

## PRÉ-MELHORAMENTO EM *Manihot esculenta*

Rui Américo Mendes  
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília - DF

### INTRODUÇÃO

Segundo dados arqueológicos, a agricultura começou independentemente em vários locais da Terra, sendo que na América Central e Oriente Próximo o processo é melhor conhecido. Nos últimos dez a quinze mil anos, a domesticação das plantas e seu “melhoramento genético” sofreram um avanço muito grande, o que coincide com a evolução da própria agricultura. No entanto, foram os agricultores primitivos que domesticaram a maioria das plantas que hoje são cultivadas essencialmente para produção de alimentos. Foi principalmente a maneira de propagação sexual das plantas, em uma seqüência de **...plantio-colheita-plantio-colheita...** associada a uma pressão de seleção imposta pelos agricultores melhoristas, que possibilitou a evolução das plantas de baixa produtividade para as atuais cultivares de elevada produtividade (Hoyt, 1988). Para as plantas de propagação vegetativa, desde que obtida uma planta com características desejáveis ou superiores, a variedade está fixada pela sua clonagem.

Por muitos séculos de agricultura, a interação entre espécies silvestres, ervas daninhas e plantas domesticadas foi responsável pelo surgimento da maioria dos conjuntos de plantas atualmente cultivadas. As primeiras plantas domesticadas foram os cereais e as leguminosas, seguidas de algumas outras utilizadas pelos frutos e raízes. As plantas domesticadas foram então espalhadas às várias regiões do globo acompanhando principalmente as rotas comerciais e se adaptando às novas condições ambientais dos novos locais de cultivo.

Depois da seleção natural inicial e com a interferência do homem por milhares de anos, surgiram então os genótipos locais adaptados a determinados ecossistemas e práticas culturais. O melhoramento científico de plantas, baseado em cruzamentos dirigidos e não na simples seleção de genótipos que aconteciam nos plantios, começou na Europa nos séculos XVIII e XIX. O desenvolvimento e utilização de técnicas de melhoramento genético de plantas possibilitaram a elevação da produtividade, superando muitos problemas ligados à qualidade, doenças, pragas e facilidade de colheita. Hoje em dia, para preencher as lacunas que aparecem em cultivares melhoradas devido ao estreitamento da base genética, há necessidade de lançar mão dos recursos genéticos ainda não completamente explorados como as espécies silvestres e desenvolver metodologias criativas para transferir as características mais importantes para as plantas cultivadas (Esquinas-Alcazar, 1981; Ford-Lloyd e Jackson, 1986; Hoyt, 1988 e Stalker, 1980).

A hibridação interespecífica teve começo no início do século XVIII. O primeiro registro aparece em 1717, quando Thomas Fairchild descreveu o sucesso de um cruzamento entre cravo e cravina. O principal interesse sobre esse fato foi a comprovação que as plantas eram também organismos sexuados. O resultado de Fairchild despertou interesse entre os horticultores e pouca atenção entre os cientistas da época. Atualmente a hibridação interespecífica tem sido utilizada principalmente com o objetivo de transferência de genes específicos de uma espécie para outra por meio do cruzamento, retrocruzamento e seleção. Dessa maneira, características da espécie silvestre aparentada a uma espécie cultivada puderam ser transferidas a ela, conferindo-lhe resistência a determinados estresses, melhoria nas suas qualidades nutricionais e uma arquitetura que se adaptasse melhor ao sistema de cultivo utilizado (Allard, 1960).

### ESPÉCIES SILVESTRES NO MELHORAMENTO DA MANDIOCA

É limitado o uso de espécies de *Manihot* silvestres em programas de melhoramento genético principalmente por elas não estarem disponíveis para os melhoristas ou não se

estabelecerem fora do seu ambiente natural. Além disso, pouco se conhece sobre os aspectos de biologia reprodutiva, constituição genômica e relação filogenética.

Tentativas bem sucedidas na produção de híbridos foram realizadas em várias partes do mundo, visando cruzar a mandioca com algumas espécies de *Manihot* (Asiedu et al., 1992). A *M. glaziovii* atualmente pode ser considerada, junto com outras espécies do mesmo gênero, útil a programas de melhoramento de mandioca para a inclusão de outras características como resistência a pragas e doenças.

