

## Melhoramento genético da mangueira

Nelson Fonseca<sup>1</sup> e Laerte Scanavacca Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa s/n, Caixa Postal 07, 44380-000, Cruz das Almas, BA; e-mail: [nelson@cnpmf.embrapa.br](mailto:nelson@cnpmf.embrapa.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340, Km 127,5 CP 69, CEP 13820-000, Tanquinho Velho, Jaguariúna, SP; e-mail: [laerte@cnpma.embrapa.br](mailto:laerte@cnpma.embrapa.br)

### RESUMO

A mangueira pertence à família Anacardiaceae, sendo uma dicotiledônea do gênero *Mangifera*. Embora esse gênero possua outras espécies comestíveis, a *Mangifera indica* é a única, no momento, cultivada comercialmente em grande escala. Em termos de valor nutritivo, o fruto contém aminoácidos, carboidratos, ácidos graxos, minerais, ácidos orgânicos e vitaminas. Quando maduros, contém níveis moderados de vitamina C, são muito ricos em provitamina A e vitaminas B1 e B2 (Mukerjee, 1997).

O melhoramento genético da mangueira no mundo é uma atividade antiga, principalmente na Ásia tropical, onde na Índia o seu cultivo ocorre há mais de 4.000 anos. No continente americano, a dispersão da mangueira teve seu início no século XVI, sendo introduzida no Brasil pelos portugueses das colônias africanas. Mais tarde, por volta do ano de 1770, os espanhóis introduziram-na no México (Popenoe, 1939, citado por Pinto, 1996). De uma forma geral, as variedades de mangueira conhecidas foram obtidas a partir da seleção de plantas de polinização aberta, baseada em um só sexo (mãe conhecida). Na Índia, como na Flórida, Estados Unidos, a maioria das cultivares foram obtidas por esse método. A introdução de cultivares não tem sido usada como método de melhoramento, mas na formação de bancos ativos de germoplasma, visando o estabelecimento de programas de melhoramento. Além disso, outros métodos de melhoramento são discutidos neste trabalho e os resultados obtidos pelo processo de desenvolvimento de cultivares de mangueira são apresentados.

## INTRODUÇÃO

Os descobrimentos portugueses estabeleceram as bases da agricultura moderna, por meio da introdução e adaptação de plantas fora de sua área de ocorrência natural. Possibilitou o cultivo de monoculturas em grandes áreas e com grande produtividade, sendo as principais fontes de alimentos atuais provenientes desta ação. A mangueira foi uma destas culturas e foi introduzida no Brasil no século dezesseis (Ferrão, 1993; Simão, 1998).

Atualmente a cultura está presente em mais de cem países tropicais e subtropicais e a produção mundial em 2005 foi de mais de 26 milhões de toneladas (FAO, 2005). O Brasil foi o sétimo maior produtor com 1,217 milhões toneladas em 2006 e o segundo maior exportador com 114,58 mil toneladas no mesmo ano (IBRAF, 2008). A região Nordeste contribuiu com 78,31% da produção nacional em 2006 e o Estado da Bahia com 51,41% do total produzido (IBGE, 2006).

## ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DE CULTIVARES

As mangueiras selvagens, representadas pelas diferentes espécies de *Mangifera* são encontradas na Ásia tropical, em particular no nordeste da Índia, Sri Lanka, Myamar, Tailândia, Indo-China, Sul da China, Malásia, Indonésia, Papua Nova Guiné, Filipinas e Ilhas Salomão. Existem mais de 60 espécies que são encontradas em maior diversidade na Península Maláia, Borneo e Sumatra (Bampard, 1993).

A manga é cultivada há mais de 4.000 anos na Índia e mais de 1000 cultivares são conhecidas (Mukherjee, 1985). O clima nessa região é de inverno seco, menos de 60 mm de precipitação e verão chuvoso. A precipitação é superior a 1.500 mm, chegando a 4.000 mm, o qual proporcionou a formação de uma floresta alta e densa, sendo a espécie *Mangifera indica* bem adaptada ao clima tropical e subtropical.

