

Recursos genéticos e melhoramento da mangueira no Brasil.

Alberto Carlos de Queiróz Pinto¹
Francisco Ricardo Ferreira

Introdução

Atualmente, há uma demanda insatisfeita por alimentos ricos em vitaminas e sais minerais e as frutas, como um dos alimentos que fazem parte da dieta alimentar humana, possuem estas características nutricionais. Para aumentar a oferta de qualquer produto agrícola, visando atender a necessidade de alimento à população, deve-se elevar a produtividade da cultura dentro de um determinado sistema de cultivo. Neste particular, as frutas tropicais incluem-se com muita propriedade. Entre outras frutas tropicais, a manga é uma das mais aceitas no mercado consumidor brasileiro não só por suas qualidades degustativas mas, por seu alto valor nutricional.

A área de manga colhida no Brasil é de 57,1 mil ha estando a maior concentração nas regiões Sudeste (49,6%) e Nordeste (42,3%), embora esta última região represente 88% do valor total de exportação (US\$ 28,7 milhões) da manga brasileira em 1997. Em virtude das condições climáticas favoráveis à colheita de manga de melhor qualidade, há um crescente aumento na área plantada com manga no Nordeste, o que permitirá esta região assumir a liderança nacional na produção desta fruta. Embora a produção de 456 mil toneladas métricas - MT (FAO, 1998), coloque o Brasil no oitavo lugar entre os maiores produtores mundiais, esta produção - em grande parte de plantios extensivos não comerciais com elevadas perdas pós-colheita - somente atenderia a demanda interna brasileira, considerando um consumo no Nordeste (Fortaleza) de 2,4 kg de manga per capita/ano (IBGE, 1987).

Os plantios comerciais de manga, visando os mercados interno e externo, concentram-se em 75% na cultivar Tommy Atkins. A grande responsabilidade do melhorista de manga é aumentar a disponibilidade de cultivares superiores, diminuindo a vulnerabilidade hoje existente nos cultivos monoclonais, que podem ser destruídos totalmente pelo ataque de uma praga ou doença.

Portanto, não só para elevar a produtividade da manga mas, para enriquecer o "pool" genético com a introdução de novas espécies e para obtenção de novas variedades, o melhorista necessita saber como usar os recursos genéticos e como aplicar métodos de melhoramento apropriados.

Neste trabalho, procurou-se relatar a origem, a taxonomia e a dispersão da manga, além dos recursos genéticos disponíveis no mundo e no Brasil, seu uso e potencial. São descritos os principais métodos de melhoramento genético, suas limitações e sucessos na obtenção de novas variedades e, finalmente, são discutidos alguns trabalhos de biotecnologia usada como importante ferramenta no melhoramento da manga.

¹ Pesquisadores, doutores, da Embrapa/CPAC e Embrapa/CENARGEN, respectivamente.

Origem, taxonomia e dispersão

A manga é uma das mais importantes frutas tropicais e sua história é descrita nos mais antigos sânscritos da mitologia Hindu; acredita-se que a mangueira tenha sido cultivada há mais de 4 mil anos atrás (Mukherjee, 1953).

De acordo com a classificação de Vavilov (1950) sobre os grandes Centros de Origem de espécies de plantas cultivadas, a mangueira originou-se no segundo grande Centro que se divide em dois Sub-Centros: o Indico-Burma-Tailandês e o Filipínico-Celeste/Timor. Estes dois sub-centros deram origem as duas raças de mangas hoje conhecidas pelos estudiosos da mangicultura: a raça indiana que possui flores com um estame viável, frutos de formato oblongo-ovalado com sementes monoembriônicas e, em geral, com casca rosea a vermelha e a raça filipínica ou indochinesa cujas flores têm 5 estames viáveis, frutos de formato longo com sementes poliembrionicas e casca variando de verde a amarela (Mukherjee, 1985).

A manga foi introduzida no Brasil no século XVI, porém aquelas introduções pertenciam às mangas da raça Filipinica geralmente fibrosas e poliembrionicas, apresentando limitada variação genética. As variedades da raça Indiana são monoembriônicas e portadoras de melhor qualidade, apresentando grande variabilidade quando plantadas de pé franco.

