

# Mandioca:

*A mandioca é hoje a mais importante cultura de subsistência tropical do mundo. De acordo com dados da Organização para Agricultura e Alimentos (FAO, na sigla em inglês), das Nações Unidas, a produtividade anual dessa cultura caiu gradualmente na América do Sul entre os anos 60 e 90, mas cresceu entre os anos 70 e 90 na Nigéria, hoje o principal produtor da África e do mundo, e na Índia. Nesse país asiático, a produtividade atingiu 25 toneladas por hectare (t/ha) nos anos 90, contra 12,5 t/ha na América do Sul e 11,5 t/ha na Nigéria, na mesma época. Os indianos obtiveram esses ganhos de produtividade com um programa de melhoramento genético da espécie que serve de modelo para outros países, inclusive o Brasil.*

**Nagib M. A. Nassar**  
Departamento de Genética e Morfologia,  
Universidade de Brasília

# opção contra a fome

## *Estudos e lições no Brasil e no mundo*

**A mandioca (*Manihot esculenta*)** é atualmente a quarta mais importante cultura de produção de alimentos do mundo e a principal na região tropical. A raiz da planta e seus subprodutos são consumidos por mais de 800 milhões de pessoas, segundo a FAO. Em algumas regiões do mundo, como no Nordeste brasileiro, em Gana e na Nigéria (na África) e em algumas ilhas da Indonésia (na Ásia), mais de 70% das calorias consumidas diariamente pela população vêm da mandioca. Entre todas as culturas, a mandioca é apontada por diversos estudos científicos como a de mais alta produtividade de calorias, a de maior eficiência biológica como produtor de energia e a de melhor adaptação a solos deficientes em nutrientes.

No início dos anos 70, em meio aos debates internacionais sobre uma séria crise de fome em países da África e de outras partes do mundo, o então presidente dos Estados Unidos, Richard Nixon, formou um comitê de consultoria científica para determinar prioridades em pesquisa de alimento. O comitê enfatizou a mandioca como a cultura com maior capacidade de atender à alta demanda mundial por alimento. Desde então, essa planta tem recebido maior atenção em todo o mundo, sendo considerada prioritária para pesquisa e melhoramento. Essa tarefa foi atribuída ao Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), situado em Cali (Colômbia), uma das instituições de pesquisa agrícola criada na época. O Brasil, maior produtor mundial na época, também criou um programa para melhorar a produtividade dessa cultura no país.

### *A produtividade nas últimas décadas*

A produtividade anual de mandioca por hectare é o critério utilizado para avaliar o melhoramento genético da cultura. Para analisar a evolução da produtividade da cultura nos últimos 30 anos, este trabalho utiliza dados de três áreas – América do Sul, Nigéria e Índia – que têm contribuído significativamente para a produção mundial.

Dados históricos contidos no Livro do Ano de Produção da FAO, de 1998, revelam que durante os anos 60 foram produzidas 34,4 milhões de toneladas (t) de mandioca na América do Sul, em cerca de 2,48 milhões de hectares (ha). A produtividade por hectare foi de cerca de 13,9 toneladas. O Brasil contribuiu com 88% da produção da América do

Sul e um terço da produção mundial. Desde o início de 1972, porém, a produtividade vem caindo na América do Sul, chegando a 11,8 t/ha durante os anos 80, com pequena recuperação nos anos 90 (para 12,5 t/ha). No Brasil, essa queda também foi constante durante os anos 70 e 80.

Na Nigéria, a produtividade variou bastante: era de 10,5 t/ha no início dos anos 70, aumentou para 11,5 t/ha no começo dos anos 80, recuou de novo para 10,5 t/ha no final desse período e retomou o crescimento nos anos 90, repetindo o índice de 11,5 t/ha no final daquela década. A situação é diferente na Índia, onde a produtividade da cultura, de apenas 9 t/ha nos primórdios dos anos 70, cresceu para 17,7 t/ha nos anos 80 e continuou em ascensão durante os anos 90, atingindo cerca de 24,5 t/ha nos últimos anos da década. Em 2004, os indianos alcançaram o índice de 27,9 t/ha, maior produtividade obtida no mundo atual.

Alguns fatores explicam a queda da produtividade da mandioca na América do Sul durante os anos 70, 80 e 90.