Outras espécies poderiam ser aproveitadas para modificar a arquitetura da planta de mandioca, aproveitando-se características de plantas herbáceas de porte pequeno e de espécies em que as folhas se inserem ao pecíolo na posição vertical, com um melhor aproveitamento da luz solar.

Na África e na Ásia, experiências foram realizadas visando à utilização da *M. glaziovii* e de outras espécies silvestres, como progenitores em programas de melhoramento da mandioca. Porém, poucos trabalhos de hibridações interespecíficas da mandioca com seus parentes silvestres têm sido descritos. Essa situação parece estar relacionada com a ampla variabilidade genética ainda encontrada na *M. esculenta* e principalmente com a falta de conhecimento das características das parentes silvestres da mandioca (Pereira, 1989).

Nichols (1947) informa que, aparentemente até o ano de 1947, Koch, em Java, foi o único pesquisador que tentou hibridizações interespecíficas da mandioca, alcançando limitado sucesso no cruzamento de *M. esculenta* com *M. glaziovii* e insucesso total quando tentativas foram realizadas para cruzar *M. esculenta* com *M. dichotoma*. Os trabalhos de Koch foram continuados por Bolhuis com a inclusão da *M. saxicola* no programa de melhoramento, na tentativa de incorporar alelos que permitissem o aumento do teor de proteína nas raízes de mandioca (Bolhuis, 1953 e Bolhuis, 1969).

Devido à doença virótica mosaico africano (ACMV) que ataca a mandioca na África, um grande projeto para obter variedades resistentes começou em 1937 em Amani, na Tanzânia, onde pesquisadores desenvolveram vários trabalhos envolvendo a hibridação da *M. esculenta* com as espécies *M. melanobasis*, *M. glaziovii* e *M. saxicola* (Jennings, 1970). Esses trabalhos mostraram que cultivares de mandioca oriundas do Brasil, Índias Britânicas, Congo Belga, Maurîtânia e Oeste da África, com poucas exceções, se mostraram altamente suscetíveis à infecção por vírus, tendo sido interrompida, por isso, a introdução de germoplasma exótico. Foi então decidido enfrentar o problema utilizando-se aspectos práticos do melhoramento de plantas. Assim, a curto prazo, foi adotada a estratégia de cruzamentos controlados das variedades mais resistentes disponíveis na área e, a longo prazo, o estudo da resistência de outras espécies do gênero *Manihot* às estirpes do vírus do Leste da África e, ao mesmo tempo, a incorporação das espécies selecionadas em programa de hibridação interespecífica.

Com a eclosão da II Guerra Mundial, os trabalhos de melhoramento em Amani foram desacelerados e pequeno programa foi continuado em uma escala muito reduzida. Testes de resistência ao vírus foram realizados, utilizando-se a enxertia de plantas doentes sobre plantas supostamente sadias; a falha da transmissão da doença por esse processo foi aceita como prova de imunidade. O método de enxertia utilizado com sucesso por muitos anos é conhecido como fenda de topo.

Os cruzamentos interespecíficos de *M. dichotoma* X *M. esculenta* e recíprocos foram os mais interessantes do ponto de vista do melhoramento genético, porque evidenciaram-se que alguns clones individuais F<sub>1</sub> e a progênie do primeiro retrocruzamento foram, com certeza, imunes àquela estirpe de vírus. Três genótipos de *M. dichotoma* e vários de mandioca foram inicialmente usados nos cruzamentos, com sucesso da hibridação em ambas direções. *M. saxicola* cruzada com mandioca produziu híbridos de pouco valor porque *M. saxicola* se mostrou muito suscetível ao ACMV. A grande vantagem no uso dessa espécie seria o aumento do teor de proteína nas raízes.

A completa esterilidade de híbridos  $F_1$  originados de cruzamentos interespecíficos foi de ocorrência comum, mas ela pode ser superada de forma artificial ou casual, permitindo a obtenção de gerações avançadas.