A dominância da raça Filipinica no Brasil por três séculos limitou a expansão da cultura, porém a introdução de cultivares da raça Indiana procedentes da Flórida, EUA, na década de 60 deu um novo alento à cultura organizada da manga, pois seus frutos com pouca fibra, bem coloridos e mais resistentes à antracnose, são mais comercializáveis. Com o advento das variedades americanas a cultura tomou um grande impulso do ponto de vista comercial, conquistando inicialmente um bom mercado interno e mais recentemente o mercado externo, principalmente dos Estados Unidos e Europa.

Taxonomicamente, a mangueira pertence ao *Phylum* Angiospermae, *Subphylum* Dicotyledones, Divisão Lignosae, Ordem Sapindales e Família Anacardeaceae. A mangueira pertence ao gênero *Mangifera* no qual são descritos por Mukherjee (1985) a existência de 39 espécies muitas das quais encontradas no Sudeste da Ásia (Indochina, Tailândia e Malásia) sendo distinguíveis entre si pelo número de estames viáveis (não estaminoides). Muitas fruteiras da família Anacardiaceae são de espécies afins da mangueira como o cajú (*Anacardium occidentale* L.), o pistácio (*Pistachio vera* L.) e as diversas frutas comestíveis do gênero *Spondias* tais como a seriguela (*S. mombin* L.), o umbu (*S. tuberosa* L.), a cajá-manga (*S. cytherea* Senn.) e outras. Dentre as espécies de *Mangifera*, a *M. indica* e *M. foetida* são as mais dispersas sendo encontradas, respectivamente, em 100% e 67% dos países/regiões que constituem os dois Sub-Centros descritos (Tabela 1).

Embora existam outras espécies que possuem também frutos comestíveis como a *Mangifera sylvatica* e a *Mangifera zeylanica*, a *Mangifera indica* tem sido a única espécie considerada domesticada provavelmente devido a mais alta qualidade de seus frutos para consumo. As duas raças de *M. indica* têm sido cruzadas naturalmente ou artificialmente formando um complexo de híbridos interaciais ou intraraciais dando origem a mais de um milhar de variedades com características diversas espalhadas por todo mundo. O caráter heterozigótico da manga aliado ao grande número de variedades leva a uma imensa heterogeneidade nas formas de copa, folhas e, principalmente, nas formas dos

frutos que vão desde oval-pomiforme a oblonga-elíptica e inúmeras outras formas intermediárias.

Popenoe (1939) descreve que o início da dispersão da manga em todo mundo foi feito pelo viajante chinês Hwen Tsang que visitou o Hindustão por volta de 632 D.C. Os portugueses foram os primeiros a introduzirem a manga na América provavelmente no Brasil no início do século 18 e os espanhóis introduziram-na no México por volta de 1779. O maior obstáculo para dispersão da manga naquela época era a característica de vida curta das sementes que era o único meio conhecido de propagação e disseminação. Mukherjee (1985), relata que a dispersão da manga concentra-se entre os Trópicos de Cancer e Capricórnio na latitude de 20° Norte e Sul estando distribuída, hoje, em mais de 87 países do mundo, embora sua grande diversidade ocorra na região Hindu-Burma (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição das espécies de manga nos países/regiões considerados Centros de Diversidade baseados na viabilidade dos estames.

No. de Estames Viáveis	Países/Regiões *														
	Ce	In	An	Bu	Tai	Ind	PeM	Su	Ja	Ba	Bo	Mo	Ce	NGu	Fil
<u>Cinco Estames</u>															
1. <i>M. pentandra</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>M. conchichinensis</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. <i>M. langenifera</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Um Estame</u>															
4. <i>M. indica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. <i>M. sylvática</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. <i>M. oblongifolia</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
7. <i>M. zeylanica</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. <i>M. altissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9. <i>M. macrocarpa</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
10. <i>M. foetida</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
11. <i>M. odorata</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
12. <i>M. caloneura</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
13. <i>M. caesia</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+

* Ce = Ceilão, In = Índia, An = Andamans, Bu = Burma, Tai = Tailândia, Ind = Indochina, PeM = Península Malaia, Su = Sumatra, Ja = Java, Ba = Bali, Bo = Borneo, Mo = Molucas, Ce = Celeste, Ngu = Nova Guiné, Fil = Filipinas. Não ocorrência (-) e Ocorrência (+).