O primeiro é o abandono dessa cultura em áreas onde a produtividade era elevada. São Paulo, por exemplo, era o principal produtor entre os estados do Brasil no final dos anos 60, respondendo por cerca de um terço do total produzido do país, com uma produtividade média de 21 t/ha. Esse alto nível de produtividade foi possível graças ao plantio de novos cultivares (variedades com características adequadas para cultivo comercial) lançados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que em geral produziam acima de 30 t/ha (um deles, batizado de 'Mantiqueira', alcançava 47 t/ha), e às técnicas de cultivo propostas por seus pesquisadores.

A partir do início dos anos 70, porém, os fazendeiros paulistas substituíram a mandioca por outras culturas, aproveitando os benefícios das políticas

governamentais de subsídio, que favoreciam outros produtos agrícolas. Assim, as áreas de cultivo da mandioca diminuíram naquele estado e em todo o país (e, em conseqüência, em toda a América do Sul). Além da redução da área, os cultivares de mandioca plantados em outros estados brasileiros não tinham o mesmo desempenho dos desenvolvidos pelo IAC, o que também contribuiu para reduzir a produtividade no país e no continente.

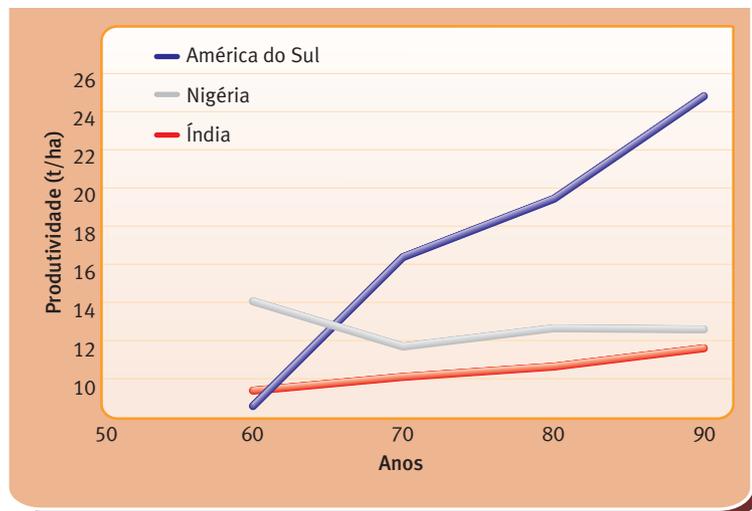
A alta produtividade dos cultivares do IAC decorre da estratégia adotada por esse centro de pesquisa em seu programa de melhoramento da mandioca. Esse programa começou pela seleção de bons progenitores para os cruzamentos, com base na produtividade e na resistência a doenças e pestes, e por testes de habilidade de combinação, como é chamada a capacidade de produzir, nas hibridizações, descendentes com forte expressão da característica desejada.

Os testes incluíram híbridos coletados em plantações de São Paulo e Minas Gerais, originados da hibridização natural entre plantas tradicionalmente cultivadas e espécies silvestres de mandioca. Nesses estados, tais espécies ocorrem em áreas próximas às culturas. Quando as sementes decorrentes desses cruzamentos naturais germinam, nas áreas de cultivo, e as novas plantas apresentam características que atraem o interesse dos fazendeiros, estes escolhem algumas e as reproduzem vegetativamente (por pedaços do caule, chamados de 'estacas'), gerando plantações comerciais desses novos híbridos. A repetição dessas plantações, por anos seguidos, promove a constante autopolinização das variedades usadas, gerando plantas de grande homogeneidade genética e que contêm genes de espécies silvestres. Com o tempo, esse ciclo – autopolinização seguida de hibridização – repete-se, gerando inúmeras variedades enriquecidas com genes das espécies silvestres. Entre essas variedades que o IAC coletou e usou nos ensaios de habilidade de combinação, estavam algumas das mais bem sucedidas em toda a história da mandioca no país ('Branca Santa Catarina', 'Mantiqueira', 'Engana Ladrão' e outras).

Nas pesquisas, o IAC procurou cobrir um amplo espectro de adaptações dos novos cultivares, avaliando, por exemplo, a produtividade sem adubo em solos deficientes ou com o fornecimento de nutrientes minerais. Por isso, tais cultivares mostraram, nos plantios comerciais, produtividade mais alta que os gerados em outras instituições, como o CIAT, que também desenvolveu híbridos, mas estes tiveram baixo desempenho em cultivos na Colômbia.