Os resultados indicaram que retrocruzamentos continuados do híbrido interespecífico resistente com a mandioca poderiam restaurar o sistema de raízes acumuladoras de amido sem a perda da resistência. Com base nesses resultados, a elevada resistência e não a completa imunidade foi o que se obteve nos cruzamentos entre mandioca X mandioca de sete anos (supostamente um híbrido de *M. esculenta* X *M. glaziovii*, que é encontrado em vários lugares da África) e entre *M. esculenta* e *M. glaziovii* (Nichols, 1947). Ainda na África, em Madagascar, Cours (1951) tentou, por volta de 1940, a utilização de cruzamentos de *M. esculenta* com *M. pringlei*, sem contudo conseguir bons resultados.

Na Índia, mais especificamente na Universidade Kerala em Trivandrum, teve início um programa de melhoramento de mandioca em 1944. A hibridação interespecífica usando-se *M. glaziovii* como mãe e *M. esculenta* como pai, não apresentou resultado na produção de frutos. O cruzamento recíproco apresentou algum sucesso, porém a produção de frutos foi muito baixa, somente um por cento. Mesmo assim foram obtidos 40 genótipos diferentes  $F_1$ , que foram multiplicados vegetativamente para a continuidade dos trabalhos de melhoramento. Após o quarto retrocruzamento, apareceram algumas características desejáveis da mandioca na descendência obtida (Abraham, 1957).

No Brasil, em 1968, foram realizados no IAC, Campinas-SP, cruzamentos de *M. esculenta* com *M. glaziovii*, *M. anomala*, *M. dichotoma* e outros três genótipos, presumivelmente, híbridos interespecíficos naturais de *M. esculenta*. Contudo essa linha de pesquisa foi interrompida sem chegar a alguma conclusão (Normanha, 1972 e Valle, 1991).

Em programas de melhoramento de plantas, a técnica da utilização de espécies silvestres relacionadas à espécie cultivada, tem proporcionado sucessos para algumas culturas econômicas como: algodão, aveia, batata, cana-de-açúcar, mandioca, milho, tomate e trigo (Esquinas-Alcazar, 1987; Frey, 1976; Jennings, 1972; Rick et al., 1977 e Stalker, 1980). A utilização de uma espécie exótica no melhoramento se torna necessária quando no germoplasma da espécie cultivada não se encontram os alelos para a característica desejada. Na grande maioria dos casos, a sua utilização é feita quando não se encontra fontes de resistência a determinadas pragas ou doenças, ou a sua ocorrência é em um grau muito baixo, quando comparada à reação de resistência das espécies silvestres. Um caso clássico do uso de espécie silvestre no melhoramento genético da mandioca foram os trabalhos realizados na Tanzânia, na Costa Leste da África, com a utilização de cruzamento de *M. esculenta* X *M. glaziovii* e três retrocruzamentos, com o objetivo de incorporar a resistência à doença (ACMV). Amostras de sementes híbridas foram distribuídas para vários países da África sem muito sucesso. Porém, na Estação Experimental "Moor Plantation" em Ibadan na Nigéria, um clone, identificado pelo número 58308, originado de um lote de sementes se mostrou resistente.

Esse clone foi multiplicado e conservado por 20 anos em um processo de sucessivas multiplicações vegetativa sob uma forte pressão de infecção (Ekandem, 1970; Hanh et al., 1979; Jennings, 1959 e Jeannings, 1972). Com a instalação do IITA naquela cidade, esse clone passou a ser o pilar do programa de melhoramento, visando à resistência da mandioca ao ACMV. Descobriu-se mais tarde, que esse clone era também resistente à bacteriose (CBB) e que se tratava de um caso de ligação (Hahn e Howland, 1972).

## **ESPÉCIES COM POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO NO PRÉ-MELHORAMENTO**

Com toda certeza, os melhoristas de mandioca nunca utilizarão parentes silvestres para conseguir a variabilidade genética desejada, se essa variabilidade pode ser facilmente encontrada no germoplasma de *M. esculenta*. Porém, apesar da utilização de parentes silvestres no

melhoramento genético não ser prática comum atualmente, esse panorama mostra claras tendências de mudanças em futuro próximo. A utilização de parentes silvestres em programas de melhoramento genético poderia ser aprimorada se houvesse paralelamente um programa para a produção de linhagens pré-melhoradas, com a incorporação das características desejadas da silvestre e eliminação das características indesejáveis (Ladizinsky, 1989).