A distribuição das cultivares ocorreu de forma gradual nos países tropicais e subtropicais e atualmente a Flórida é considerada como centro de diversidade secundário com seleções feitas de plantas de polinização aberta (Yyer & Degani, 1997).

## RAÇAS

Existem dois sub-centros distintos da espécie, o Índico-Burma-Tailandês, cuja raça é a Indiana, que possui flores com um estame viável, frutos de formato oblongo-ovalado com sementes monoembrionicas, casca grossa e avermelhada, polpa cariosa, firme e não apresentam fibras ou estas são muito curtas. Os frutos são mais doces ou apresentam um brux malof, preferidas para fatiar ou para indústria de processamento. A raça Filipínica ou Indochinesa, cujas flores têm cinco estames viáveis, apresenta frutos de formato longo, com sementes poliembriônicas, casca fina e cor variando entre o verde e o amarelo. A polpa é succulenta, fibrosa (com fibras longas) e com alto teor de terebentina, o que lhe confere um aroma característico e forte. São preferidas para néctar e bebidas (Vavilov, 1950; Subramanyam *et al.*, 1975; Mukherjee, 1985).

Por apresentar características evolutivas bem distintas, estas raças devem ser trabalhadas separadamente em um Programa de Melhoramento Genético da espécie. Se houver interesse no cruzamento de variedades entre os dois grupos, isso deve ser feito no final do programa, atendendo ao desejo específico daquela finalidade.

## FLORESCIMENTO, POLINIZAÇÃO E EMBRIONIA

O fator climático de maior importância para o florescimento da mangueira é a temperatura. A iniciação das brotações florais depende dos dias de frio que ocorrem de dezembro a fevereiro no hemisfério Norte e de junho a outubro no hemisfério Sul. Em condições naturais, os períodos de seca e frio são essenciais para o florescimento da mangueira (Chacko, 1986). Em condições artificiais, os reguladores de crescimento, como o paclobutrazol e o etefon, são usados para provocar o mesmo efeito na planta (Rademacher, 2000).

A extensão de crescimento dos ramos termina com a formação de uma panícula, e, embora possam surgir das gemas laterais outras panículas. O número de panículas varia de 600 a 6.000 e de flores por panícula varia de 200 a 4000, constituindo-se de flores perfeitas ou hermafroditas e estaminadas ou masculinas (Queiroz Pinto *et al.*, 2002). A frutificação inicial está diretamente relacionada com a proporção de flores perfeitas. A abertura das flores ocorre pela manhã e a antese completa a noite. O estigma fica receptivo até 72 horas após antese.

A polinização é feita preferencialmente por moscas e abelhas, além dos ventos. No máximo, 45% das flores são polinizadas e menos de 0,01% dos frutos atingem a maturidade (Simão, 1971; Campbell & Malo, 1974; Jison & Hedstron, 1985), sendo este um dos principais problemas no melhoramento genético da espécie. A taxa de autofecundação é baixa em função da auto-incompatibilidade (Sharma & Sing, 1972).

A mangueira é classificada monoembrionica ou poliembrionica mediante o modo de reprodução das sementes. A semente monoembrionica contém um embrião zigótico simples, sendo uma planta por semente (híbrido). As sementes poliembrionicas podem conter um ou mais embriões e um dos quais pode ser zigótico e os outros adventícios. A monoembrionia é a forma mais predominante (Yyer & Degani, 1997).

## MELHORAMENTO GENÉTICO DA MANGUEIRA

O programa de melhoramento genético da espécie é de difícil manejo porque apresenta longo período de juvenilidade, alto nível de heterozigose, uma semente por fruto, intensa queda de frutos, baixa retenção de frutos cruzados, poliembrionia em algumas cultivares e necessidade de grandes áreas por longo período de tempo. Contudo, apresenta ampla variação genética disponível e facilidade de propagação vegetativa dos híbridos selecionados. Em quase sua totalidade, as cultivares de mangueira conhecidas foram obtidas a partir de plantas de polinização cruzada naturalmente, resultando em mais de 1.000 variedades somente na Índia.