O método de melhoramento do IAC, com base na habilidade de combinação, mostrou maior potencial e eficiência do que o método de seleção recorrente usado no CIAT – no qual plantas com as ca-

A evolução da produtividade (em toneladas por hectare) da mandioca nos últimos 30 anos, na América do Sul, na Nigéria e na Índia, evidencia o sucesso do programa de melhoramento da cultura nesse último país



FONTE: LIVRO DO ANO DA PRODUÇÃO, PAO (1998)

FOTO CEDIDA PELO AUTOR

racterísticas desejadas são cruzadas, buscam-se tais características nos híbridos gerados e promovem-se novos cruzamentos, em um processo demorado e repetitivo. Os resultados do IAC sugerem que genes não-aditivos e a heterose (ou vigor híbrido) são o modo de ação gênico predominante na mandioca. Genes não aditivos são aqueles em que não há interação entre diferentes alelos (cópias distintas do mesmo gene presentes nos cromossomos). Já a heterose é a diferença entre a média de uma característica nos híbridos e a média da mesma característica nos 'pais'.

## A recuperação na Nigéria e na Índia

Na Nigéria, hoje o maior produtor da África e do mundo, a queda de produtividade da mandioca observada nos anos 80 ocorreu em função da invasão de insetos predadores, introduzidos no país acidentalmente nos anos 70. O problema foi controlado por um programa biológico eficiente, adotado no final dos anos 80. A recuperação nos anos 90 evidencia a alta capacidade produtiva dos cultivares distribuídos aos produtores pelo Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, na sigla em inglês), instituição de pesquisa que atua na África, com sede na própria Nigéria. Esses cultivares foram produzidos a partir de híbridos fornecidos ao IITA, na época, pelo autor deste artigo.

Fato impressionante foi o ritmo acelerado de crescimento da produtividade na Índia nos anos 80 e 90, graças ao trabalho do Instituto Central de Pesquisa em Tubérculos (CTCRI, na sigla em inglês), sediado em Trivandrum, naquele país. Tanto o IAC quanto o CTCRI seguiram métodos que envolvem a manipulação da heterose para aumentar a produção das raízes da mandioca. Os melhores cultivares indianos (batizados de H-96, H-165, H-226, Sree Visakham e Sree Sohya) foram selecionados com base nesse processo, confirmando que se trata do melhor método de melhoramento da cultura.

Entretanto, a transferência de sementes para uso externo, pelos fazendeiros, pode levar a uma quebra da heterose em gerações futuras da planta, com a dispersão aleatória dos alelos de interesse nos descendentes. Essa dispersão, chamada de segregação gênica, é consequência da reprodução sexuada, na qual há recombinação dos genes, e poderia ser evitada com a introdução, em cultivares de mandioca, dos genes da apomixia (produção de sementes por meios assexuados). A apomixia existe em espécies silvestres e estudos confirmam que pode ser trans-



ferida, por hibridização, para um novo cultivar. Isso também pode ser feito com outros genes úteis, como os que conferem alto conteúdo protéico, tolerância à seca e outras características.

Outra opção, a produção de variedades poliplóides (com número de cromossomos superior ao número básico da espécie), também parece ser promissora para aumentar a produtividade da mandioca em condições menos adequadas de cultura. Um dos mais produtivos cultivares indianos – Sree Hansha – é triplóide, ou seja, tem três cópias dos cromossomos (em vez de duas, como seria normal). No Brasil, o clone de mandioca mais resistente à seca é um triplóide natural chamado 'Manebeba Branca'.

Considerando esses fatos, um plano mais eficiente de melhoramento da mandioca, no Brasil, pode ser baseado em três medidas: a exploração dos recursos genéticos silvestres, a produção de híbridos poliplóides e o desenvolvimento da apomixia.

## Exploração dos recursos silvestres

A mandioca, como revelam estudos feitos pelo autor, é originária do Brasil. Espécies silvestres do mesmo gênero (*Manihot*) crescem naturalmente em várias partes do país (ver 'A agrobiodiversidade em risco: o exemplo das mandiocas na Amazônia', em *CH* nº 187) e exibem uma ampla variação genética, ainda não explorada ou utilizada para gerar cultivares mais resistentes ou de melhor produtividade ▶

Alguns híbridos entre a mandioca (*Manihot esculenta*) e espécies silvestres, como o da imagem (híbrido com *M. pseudoglaziovii*), mostram alta produtividade, com raízes bem desenvolvidas

Frutos de espécies silvestres de mandioca utilizadas em hibridizações – o da esquerda é de *Manihot neusana*, o da direita é de *M. pohlii* e o do meio é de um híbrido entre as duas



(ver 'Entre a sobrevivência e a extinção'). Muitos cientistas têm enfatizado a importância, para o desenvolvimento de variedades melhoradas, do material genético de tais espécies. Elas têm sido sistematicamente coletadas, avaliadas e manipuladas no programa de melhoramento liderado pelo autor na Universidade de Brasília (com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Centro Internacional de Desenvolvimento de Pesquisas, do Canadá), visando à incorporação de seus genes úteis em híbridos. Com isso, foram gerados cultivares tolerantes à seca e com alto conteúdo protéico, combinado com baixo teor

de ácido cianídrico (HCN), composto venenoso encontrado em algumas espécies silvestres.