0

Recursos genéticos: potencial e uso

Existe um grande acervo de germoplasma de manga, catalogado nas diversas coleções mundiais (Tabela 2). São quase 6 mil acessos, incluindo as repetições, dos quais aproximadamente 83% estão disponíveis para intercâmbio (Bettencourt *et al.*, 1992). A maior coleção encontra-se no Instituto de Pesquisa Hortícola da Índia - IIHR, em Bangalore, com 1100 acessos. A maior parte deste patrimônio genético, ou não está devidamente caracterizado e avaliado, ou este trabalho ainda está sendo desenvolvido. Portanto, as informações a respeito deste germoplasma são precárias, razão pela qual, uma parcela infinitamente pequena deste acervo tem sido utilizado.

As principais coleções de manga no Brasil são as seguintes: Embrapa/CPATSA em Petrolina-PE com 105 acessos, IAC/EET/EEP em Piracicaba-SP com 100 acessos, Embrapa/CPAC em Planaltina-DF com 72 acessos, UNESP/FACVJ em Jaboticabal-SP com 60 acessos, US/ESALQ em Tietê e Pindorama ambas em SP com 53 acessos e UFV em Viçosa-MG com 17 acessos, perfazendo um total de mais de 400 acessos, incluindo obviamente as duplicatas existentes entre as diversas coleções. O material é mantido no campo, geralmente com 3 a 5 plantas por acesso, onde é conservado a longo prazo, e onde são realizados os trabalhos de caracterização e avaliação.

Embora a mangueira seja a quinta mais importante espécie frutífera do mundo, os melhoristas têm uma pequena variabilidade genética à sua disposição para uso no melhoramento, já que a manutenção de um banco de germoplasma é muito cara. Muitas das espécies de *Mangifera* com características genéticas importantes, ocorrem em florestas tropicais do Sudeste Asiático as quais têm sido destruídas para exploração de madeira ocorrendo assim uma verdadeira erosão genética de muitas das espécies. Espécies encontradas nas regiões citadas como Centros de Diversidades (Tabela 1) têm grande importância na utilização de trabalhos de melhoramento. As características de algumas dessas espécies são descritas por Mukherjee (1985) como se seguem:

M. caesia - Esta espécie tem frutos com polpa de coloração branca, doce, de excelente fragrância e sem fibra.

***M. caesia* # 5** - As sementes são totalmente livres e quando os frutos são cortados em duas partes elas saem da polpa sem nenhuma dificuldade podendo ser usados como material genético tipo semente solta ou livre da polpa ("free-stone").

M. decandra*, *M. gedebe*, *M. inocarpoides*, *M. griffithii* e *M. quadrifida- Possuem plantas que crescem e se desenvolvem muito bem em áreas encharcadas sendo, portanto, indicados como materiais para porta-enxertos adaptados a plantios em brejos ou em solos de difícil drenagem.

M. indica* var. *mekongensis - As plantas produzem flores e frutos ao mesmo tempo florescendo e frutificando duas vezes ao ano o que possibilita seu uso na obtenção de material genético com elevada regularidade e produtividade.

M. pajang - Os frutos podem ser descascados como banana podendo produzir progênes de excelente qualidade comercial.

Bompard (1992) descreve outras espécies silvestres com enorme potencial para uso no melhoramento. A *M. laurina* é uma espécie muito próxima da raça indiana e com grande adaptação a climas úmido, permitindo uma resistência apreciável ao ataque de antracnose.. Em Borneo, as duas novas espécies *M. rufocostata* e *M. swintonioides* têm em comum uma excelente peculiaridade de produzirem completamente fora de estação.