Os principais objetivos do programa de melhoramento da mangueira consistem em produção regular; plantas precoces e anãs; frutos atrativos, bom tamanho (300 a 500 g), bom formato, boa qualidade (bom paladar, aromático, polpa firme, sem fibras, livre de desordens fisiológicas) e longa vida. No caso de porta-enxertos, as pesquisas direcionam para o ananismo, tolerância as condições adversas do solo (alto ph e solos calcários) e resistência a pragas e doenças.

## ESTRATÉGIAS DE MELHORAMENTO

Para a mangueira existem dois programas de melhoramento distintos, sendo um para as cultivares porta-enxertos e o outro para as copas. Para os programas que visam porta-enxertos, são basicamente utilizadas cultivares poliembrionicas, em função da maior variabilidade e maior

resistência à pragas e doenças. No Brasil, a característica de maior importância da atualidade para o melhoramento nesta linha de pesquisa refere-se à seca-da-mangueira, causada pelo fungo *Ceratocystis fimbriata*. A Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) tem selecionado híbridos resistentes de mangueiras para essa doença. Já as variedades para copa, cujas principais características de interesse são a produtividade, qualidade dos frutos, resistência à pragas e doenças, entre outras, vêm sendo trabalhadas por todas as instituições de pesquisa do Brasil, inclusive pela APTA.

## MÉTODOS DE MELHORAMENTO

Existem vários métodos de melhoramento empregados no melhoramento da mangueira e, entre eles, destacam-se: introdução, avaliação e seleção de cultivares; seleção de plantas de polinização aberta; seleção de plantas de polinização controlada; melhoramento para resistência a pragas e doenças; biotecnologia (cultura de tecidos, marcadores moleculares e indução de mutações).

## INTRODUÇÃO, AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE CULTIVARES

É um método bastante antigo e consiste em introduzir material genético variado (coleções e plantas isoladas), avaliar e selecionar quanto à adaptação local e quanto às características desejáveis pelo mercado. Na mangueira, a introdução não tem sido usada como método de melhoramento, mas para a formação de coleções de trabalho ou bancos ativos de germoplasma, visando o estabelecimento de programas de melhoramento.

No mundo existem mais de trinta países que possuem coleções de germoplasma de manga, entre eles destacam-se a Índia com 1100 acessos, Estados Unidos com 461, Brasil com 407, Cuba com 350, Filipinas com 343, Tailândia com 294, Indonésia com 292, Taiwan com 176, México com 143, Fiji com 143 e Venezuela com 140 acessos (Queiroz Pinto *et al.*, 2002). No Brasil, as principais coleções de germoplasma de manga estão nas seguintes instituições: Embrapa Mandioca e Fruticultura (130 acessos), Embrapa Semi-Árido (105 acessos), Instituto Agronômico de Campinas (100 acessos), Embrapa Cerrados (72 acessos), Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – Unesp/FACVJ (60 acessos), Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz =

USP/ESALQ (53 acessos), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE (34 acessos) e Universidade Federal de Viçosa - UFV (17 acessos). Ao todo, o levantamento mostrou que existem apenas 216 acessos distintos (Donadio & Ferreira, 2002), sendo mais de 50% de duplicatas existentes entre diversas coleções.

De uma forma geral, as cultivares brasileiras como a Espada, Rosa, Imperial, Surpresa e outras estrangeiras como a Haden, Kent, Keitt, Tommy Atkins, Palmer e outras foram obtidas por esse método.