Nos anos 40, em um caso clássico, o uso da espécie *M. glaziovii* em hibridizações com *M. esculenta*, pelo virologista inglês R. F. Nichols (?-1951), salvou a mandioca da extinção no leste da África, após a devastação promovida pelo vírus do mosaico africano. No Brasil, híbridos de mandioca obtidos em estudos do autor com o uso de diversas espécies silvestres mostraram alta produtividade sob condições de semi-árido, e outros se revelaram ricos em proteína.

Híbridos de *Manihot pseudoglaziovii* e *M. esculenta*, por exemplo, exibiram raízes fibrosas profundas, tolerantes à seca. Cruzados de novo com *M. esculenta*, eles geraram descendentes entre os quais foram selecionados aqueles mais adaptados a condições áridas. Também foram obtidos híbridos (em gerações avançadas de cruzamentos) com a espécie silvestre *M. glaziovii*, a mesma usada por Nichols na África. Já os cruzamentos com *M. anomala* geraram cultivares que se desenvolvem bem à sombra, o que permite associar a mandioca a outras culturas, e mostram resistência à cochonilha da mandioca

FOTO: LEONDA PELO AUTOR

## ENTRE A SOBREVIVÊNCIA E A EXTINÇÃO

As espécies silvestres de mandioca (todas do gênero *Manihot*) são fontes de muitas características úteis para o melhoramento da cultura, mas esse inestimável patrimônio genético está desaparecendo nas principais áreas de ocorrência no país. Uma evidência dessa perda foi obtida pelo autor em 2001, através de uma busca por 18 espécies silvestres nos locais onde foram originalmente registradas (vários municípios em Goiás, um em Mato Grosso e outro no Paraná). Essas 18 espécies haviam sido coletadas pelo autor em 1977, mas em 2001 apenas uma delas foi encontrada no local original.

Para a coleta de 1977, os locais de ocorrência das espécies foram obtidos em consultas a fontes como o trabalho sobre o gênero *Manihot* dos norte-americanos David J. Rogers e S. G. Appan, de 1973, e os herbários das universidades federais de Brasília e de Goiás (os registros originais datam dos anos 50, 60 e 70). As 18 espécies silvestres citadas nessas fontes – *M. falcata*, *M. pentaphylla*, *M. gracilis*, *M. paviaefolia*, *M. oligantha*, *M. tomentosa*, *M. attenuata*, *M. peltata*, *M. alutacea*, *M. pruinosa*, *M. fruticulosa*, *M. procumbens*, *M. purpurea costata*, *M. salicifolia*, *M. stipularis*, *M. longepetiolata*, *M. nana* e *M. neusana* – foram localizadas em 1977,

embora uma delas (*M. gracilis*) não tenha sido encontrada em todos os locais em que havia sido registrada antes. Após a coleta, elas foram reproduzidas e mantidas em uma coleção viva, para avaliação e hibridização com a mandioca cultivada (*Manihot esculenta*). Dos híbridos gerados nesses cruzamentos, um grande número mostrou ter valor econômico.

Em 2001, o autor decidiu verificar a sobrevivência das espécies coletadas. As viagens a cada local foram realizadas nas épocas seca e chuvosa, já que a maioria das espécies silvestres de mandioca nativas do Brasil Central tem pequeno porte (é arbustiva) e suas partes vegetativas morrem durante a seca, dificultando sua localização. Nesse levantamento, 17 das espécies não foram localizadas. A única encontrada foi *M. gracilis*, e mesmo assim em apenas um dos locais originais de ocorrência.