Um dos grandes problemas na maioria das coleções, referem-se às introduções feitas de maneira errônea quando da própria coleta do propágulo e/ou na troca e perda da etiqueta do material genético introduzido. Os próprios curadores ou responsáveis pela coleção não são melhoristas ou não têm o conhecimento suficiente sobre manga, resultando em "lançamento" de novos nomes para variedades já existente ou mesmo, a publicação de nomes de variedades totalmente errados. Exemplos deste tipo de problema, ocorreram com o lançamento da variedade 'Surpresa' ('Duncan' ou 'Saigon' ?) e com algumas publicações do tipo Informações Técnicas sobre manga, mostrando fotos erradas das variedades Van Dyke e Keitt. A aferição das variedades introduzidas deveria

ser feita pelo melhorista introdutor da mesma, descrevendo suas características obtidas junto à Instituição. Em uma segunda introdução, vale a descrição usada na primeira pelo melhorista e/ou pelo introdutor responsável pois, à medida que novas etapas intermediárias de introdução ocorrem, os enganos e problemas ligados aos nomes das variedades aumentam grandemente. A nomenclatura da manga tem sido complicada em decorrência da imensa sinonímia em termos de variedades entre países e até mesmo de uma região para outra no mesmo país. A variedade Filipina parece ser um clone da ‘Carabao’, ‘Manila’ ou ‘Cecil’ enquanto a ‘Davis-Haden’ é uma mutação da ‘Haden’. No Brasil, a variedade ‘Jasmim’ é a mesma ‘Bacuri’ e a ‘Coité’ pode ser a mesma ‘Fafá’.

Tabela 2 - Principais coleções de germoplasma de manga existentes no mundo.

País	Instituição	M. indica	Mangifera sp	Avaliação	Disponibilidade
Austrália	DPI	63	-	Parcial	Disponível
Bangladesh	BARI	107	-	Em desenv.	Parcial
Brasil *	Várias	407	-	Em desenv.	Disponível
Chile	INIA	3	-	Não	Disponível
Colombia	Corpoica	59	1	Em desenv.	Disponível
Costa Rica	Várias	51	-0000	-	-
Costa Marfin	IRFA	50	-	-	Disponível
Cuba	DICF	350	-	Parcial	Disponível
Equador	INIAP	4	-	-	-
Fiji	Várias	143	-	Em desenv.	Disponível
Gualupe	CIRAD	31	1	-	Disponível
Reunião	IRFA	50	-	-	-
Gabão	CIMEV	25	-	-	-
India	IIHR	1100	6	Em desenv.	Disponível
Indonésia	Várias	292	9	Em desenv.	Disponível
Jamaica	RDD/MA	63	-	Parcial	Disponível
Kenia	NGK	37	-	-	-
Madagascar	DAGAP	36	-	Parcial	Disponível
Malawi	BARS	32	-	Parcial	Disponível
Malasia	MARDI	111	-	Em desenv.	Disponível
México	Várias	143	-	Em desenv.	Disponível
Moçambique	INIA	119	-	-	-
Nicaragua	Várias	54	-	Em desenv.	Disponível
Nigéria	NHRI	47	-	Em desenv.	Disponível
Nova Guiné	DPI	4	-	Não	Disponível
Peru	Várias	81	-	Parcial	Disponível
Filipinas	UPLB	343	9	Parcial	Disponível
Portugal	DP/NARS	100	-	Parcial	Disponível
África do Sul	CSFRI	117	-	Em desenv.	Disponível
Espanha	ICCRAT	59	-	-	-
Sudão	HRS	30	-	Parcial	Disponível
Taiwan	TARI	176	-	Parcial	Disponível
Tanzania	TPRI	10	-	-	-
Tailândia	Várias	294	34	Parcial	Disponível
USA	Várias	461	4	Parcial	Disponível
Venezuela	FONAIAP	140	-	Em desenv.	Disponível
Vietnã	ITFC	3	-	-	-

FONTE: Bettencourt *et al*, 1992.

* Dados atualizados pelos autores.

Mecanismo de reprodução

A mangueira possui inflorescência tipo panícula de forma cônica a piramidal que se desenvolve, sob condições normais, de gemas terminais de ramos maduros entre 6 e 9 meses de idade possuindo flores perfeitas e masculinas (Fig. 1).