## SELEÇÃO DE PLANTAS DE POLINIZAÇÃO ABERTA

Este método é também conhecido como seleção recorrente ou massal. É o mais usado em todo mundo e consiste em selecionar plantas das áreas de produção ou não, coletar as sementes dos frutos e avaliar as progênes resultantes da polinização aberta baseada em um só sexo (mãe conhecida). Na Índia, a maioria das cultivares foi obtida a partir da polinização aberta. Todas as cultivares desenvolvidas na Flórida também foram selecionadas por esse método. Assim, a cultivar Haden surgiu de uma seleção da cultivar indiana Mulgoba. Outras cultivares como a Tommy Atkins, Eldon, Parwin, Zill, Lippens e Smith foram originadas de uma seleção da cultivar Haden.

No Brasil, a maioria das cultivares comerciais existentes também foi obtida por esse procedimento. Assim, surgiram as cultivares Espada, Bourbon, Carlotinha, Santa Alexandrina, Brasil, entre outras. Outros exemplos são as cultivares IAC 104 Dura (poliembriônica) e IAC 109 Votupa (monoembriônica), originadas da Tommy Atkins; IAC 105 Palmera (poliembriônica), da Palmer, e IAC 103 Espada Vermelha (poliembriônica) originada da cultivar Carabao (Rossetto *et al.*, 1996; Rossetto *et al.*, 1997)

O maior problema deste método como em outros está na demora da avaliação e seleção das progênes, principalmente por que as árvores perenes têm uma longa fase juvenil. Assim, a pré-seleção, mediante a eliminação precoce de genótipos indesejáveis ou seleção dos desejáveis, está sendo uma estratégia cada vez mais usada nos programas de melhoramento da mangaíra. Como exemplos, tem-se que o flavor do fruto pode ser diretamente relacionado com o flavor foliar; a emergência de novos fluxos de crescimento, simultaneamente com florescimento ou logo após colheita é indicativo de produção regular; e a menor densidade de estômatos, os altos teores fenólicos na gema apical e a relação floema/xilema (relação maior que 1,0 para menf

vigor, entre 0,6 a 1,0 para médio vigor e menor que 0,6 para maior vigor) estão associados ao nanismo (Yyer & Degani, 1997). Também, o uso da biotecnologia poderá ser uma ferramenta importante na pré-seleção das progênesis.

## SELEÇÃO DE PLANTAS DE POLINIZAÇÃO CONTROLADA

Pode ser também conhecido como o método da hibridação, onde as características desejáveis são combinadas ou transferidas para as variedades cultivadas, além de servir, também, para ampliar as bases genéticas dentro da espécie. Após o processo de hibridação, a seleção e a clonagem (propagação vegetativa) das melhores combinações, seguida da avaliação clonal, podem resultar em novas variedades de mangueira.

Os frutos híbridos podem ser obtidos pela polinização manual e pela polinização em telados ou viveiros. A polinização manual é um método muito incômodo e de baixa eficiência, exigindo muito trabalho de emasculação e polinização contínua de flores nas panículas. O método atual da Índia tem atingido 3,8% de frutificação com polinização máxima de 10 flores/panícula, usando grande número de panículas. A Embrapa Cerrados tem aprimorado essa técnica e conseguiu aumentar para 5% a obtenção de frutos híbridos (Queiroz Pinto *et al.*, 2002). A polinização em telados constitui um método mais prático, onde dois genótipos desejáveis tendo o florescimento sincronizado são colocados no viveiro com insetos polinizadores. Atualmente, esse método tem sido mais usado na Índia, Israel e Brasil.

No Brasil, pelo método da polinização controlada, a Embrapa Cerrados tem lançado alguns híbridos, onde os parentais são conhecidos, e entre eles destacam-se a Roxa Embrapa 141 (originada do cruzamento da cultivar indiana Amrapali com a norte-americana Tommy Atkins), Alfa Embrapa 142 (da cultivar indiana Mallika com a norte-americana Van Dyke) e Lita (também da Amrapali com Tommy Atkins).

Atualmente a Embrapa desenvolve um Programa de Melhoramento Nacional da Mangueira com diversas instituições e unidades da Embrapa em todas as regiões importantes para a cultura. Serão testadas diversas variedades nas regiões, de maneira que será possível apontar quais as variedades copa e porta-enxerto mais importantes para cada região. Destes métodos, poder-se-á focar de forma mais objetiva nas variedades potenciais e fazer um programa de melhoramento mais simples.

