombia: PNUD/CIAT, 1982. p. 91-7
- LOZANO, J.C.; HERSHEY, C.; ZEIGLER, R.; BELLOTTI, A. A comprehensive breeding approach to pest and disease problema of cassava. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT AND TUBER CROPS**, 6, 1983, Lima. Peru. **Proceedings...** Lima, Peru: CIP, 1983 19p.
- ROMERO, L.A.H. Evaluación de nuevas variedades de yuca con la participación de Agricultores. In: **ROMERO, L.A.H. Unidad de aprendizaje para la capacitación em tecnologia de producción**. Cali, Colombia: CIAT, 1992a. 203p.
- ROMERO, L.A.H. Participación de los agricultores en la evaluación de variedades de yuca. In: CIAT (Cali, Colombia) **Memórias de um taller en el CIAT**: Cali, Colombia: 1992b. p. 40-48. (CIAT. Documento de Trabajo, 99).

**Embrapa**

---

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