Há quase 30 anos, o autor definiu três microrregiões de diversidade, no Brasil central, onde seis a oito dessas espécies se concentram em um diâmetro de menos de 200 km: a chapada dos Veadeiros, a região que engloba os municípios de Corumbá de Goiás e Pirenópolis e a região em torno da cidade de Goiás Velho. A maioria das espécies coletadas em 1977 foi registrada nessas três áreas, que hoje são pólos turísticos em expansão, onde a vegetação nativa sofre contínua destruição. Das 17 espécies não mais localizadas, muitas já podem estar extintas. Apenas um esforço de conservação de grandes áreas nessas microrregiões – o que depende de decisões urgentes das autoridades – permitirá preservar sua fauna e sua flora, inclusive as mandiocas silvestres.

ca, inseto que afeta plantações do oeste da África.

Outra espécie selvagem usada nas hibridizações foi *M. oligantha*. Os descendentes de cruzamentos com essa espécie apresentaram o dobro do conteúdo protéico dos cultivares comuns, e sua avaliação por cerca de 15 anos revelou que essa característica e o baixo nível de ácido cianídrico são mantidos. Esse híbrido vem sendo distribuído a agricultores do Distrito Federal e de Goiás. Já o híbrido de *M. neusana* e *M. esculenta*, por ser muito vigoroso e de folhagem densa, tem grande potencial para a produção de forragem para o gado. Além disso, pode ser usado para gerar cultivares triplóides, porque apresenta alta frequência de restituição meiótica (restauração dos cromossomos durante a meiose). Também será útil para transferir a apomixia a variedades de cultivo, já que tem os genes dessa característica.

## Produção de híbridos poliplóides

Atualmente, os produtores de mandioca utilizam com sucesso cultivares tetraplóides (com quatro cópias dos cromossomos) e triplóides em culturas com reprodução vegetativa (por estacas). Desde o início dos anos 60 os cientistas tentam aumentar o número de cópias dos cromossomos nessa planta com o uso da colchicina, um alcalóide vegetal que evita a divisão dos cromossomos durante a meiose. Essas tentativas, porém, não têm resultado em cultivares poliplóides, provavelmente por causa da instabilidade da variação produzida (a planta tem tecidos tetraplóides e diplóides, mas como esses últimos crescem mais rápido, as extremidades do cultivar logo tornam-se apenas diplóides). O caminho para superar essa dificuldade é o aproveitamento – uma das técnicas utilizadas pelo autor para obter híbridos poliplóides – do fenômeno de restituição meiótica existente em híbridos de espécies silvestres do gênero *Manihot* com a mandioca.

Híbridos de *M. esculenta* com espécies silvestres exibem irregularidades na meiose, com alta frequência de restituição meiótica, o que permite obter plantas que produzem gametas diplóides. Esse fenômeno foi manipulado pelo autor para a geração de triplóides de alto rendimento – um tolerante a condições de seca e outro adaptado às condições do cerrado. A poliploidia também é usada para restaurar a fertilidade em híbridos incapazes de se reproduzir, pois ela recupera o pareamento cromossômico regular, permitindo a produção de gametas equilibrados (nos quais não falta qualquer cromossomo). Quando tais híbridos têm a fertilidade restaurada,

são capazes de cruzar com cultivares diplóides, produzindo triplóides vigorosos. Eles combinam vigor de híbrido junto com vigor de poliploidia.

## Desenvolvimento de apomixia

A propagação vegetativa torna a mandioca uma cultura de trabalho intenso, pois exige o preparo das estacas. Estas são também responsáveis pelo acúmulo de bactérias e vírus que causam deterioração gradual da produção (os microrganismos que infectam as plantas a cada cultivo são transmitidos à geração seguinte nas estacas). O autor deste artigo e Stephen O'Hair, da Universidade da Flórida, propuseram, em 1985, que o uso de sementes, em vez de estacas, eliminaria esses problemas e reduziria potencialmente os custos de produção. Essa estratégia tem duas limitações: a dificuldade de germinação das sementes da mandioca e a segregação genética nos descendentes, que levaria à perda das características obtidas com a hibridização. Entretanto, poderia ser bem-sucedida com o desenvolvimento de sementes de fácil germinação e com a introdução dos genes de apomixia em novos cultivares (evitando as novas recombinações dos genes na reprodução sexuada).

A seleção em massa (análise de grande número de indivíduos para escolher uma característica de interesse) também tem sido utilizada pelo autor, desde 1983, para alterar gradualmente a população de

A hibridização (controlada manualmente, na imagem) entre a mandioca (*Manihot esculenta*) e espécies silvestres do mesmo gênero, no programa de melhoramento da planta da Universidade de Brasília, permitiu desenvolver cultivares mais resistentes e de maior produtividade



mandioca no que diz respeito à dormência da semente, o que permitiu obter populações da planta cujas sementes germinam facilmente. Nos últimos anos, com o uso de técnicas moleculares, citogenéticas e embrionárias, têm sido selecionadas e desenvolvidas – entre essa população com sementes de germinação fácil – plantas com os genes da apomixia. Estudos moleculares e embrionários mais recentes confirmam a transferência desses genes de espécies silvestres como *M. neusana* e *M. dichotona* para cultivares de mandioca.