## MELHORAMENTO PARA RESISTÊNCIA A PRAGAS E DOENÇAS

Para a mangueira existem dois programas de melhoramento distintos, sendo um para a obtenção de porta-enxertos poliembriônicos resistentes à seca-da-mangueira (*Ceratocistes fimbriata*) e outro para obtenção de copas resistentes a pragas e doenças. No primeiro, existem dois métodos que consistem na introdução e seleção de variedades resistentes e seleção para resistência dentro da variedade poliembriônica. Assim, foram obtidos os porta-enxertos resistentes como a Carabao (Manila), Pico, Manga D'água, IAC 101, IAC 102 Touro e IAC 106 Jasmim.

Com relação ao melhoramento de copas para pragas e doenças, tem-se para a resistência a mosca-das-frutas (*Anastrepha obliqua*), antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), malformação (*Fusarium sacchari*) e seca-da-mangueira (*Ceratocistes fimbriata*). Para a resistência a mosca-das-frutas, são utilizados dois métodos, consistindo na introdução e seleção de variedades resistentes e na hibridação e seleção das progênes. Foram selecionadas as variedades Bourbon, sendo observado a resistência em condições de campo e IAC 111. Da mesma forma, esses métodos são usados para a obtenção de cultivares resistentes a doenças. Tem-se como exemplos as cultivares Alfa, Tommy Atkins, Van Dyke e Ourinhó, resistentes a antracnose; a Winter resistente a malformação; e as São Quirino, Irwin e Van Dyke resistentes a seca-da-mangueira (Queiroz Pinto *et al.*, 2002).

## BIOTECNOLOGIA

No Brasil, os estudos envolvendo a biotecnologia em manga são praticamente inexistentes. Existem várias aplicações da biotecnologia, a exemplo da cultura de tecidos, destacando-se a clonagem *in vitro*, conservação de germoplasma, multiplicação de genótipos superiores, obtenção de plantas livres de vírus, entre outras. Atualmente no Brasil, a Empresa Mandioca e Fruticultura está iniciando pesquisas com a regeneração de gemas laterais e resgate de embriões, faltando ainda o estabelecimento de protocolos de descontaminação e regeneração de explantes.

Outra aplicação importante da biotecnologia é o uso de marcadores moleculares e isoenzimáticos para a predição do comportamento do híbrido pela estimativa do grau de



parentesco, identificação de embriões nucleares e zigóticos em semente poliembrionicas, identificação de cultivares e grau de paternidade, entre outras. Como exemplo, têm-se que as cultivares Pico e Carabao, morfologicamente idênticas, são facilmente distinguidas por análise isoenzimática. A origem da cultivar Haden foi confirmada como sendo da Mulgoba, a Zill da Haden, a Tahar da Irwin, etc (Queiroz Pinto *et al.*, 2002).

A biotecnologia também pode ser usada para a indução e seleção de mutações com radiações ionizantes (gama 3,0 kr). No Brasil, a indução de mutações tem resultado no lançamento de algumas cultivares de mangueira. Segundo, Rosseto *et al.* (1997), a cultivar IAC 100 Bourboh originou-se da mutação da cultivar Bourboh. Outras cultivares originadas por esse método foram a IAC 101 Coquinho, IAC 102 Touro, IAC 106 Jasmim, IAC 107 Castro e IAC 108 Bocado. Tem-se também conhecido alguns exemplos de mutações naturais como a variedade Davis Haden sendo mutante da Haden e a Rosica (Perú), da Rosado de Ica (Yyer & Degani, 1997).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOMPARD, J. M. The genus *Mangifera* rediscovered the potential contribution of wild species to mango cultivation. *Acta Horticulturae* 341, 69-77, 1993.

CAMPBELL, C. W.; MALO, S. E. Fruit crops fact sheet – the mango. Gainesville: University of Florida/ IFAS, 1974 (FC-74-2) 4p.