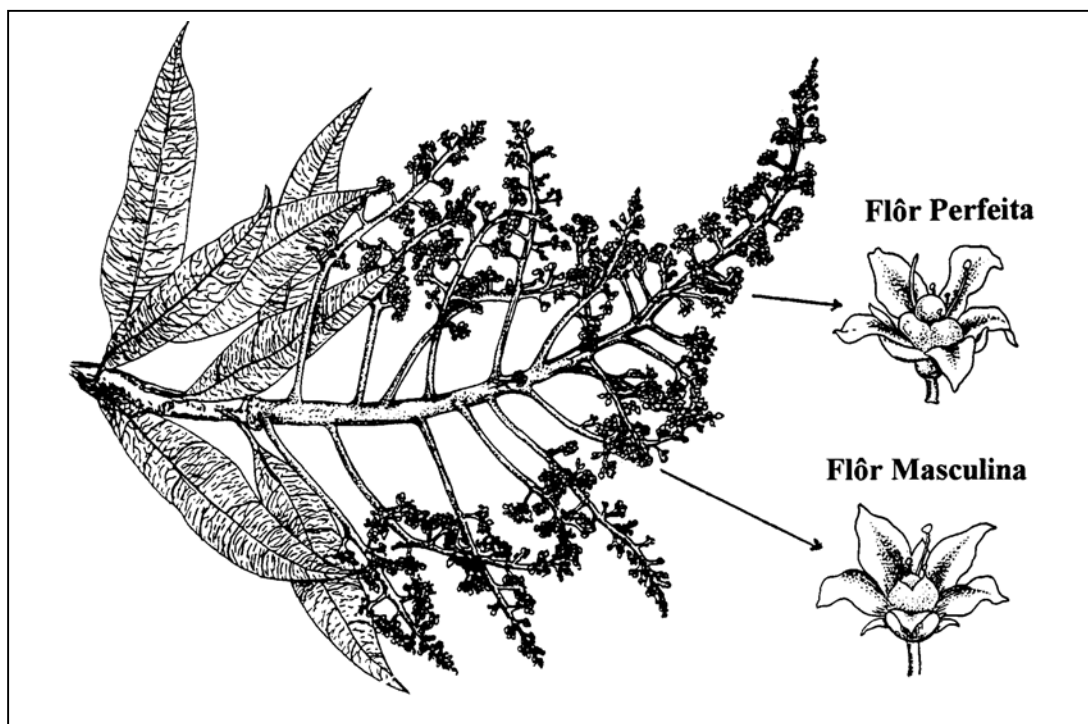


Figura 1 - Diagrama da inflorescência da mangueira com os dois tipos de flores encontradas na panícula.

O número de panículas por planta (600 a 6000), de flores por panículas (200 a 4000) e de pollen por antera (271 a 648) variam de acordo com a variedade. O fenômeno do baixo vingamento de frutos é muito comum em mangueira uma vez que, no máximo, 35% do total de flores da mangueira são polinizadas resultando em cerca de 0,01% o número de frutos no stand final (Singh, 1954). Vários fatores são responsáveis por esse baixíssimo vingamento como, por exemplo, o grande número de flores perfeitas que não são polinizadas e o alto número de flores masculinas na panícula. A variedade Edward em condições de Cerrados, chega a alcançar uma proporção superior a 75% de flores masculinas sendo bem superior a 'Tommy Atkins' com 52-62% de flores masculinas, considerando tanto a posição da flor na raquis quanto a posição da panícula na planta (Pinto *et al.*, 1987). Além do pequeno número de pólen por antera, alguns fatores ambientais, tais como a temperatura abaixo de 16°C, afetam a produção e viabilidade do pólen da mangueira causando um baixo vingamento de frutos (Sharma & Singh, 1970).

As flores iniciam a antese antes mesmo que as panículas atinjam o total comprimento e a maior concentração na abertura das flores ocorre entre 9 e 11 horas embora ocorra uma certa variação dependendo das condições climáticas da região. A receptividade do estigma dura cerca de 72 horas após a antese, embora esteja receptivo antes da antese (Mukherjee, 1985). A biologia floral da mangueira é totalmente adaptada para polinização a ser feita por trips e vários tipos de moscas. Embora muitos insetos visitem as flores de mangueira, aqueles pertencentes à ordem diptera (moscas) têm a mais alta frequência (51,6%), vindo a ordem lepidoptera (33%) como a segunda de maior frequência (Jison & Hedstron, 1985). A falta de eficientes insetos polinizadores e a não inclusão, em plantio intercalado, de variedades polinizantes, têm sido algumas das causas da baixa produção de pomares de manga.. Para tentar solucionar este problema, tem-se indicado a 'Edward' na proporção de 3% a 5% em plantios comerciais. Alguns resultados têm sido muito satisfatórios no aumento da produção de manga, quando montículos de esterco de galinha (puro e fresco) são colocados no meio do pomar e usados como substrato para proliferação de mosca.