Os descendentes de cultivares apomíticos, além de preservar sua superioridade genética (ao evitar a recombinação dos genes), apresentam outra vantagem: as sementes atuam como um filtro dos vírus e bactérias que, com o uso de estacas contaminadas, se acumulariam ano após ano. O uso de cultivares apomíticos permite evitar a extinção de linhagens excelentes, como aconteceu com algumas das melhores cultivares conhecidas na história da cultura no Brasil (Vassourinha, Guaxupé e outras).

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

- NASSAR, N. M. A. 'Cassava, *Manihot esculenta* Crantz, genetic resources: their collection, evaluation, and manipulation', in *Advances in Agronomy*, v. 69, p. 179, 1999.
- NASSAR, N. M. A. 'The nature of apomixis in cassava', in *Hereditas*, v. 134, p. 185, 2001.
- NASSAR, N. M. A. 'Polyploidy, chimera and fertility of interspecific cassava *Manihot esculenta* Crantz hybrids', in *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, v. 64, p. 132, 2004.
- NASSAR, N. M. A. 'Cassava genetic resources: extinct everywhere in Brazil', in *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 53, p. 975, 2006.
- Jornal eletrônico dedicado à mandioca e à conservação de seus recursos genéticos ([www.geneconserve.pro.br](http://www.geneconserve.pro.br)).

## Lições que devem ser aproveitadas

O atual programa indiano de melhoramento da mandioca fundamentado tem como características principais:

1. o aproveitamento do fenômeno genético da heterose dentro de um programa de melhoramento de longo prazo;
2. a alta qualificação dos pesquisadores (melhoristas) envolvidos nos estudos de melhoramento genético (o CTCRI, da Índia, conta com 14 cientistas dedicados apenas à mandioca, todos com doutorado em genética e melhoramento, e todos os técnicos, que também têm nível de doutorado, tiveram a mandioca como tema de suas teses);
3. a rigidez do programa indiano na avaliação das variedades que lança (qualquer variedade nova do CTCRI precisa ser aprovada por comissões julgadoras compostas por técnicos de outras instituições); e
4. o acompanhamento feito pelo centro, que registra a cada ano a produção das variedades no país e a evolução dessa produção (caso uma variedade não apresente os rendimentos previstos, a cobrança recai sobre os melhoristas responsáveis).

O excelente desempenho desse programa, demonstrado pela alta produtividade média alcançada pelos produtores da Índia, deixa lições importantes, que podem contribuir para as decisões brasileiras sobre essa cultura. ■



# Uma

*As populações indígenas que habitam a floresta amazônica têm na mandioca um dos principais itens de sua alimentação cotidiana. Mas a planta não é simplesmente extraída da mata: eles a cultivam, têm em suas roças dezenas de variedades e desenvolveram técnicas e utensílios para aproveitar esse alimento de diversas formas e para eliminar o veneno nela contido. Esse conhe-*

# plantinha venenosa

*cimento, construído durante milhares de anos, não pode ser ignorado quando se fala em conservar ou melhorar a mandioca, uma das mais importantes alternativas para o combate à fome no mundo.*

**Carlos Fausto**

*Programa de Pós-graduação em Antropologia Social,  
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

**O Novo Mundo é, de fato, um mundo singular** – pelo menos quando visto da perspectiva do Velho Mundo. Último continente a ser povoado, último grande continente a ser ‘descoberto’. No momento de sua colonização, aqui se encontravam dois dos maiores impérios do século 16, mas também alguns dos povos mais igualitários da face da Terra. Na América do Sul, erguia-se às alturas dos Andes o imenso império incaico, administrando uma população maior que a de qualquer unidade política então existente na Europa. Mas esse era um império sem escrita, sem roda, sem mercado, sem moeda – uma civilização, enfim, justamente sem aquilo que no Velho Mundo se acreditava necessário à própria civilização. ▶

Kória observa Kojaitá carregar a canoa com as raízes de mandioca retiradas da água (parakanãs, cerca de 1990)

FOTO DE CARLOS FAUSTO



FOTO DE CARLOS FAUSTO

Jauapá lava a massa de mandioca para retirar o ácido cianídrico (kuiukuros, 2004)

Na planície, estendia-se uma floresta luxuriante, úmida, contendo formas de vida jamais vistas e formas sociais pouco inteligíveis para quem pensava o mundo a partir das experiências euro-asiáticas. Até hoje a inadequação de nossa perspectiva faz com que tenhamos dificuldade para pensar o Novo Mundo antes de sua conquista.