CHACKO, E. K. Physiologie des flushes végétatifs et floraux. In: Premier Séminaire Australien sur le manguiier tenu du 26 au 30 novembre 1984 a Cairns. A. HAURI. Fruits, Paris, v. 41, n. 12, p. 750-752, Dec. 1986.

DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. Mangueira. In: BRUCKNER, C. H. Melhoramento de fruteiras tropicais. Viçosa, UFV, 2002, 422p.

FAO. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). Acesso em 25/07/08.

FERRÃO, J. E. M. A aventura das plantas e os descobrimentos dos portugueses. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical. 1993. 235p.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br). Acesso em 25/07/08.

IBRAF. Exportações. Disponível em: [www.brazilianfruit.org.br/Informações\\_para\\_o\\_trade/Exporta%E7%R3o\\_trade/exporta%E7%E3o](http://www.brazilianfruit.org.br/Informações_para_o_trade/Exporta%E7%R3o_trade/exporta%E7%E3o). Acesso em: 25/06/08.

IYER, C. P. A.; DEGANI, C. Classical breeding and genetics. In: LITZ, R. E. (Ed.). *The Mango – botany, production and uses*. 1997. P. 49-68.

JISON, L. F.; HEDSTRON, I. Pollination ecology of mango (*Mangifera indica* L.) (Anacardiaceae) in the neotropic region. *Turrialba: Turrialba*, v. 35, n.3, p.269-277, 1985.

MUKHERJEE, S. K. Systematic and ecogeographic studies of crop gene pools: 1. *Mangifera* IBPGR Secretariat, Rome. 86 p. 1985.

MUKHERJEE, S. K. Introduction: botany and importance. In: LITZ, R. E. (Ed.). *The Mango – botany, production and uses*. 1997. p. 1-19.

QUEIROZ PINTO, A. C. Genética e melhoramento da mangueira – sinopse. In: *Manga – tecnologia de produção e mercado*. Vitória da Conquista, BA: DFZEUSB. p. 16-31. 1996.

QUEIROZ PINTO, A.C.; SOUZA, V.A.B. de; ROSSETTO, C.J.; FERREIRA, F.R.; COSTA, J.G. de. Melhoramento Genético. In: A cultura da mangueira. GENÚ, P.J. de C.; QUEIROZ PINTO, A.C. de (Eds). Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic

pathways. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology, Mineapolis, v.51, p.501-531, 2000.

ROSSETO, C. J.; RIBEIRO, I. J. A.; GALLO, P. B.; SOARES, N. B.; SABINO, J.C.; MARTINS, A. L.M.; BORTOLETTO, N.; PAULO, E. B. Mahgo breeding for resistance to diseases and pests. Acta Horticulturae, v. 455, p. 299-304, 1996.

ROSSETO, C. J.; RIBEIRO, I. J. A.; GALLO, P. B.; BORTOLETTO, N.; SOARES, N. B.; MARTINS, A. L.M.; SABINO, J.C.; SILVEIRA, L.C.P. Cultivares de mangueira resistentes à pragas e moléstias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTÍFERAS, 1., Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1997. P. 108-110.

SHARMA, D. K.; SING, R. N. Investigations on self-incompatibility in *Mangifera indica* L. In: SIMPHOSIUM ON MANGO AND MANGO CULTURE, New Delhi, 1969, ISHS Tech. Comm., n.24, p.126-130, 1972.

SIMÃO, S. Tratado de fruticultura. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SIMÃO, S. Manual de fruticultura. São Paulo: Ceres, 1971. 530p.

SUBRAMANYAM, H.; KRISHNAMURTHY, S.; PARPIA, H. A. B. Physiology and biochemistry of mango fruit. In: CHICHESTER, C. O.; MRAK, E. M.; STEWART, G. F. (Ed.). Advances in food research. New York: Academic Press, 1975, v.21, p.223-305.

VAVILOV, N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chfón. Böt., v. 13, n.1/6, p.1-366, 1950.