Existem evidências de que a mangueira apresenta auto-incompatibilidade (Singh, 1954; Sharma & Singh, 1970). Esta auto-incompatibilidade parece ser do tipo esporófitica uma vez que testes de auto-polinização feitos nas condições de Cerrados resultaram em fecundação porém, com queda de frutinhos entre 1,2 a 2,5 cm de diâmetro. Em decorrência do fenômeno de agamospermia, ou seja, a formação e desenvolvimento de embrião nucelar, as variedades poliembriônicas produzem mais que as monoembriônicas (Campbell, 1961).

O problema de vingamento de frutos em mangueira está intimamente ligado à germinação do grão de pólen o qual, por sua vez, depende de fatores tais como genético (variedade), climático como a temperatura e umidade e, finalmente, o fator nutricional. Algumas cultivares monoembriônicas, e. g. Haden, não vingam nenhum fruto quando as condições ambientais inibem o desenvolvimento do embrião zigótico ou causam sua degeneração ocorrendo queda de flores perfeitas e de frutinhos (Mukherjee, 1953; Sturrock, 1968). O mesmo não acontece com cultivares poliembriônicas uma vez que embriões nucleares desenvolvem-se naturalmente favorecendo o vingamento de frutos. Temperatura abaixo de 16 °C e/ou acima de 34 °C podem inibir a germinação do tubo polínico resultando na não fertilização.

A elevada abscisão de frutos na cultivar Haden tem sido diretamente correlacionada com a produção de etileno que resulta da elevada atividade da enzima peroxidase. A cultivar Sensation, como uma poliembriônica altamente produtiva, tem baixa atividade da enzima peroxidase e baixa produção de etileno (Campbell, 1961).

A poliembriônica em mangueira é um caráter sob controle genético, possivelmente um fator recessivo controlado por um simples par de gens. Análises de progênes de mangas monoembriônicas cruzadas com poliembriônicas indicam que a monoembriônica é um caráter dominante (Sturrock, 1968). Isto quer dizer que um indivíduo que contém somente um dos alelos recessivo será heterozigótico e poderá ou não apresentar um fenótipo poliembriônico. A variedade Simmonds é uma poliembriônica originada do cruzamento entre a 'Haden' (monoembriônica, heterozigótica dominante) com a 'Carabao' (poliembriônica, homozigótica recessiva). O número de embriões adventícios é grandemente influenciado por fatores ambientais, tais como a nutrição e o clima (Knight, 1970). A diferenciação entre o embrião nucelar e o

zigótico tem sido possível através da análise enzimática do tecido nucelar (Schnell & Knight, 1994). Entretanto, este tipo de estudo é muito difícil de ser aplicado na prática deixando o mangicultor ainda indeciso e continuando a escolher a plântula mais vigorosa na sementeira assumindo que ela é a nucelar (?).

Citogenética e melhoramento

A mangueira é uma espécie aloploiploide, mais provavelmente um anfidiplóide, ou seja, é um poliploide constituído por dois complementos somáticos completos de duas espécies diferentes sendo, predominantemente, uma espécie alógama. A *M. indica* é a espécie de maior estabilidade no número de cromossomos ($2n = 40$), embora Singh (1969) cite a ocorrência de plantas com mais alto número de cromossomos ($2n = 80$). A variação existente em mangueira, mesmo entre as enxertadas, é confirmado pelo polimorfismo detectado através de 4 enzimas isolados de tecidos de folhas de mangueira (Gan *et al.* 1981).