Chavés (1990); Gulick et al. (1983); Hershey (1987); Nassar (1978a,b) Nassar (1979) e Nassar e Costa (1977) sugerem com base nas observações de campo, a utilização de outras espécies silvestres do gênero *Manihot* em programas de melhoramento genético da mandioca, visando à incorporação de algumas características específicas. Também relacionam algumas espécies cujas características poderiam ser usadas (TABELA 1).

**TABELA 1 – Características de algumas espécies do gênero *Manihot* que poderiam ser utilizadas em programas de melhoramento genético da mandioca.**

Características	Espécies
Adaptada a condições de seca	<i>M.caerulescens</i> , <i>M.carthaginensis</i> , <i>M.dichotoma</i> , <i>M.pseudoglaziovii</i>
Adaptada a diferentes ecossistemas	<i>M.alutacea</i>
Adaptada a solos ácidos	<i>M.irwinii</i> , <i>M.orbicularis</i>
Adaptada a solos alcalinos	<i>M.chlorostica</i> , <i>M.pentaphylla</i> , <i>M.pruinosa</i>
Adaptada a solos drenados	<i>M.falcata</i>
Adaptada a solos pobres	<i>M.caerulescens</i> , <i>M.paviaefolia</i> , <i>M.procumbens</i>
Baixo teor de HCN	<i>M.pringlei</i>
Porte baixo	<i>M.falcata</i> , <i>M.paviaefolia</i> , <i>M.oligantha subsp. Nesteli</i>
Alto teor de amido	<i>M.anomala</i> , <i>M.tripartita</i> , <i>M.oligantha subsp. nesteli</i> , <i>M.tristis</i> , <i>M.zehntneri</i>
Produtora de látex	<i>M.caerulescens</i> , <i>M.dichotoma</i> , <i>M.glaziovii</i>
Resistente às pragas comuns	<i>M.dichotoma</i> , <i>M.glaziovii</i>
Tolerante ao frio	<i>M.anisophylla</i> , <i>M.attenuata</i> , <i>M.grahamii</i> , <i>M.rubricaulis</i> , <i>M.stipularis</i>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, A. Breeding of tuber crop in India. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, New Delhi, v.17, p.212-217, 1957.
- ALLARD, R.W. Principles of plant breeding. New York: John Wiley, 1960. Cap.34, p.434-443.
- ASIEDU, R.; HAHN, S.K.; BAI, K.V.; DIXON, A.G.O. Introgression of genes from wild relatives into cassava. In: TRIENNIAL SYMPOSIUM AT THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 4, Africa Branch, 1989. Proceedings... African Branch, 1992. p.89-91.
- BOLHUIS, G.G. Intra and interspecific crosses in the genus *Manihot*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT CROPS, 1, 1967, St. Augustine, Trinidad. Proceedings... St. Augustine: University of West Indies, 1969. v.1, p.81-88.
- BOLHUIS, G.G. A survey of some attempts to breed cassava varieties with a high content of proteins in the roots. Euphytica, Wageningen, v.2, p.107-112, 1953.