Embora tenha sido o último continente a ser povoado por humanos modernos (ao que tudo indica, entre 15 mil e 12 mil anos atrás), as Américas não são, como se costuma pensar, uma região em que o ser humano se arrastou a passos lentos, incapaz de superar o clima e a vegetação por meio de inovações culturais. Poucos lembram que as Américas são um dos grandes centros de domesticação de vegetais no mundo e que esse processo ocorreu aproximadamente no mesmo período em que acontecia na fértil Mesopotâmia, no Oriente Próximo. De fato, algo parece ter se passado ao final do período Pleistoceno e início do Holoceno, há pouco mais de 10 mil anos, quando a era do gelo chegava ao fim. Em vários lugares, humanos com capacidades cognitivas modernas começaram a experimentar com plantas, a transferi-las do meio selvagem para espaços semidomésticos, a alterar progressi-

vamente seu genoma por meio da seleção e da hibridização – enfim, a produzir cultivares que abriam caminho para a produção de alimentos e para a revolução neolítica.

A essa experimentação devemos, hoje, alimentos como o trigo, a cevada e a lentilha, domesticados no Oriente Próximo, mas também várias espécies e variedades de milho, feijão, amendoim, abóbora, batata-inglesa, batata-doce, tomate e, claro, mandioca – todos autênticos produtos da inovação americana. É isso mesmo: a batata que chamamos de ‘inglesa’ é andina; o milho que os italianos denominam ‘grão turco’ é mexicano; é também da América do Sul a batata-doce, que causou a chamada ‘revolução ipomeana’ na Nova Guiné (isto é, a intensificação da produção agrícola e da criação de porcos nessa grande ilha asiática, em fins do século 17 e início do século 18, após a introdução dessa planta, cujo nome científico é *Ipomea batatas*). Isso sem falar no tabaco, que, se não causou uma revolução alimentar, certamente modificou os costumes do planeta. Mas não parou aí: os nativos americanos domesticaram cerca de 100 espécies de plantas, a maior parte delas entre o sul do México e a periferia meridional da Amazônia.

## Uma escolha singular

De todos os cultivares americanos, talvez o mais difundido e mais importante para a dieta indígena seja a mandioca. Trata-se de uma escolha singular: entre tantas espécies alimentícias, os ameríndios preferiram, justamente, a mais venenosa. Todas as variedades de mandioca têm, por quilo de produto fresco, entre 15 e 400 mg de ácido cianídrico (HCN). Por ser um forte veneno, poucas variedades podem ser consumidas sem um processamento prévio para destoxificação: apenas as denominadas 'aipim' (no Rio de Janeiro), 'macaxeira' (no Nordeste) ou 'mandioca doce' (de modo mais geral) precisam apenas de cozimento para se tornar consumíveis. Na maioria das variedades a quantidade de HCN é letal, o que exige um processamento adicional para eliminar esse ácido, mais conhecido como 'ácido prússico' (o mesmo utilizado nas câmeras de gás dos campos de extermínio nazistas de Auschwitz-Birkenau!).

Assim, os ameríndios não só tornaram uma planta venenosa o seu pão de cada dia, como também tiveram que inventar uma série de instrumentos: raladores, torradores, panelas, peneiras e o indefectível *tipiti*. Este é um cesto cilíndrico extensível, com uma abertura na parte superior, por onde é colocada a massa amolecida da mandioca. A torção das alças existentes nas extremidades do *tipiti* permite extrair a água com ácido cianídrico, mais ou menos como quem torce uma rede depois de lavá-la. Esse 'digestor' da massa de mandioca parece ser uma réplica cultural das cobras constritoras – sucuri e jibóia, do gênero *Boa* – com as quais ele é frequentemente associado na mitologia indígena.