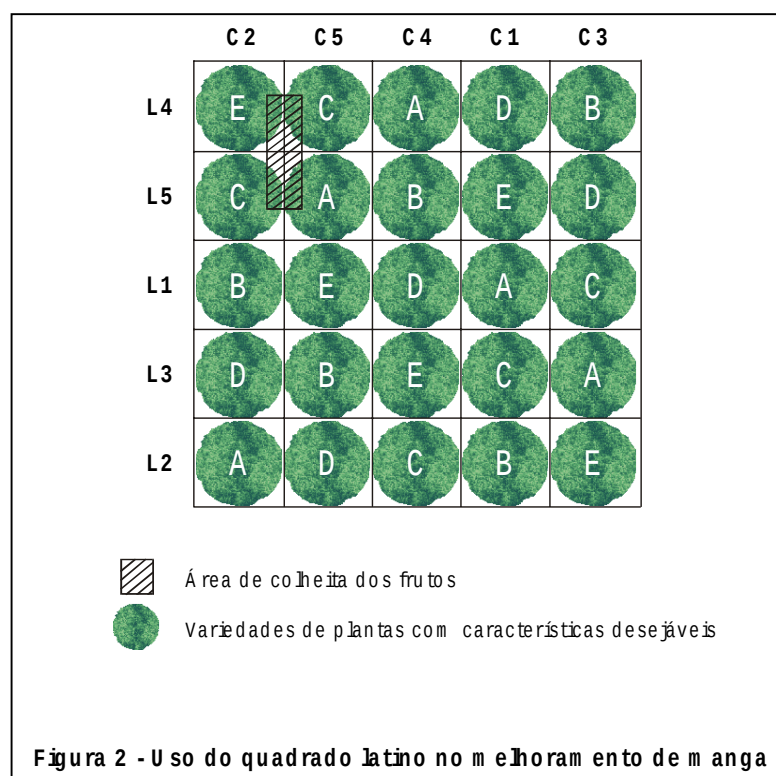
O melhoramento da mangueira, para qualquer que seja o objetivo, refere-se a um programa de longo prazo haja vista, o grande período juvenil que envolve a cultura. Além disso, devido a natureza alógama e aloploiploide, as diversas variedades de mangueiras são extremamente heterogêneas e as características quantitativas herdadas por todas elas são governadas por um grupo de gens (poligenes). Portanto, no melhoramento convencional pode-se prever que a eficiência na herança de caracteres quantitativos seja perdida já na F_1 .

Os trabalhos para obtenção de novas variedades de mangueira através da hibridação interespecífica e intervarietal têm sido realizados por muitos pesquisadores indianos (Naik & Rao, 1943; Mukherjee *et al.*, 1961; Sharma & Singh, 1970). A técnica utilizada anteriormente por Mukherjee *et al.* (1961) a qual recomendava somente sacos plásticos não perfurados e número de flores limitado a dez por panícula foi aprimorada. A técnica aprimorada, segue os seguintes passos: a) as panículas originadas em ramos secundários e terciários devem ser preferidas para serem polinizadas, uma vez que retêm mais frutos que as terminais; b) panículas das plantas progenitoras femininas ou progenitoras masculinas, usadas nos cruzamentos, devem ser ensacadas na tarde anterior retirando-se todas as flores abertas; c) devem ser usados sacos de polietileno, perfurados com alfinete em 1/3 de seu comprimento e de tamanhos suficientes para ensacar a panícula totalmente; d) flores estaminadas e perfeitas da planta progenitora masculina, ainda com anteras fechadas, são coletadas pela manhã e mantidas em placas de petri sob 3 condições (à sombra, meia-sombra e ao sol) que facilitem a abertura sincronizada das anteras; e) flores perfeitas da planta progenitora feminina são emasculadas e polinizadas entre 11:00hs da manhã e 13:00 hs da tarde; um homem pode emasculiar e polinizar entre 100 e 150 flores/dia; f) os sacos de polietileno são removidos cerca de 10-15 dias após a polinização; g) pulverizações com fungicida e/ou água diariamente são bastante benéficas para evitar abscisão e ataque fúngico que promovem a queda de frutos; h) os frutos vingados são ensacados (tipos de sacos para cebola) para evitar queda e perda dos mesmos quando maduros.