- CHAVÉS, R. Especies silvestres de *Manihot*: un recurso valioso. Yuca Boletín Informativo, Cali, v.14, n.1, p.2-5, 1990
- COURS, G. Memories de l'Institut Scientifique de Madagascar. 1951. p.203-400. (Serie B, Tome III, Fascicule 2).
- EKANDEM, M.J. Cassava research in Nigeria before 1967. Ibadan: Federal Department of Agricultural Research, 1970. 16p. (memorando, 103, mimeografiado).
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. Recursos genéticos vegetais: base de la seguridad alimentaria. Ceres, Roma, v.20, n.4, p.39-45, 1987.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. España, Madrid: IBPGR/INIA, 1981. 44p.
- FORD-LLOYD, B.; JACKSON, M. Plant genetic resources: an introduction to their conservation and use. Baltimore: Edward Arnold, 1986. 152p.
- FREY, K.J. Plant breeding in the seventies: useful genes from wild plant species. Egyptian Journal of Genetics and Cytology, Alexandria, v.5, p.460-482, 1976
- GULICK, P.; HERSHEY, C.H.; ESQUINAS-ALCAZAR, J. Genetic resources of cassava and wild relatives. Roma: IBPGR, 1983. 56p. (AGPG:IBPGR/82/111).
- HANH, S.K.; TERRY, E.R.; LEUSCHNER, K.; AKOBUNDU, I.O. AKALI, C.; LAL, R. Cassava improvement in Africa. Field Crops Research, Amsterdam, v.2, p.193-226, 1979.
- HAHN, S.K.; HOWLAND, A.K. Breeding for resistance to cassava mosaic. In: CASSAVA MOSAIC WORKSHOP, Ibadan, 1972. Proceedings... Ibadan: IITA, 1972. P.37-39.
- HERSHEY, C.H. Cassava germplasm resources. IN: HERSHEY, C.H. Cassava breeding: a multidisciplinary review, Proceedings... Filipinas, 1987. p.1-24.
- HOYT, E. Conserving the wild relatives of crops. Roma: IBPGR/IUCN/WWF, 1988. 46p.
- JENNINGS, D.L. Cassava in East Africa.. In: PLUCKNETT, D.L. International Symposium on Tropical Root Crops, 2., 1970. Proceedings...1970. v.1, p.64-65.
- JENNINGS, D.L. Breeding for resistance to cassava viruses in East Africa. In: CASSAVA MOSAIC WORKSHOP, Ibadan, 1972. Proceedings... Ibadan: IITA, 1972. P.40-42.
- JENNINGS, D.L. *Manihot melanobasis* Mull.Arg.: a useful parent for cassava breeding. Euphytica, Wageningen, v.8, p.157-162, 1959.
- LADIZINSKY, G. Ecological and genetic considerations in collecting and using wild relatives. In: BROWN, A.H.D.; FRANKEL, O.H.; MARSHALL, D.R.; WILLIAMS, J.T. The use of plant genetic resources. Cambridge: Cambridge University, 1989. p.297-305.
- NASSAR, N.M.A. Some further species of *Manihot* with potential value to cassava breeding. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v.58, p.915-916, 1978a.
- NASSAR, N.M.A. A wild *Manihot* species of Central Brazil for cassava breeding. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v.58, p.257-261. 1978b.

- NASSAR, N.M.A. Three Brazilian *Manihot* species with tolerance to stress conditions. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v.59, p.553-555, 1979.
- NASSAR, N.M.A.; COSTA, C.P. Tuber formation and protein content in some wild cassava (*Mandioca*) species native of Central Brazil. Experientia, Basel, v.30, p.1304-1305, 1977.
- NICHOLS, R.F.W. Breeding cassava for virus resistance. East African Agricultural Journal, Kenia, v.12, n.3, p.184-194, 1947.
- NORMANHA, E.S. *Mandioca (Manihot esculenta Crantz):* melhoramento genético. IN: REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DA MANDIOCA, 6, Recife, 1972. Anais... Recife: IPEAN, 1972. p.35-43.
- PEREIRA, A.V. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). Piracicaba: ESALQ, 1989. 180p. (Tese Doutorado em Agronomia).
- RICK, C.M.; DAVIS, J.F.F.; HOLLE, M. Genetic variation in *Lycopersicon pimpinellifolium*: evidence of evolutionary change in mating system. Plant Systematic and Evolution, New York, n.127, p.139-170, 1977.
- STALKER, H.T. Utilization of wild species for crop improvement. Advances in Agronomy, New York, v.33, p.111-147, 1980.
- VALLE, T.L. Utilização de espécies selvagens no melhoramento de mandioca: passado, presente e futuro. In: HERSHEY, C.H. Mejoramiento genético de la yuca en America Latina. Cali: CIAT, 1991. p.163-176.