Ao inventarem as técnicas de processamento da mandioca, os ameríndios inventaram também boa parte do trabalho feminino, já que essa atividade cabe às mulheres. No Alto Xingu (onde faço pesquisas atualmente), elas dedicam-se intensamente à ralação e lavagem da mandioca, produzindo um polvilho branco que é a matéria-prima dos deliciosos beijos de tapioca. A água com que se lava a massa não é, porém, desperdiçada: cozida durante horas, ela dá origem a um mingau espesso e doce, um néctar para acalmar o estômago ao final da tarde. Já entre os parakanãs, povo tupi-guarani do Pará (entre os quais fiz pesquisas de 1988 a 1995), o processamento é diferente, pois o produto final visado é a chamada farinha puba (palavra de origem tupi que quer dizer 'mole', 'podre', 'fermentado'). A mandioca é posta nas águas do igarapé, dentro de um pequeno cercado feito de folhas de palmeira, e retirada após quatro dias, já mole e com a casca solta. Com essa massa são feitas pequenas bolotas,

que são postas para secar ao sol e sobre um moquém (uma espécie de grelha de varas). Finalmente, são peneiradas e torradas, produzindo uma farinha grossa amarela.

A mandioca indígena pertence a uma só espécie (*Manihot esculenta*), mas as variedades contam-se, provavelmente, na casa das centenas. Os parakanãs, um povo muito pouco agrícola, reconhecem apenas oito variedades, sendo uma delas 'doce'. Já os kuikuros, do Alto Xingu, de consistente tradição agrícola e grande sedentarismo, plantam quase 50 variedades, que servem para diversas finalidades e gostos. Em outras regiões, encontra-se também um número semelhante de variedades – caso dos aguarunas, povo jívoro da Amazônia peruana –, sendo comum observar povos cultivando de 20 a 30 variedades. Entre as populações indígenas, parece haver um predomínio de variedades 'bravas' ou 'amargas' na Amazônia central e oriental, e de variedades 'doces' na porção ocidental da região.

Entretanto, se os ameríndios domesticaram tantas outras plantas, que vantagens tinha a mandioca para obter tanto sucesso? A questão é controversa, mas em alguns aspectos essa planta parece ser imbatível.

Primeiro, ela cresce em quase qualquer tipo de solo, desde que bem drenado – diferentemente do milho, muito mais rico em proteína, mas dependente de solos mais férteis. Segundo, suas variedades resistem bem às variações das médias anuais de chuvas. Terceiro, é possível que seu veneno seja uma importante defesa natural contra a predação animal. Quarto, além de poder ser guardada na forma de farinha, ela pode ser estocada *in natura* (na terra), servindo como uma espécie de reserva alimentar para povos móveis. Quinto, seu modo de reprodução vegetativa garante simplicidade e facilidade para sua propagação pelas mãos humanas. Por fim, a mandioca é extremamente rica em carboidratos, fornecendo um perfeito complemento a uma costela de anta ou a um belo pintado na brasa.

Não parece ser à toa, portanto, que essa intrigante invenção ameríndia seja, hoje, a principal cultura de subsistência tropical do mundo, e a mais importante fonte de calorias para cerca de 500 milhões de pessoas na América do Sul e na África, segundo a Organização para Agricultura e Alimentação (FAO) das Nações Unidas. Na busca de soluções para a fome no mundo, talvez seja hora de alargarmos os horizontes, de pensarmos não só na genômica e nos transgênicos, nos laboratórios de ponta e nas grandes corporações, e começarmos a estudar sistematicamente a enorme variedade legada a nós por cerca de 7 mil anos de experimentação indígena com essa plantinha venenosa.

Antes, aliás, que seja tarde demais. ■

### SUGESTÕES PARA LEITURA

- PIPERNO, D. R. & PEARSALL, D. M. *The origins of agriculture in the lowland neotropics*, Nova York, New York: Academic Press, 1998.
- BOSTER, J. S. 'Exchange of varieties and information between Aguaruna manioc cultivators', in *American Anthropologist*, v. 88, p. 428, 1986.
- CARNEIRO, R. 1983. 'The cultivation of manioc among the Kuikuru of the upper Xingu', in *Adaptive Responses of Native Amazonians* (HAMES, R. B. & VICKERS, W. T., eds.), p. 65, Nova York: New York Academic Press, 1983.
- CERNELA, J. M. 'Os cultivares de mandioca na área do Uapés (Tukano)', in *Suma Etnológica Brasileira*, v. 1 (RIBEIRO, B., coord.), Rio de Janeiro: Vozes, p. 151, 1987.
- HECKENBERGER, M. 'Manioc agriculture and sedentism in Amazonia: the Upper Xingu example', in *Antiquity*, v. 72, p. 633, 1998.