A maioria dos trabalhos de melhoramento visando a obtenção de novas variedades de manga são conduzidos, praticamente, com os mesmos objetivos: a) produção regular; b) plantas com hábito anão de crescimento; c) frutos atrativos e de bom tamanho (350-400g) e alta qualidade para consumo; d) resistente às principais pragas e doenças; e) livre de amolecimento de polpa e

com longa vida em prateleira. Variedades como Mallika e Amrapali (Sharma *et al.*, 1972), Bangalora, Ratna e Rumani (Salvi & Gunjate, 1988; Ramaswamy, 1988) são de hábito anão de crescimento e Bhadauran (Prasad *et al.* 1965,) resistente a malformação são alguns dos híbridos desenvolvidos em programas de melhoramento com excelentes características.

O trabalho de melhoramento da mangueira no ecossistema dos Cerrados, através de hibridação intervietal, tem sido realizado com relativo sucesso na obtenção de alguns híbridos semi-anões com frutos de excelente qualidade (Pinto & Byrne, 1992). O trabalho de hibridação visa, principalmente, a obtenção de uma cultivar anã, prolífica, resistente a algumas doenças e com frutos de alta qualidade (coloração da casca atrativa, ótimo sabor, polpa firme e sem fibra). A técnica de Mukherjee *et al.* (1961) foi aprimorada em trabalhos de hibridação de mangueira nos Cerrados, reduzindo-se o número de flores a ser polinizada por panícula (máximo de 15 flores) e mantendo-se as placas de petri com flores, que irão ceder pólen, sob diferentes condições de luz e temperatura (à sombra, à meia-sombra e ao sol) para se ter uma maior eficiência com o escalonamento na abertura e uso das anteras (Pinto, 1994). O ganho ou acréscimo na obtenção de híbridos foi da ordem de 5%, ou seja, conseguiu-se aumentar o sucesso no número de frutos híbridos de 1,45% para 6,40% com o aprimoramento da técnica de hibridação entre 1981 e 1993 no total de 14.780 cruzamentos. Atualmente, cerca de 1272 híbridos de mangueira (F_1) e progênies obtidas de retrocruzamentos estão instalados na área experimental da EMBRAPA/CPAC. As primeiras duas variedades Roxa Embrapa 141 e Alfa Embrapa 142 foram lançadas recentemente. Outras seleções de híbridos tais como o CPAC 09.142/86, e o CPAC 09.136/86 e CPAC 07.294/94 apresentam excelentes características de frutos de tamanho médio, alto rendimento de frutos/planta tendo o último deles (CPAC 07.294/94) apresentado porte anão e produção precoce aos 2 anos de idade. Um novo projeto, visando a obtenção de variedades a partir de cruzamentos abertos, está sendo instalado na EMBRAPA/CPAC utilizando o dekinamento estatístico do Quadrado Latino. Esta metodologia permitirá uma melhor aleatoriedade das variedades selecionadas para o cruzamento e uma colheita mais orientada dos frutos híbridos a serem semeados para obtenção das progênies F_1 (Fig. 2).



Programas de melhoramento da manga em outros Estados, como o desenvolvido pela FCAV-UNESP em Jaboticabal-SP, tem selecionado híbridos oriundos de cruzamentos aberto, com características comerciais bastante aceitáveis como as variedades Coração-de-Boi, Alda e Pavão (Donadio, 1996). Recentemente, o Instituto Agronômico, em Campinas-SP, lançou duas variedades (IAC-103 Espada Vermelha e IAC-107 Dura) ambas muito resistentes aos dois tipos de Seca-da-Mangueira (aérea e do sistema radicular) causadas pelo fungo *Ceratocystis fimbriata*. A 'Espada Vermelha' além de ser recomendada para uso como porta-enxerto é também recomendada como variedade copa (Rosseto *et al.*, 1994)..

A utilização de plantas anãs sobrenxertadas com variedades mono e poliembriônicas e o confinamento de moscas polinizadoras dentro dos sacos plásticos envolvendo as panículas das duas variedades ou mantendo-as em telados protegidos, faz parte do novo aprimoramento de técnicas dentro do programa de hibridação intervarietal de mangueiras no CPAC (Pinto, 1994). As vantagens do uso desta técnica de sobrenxertia de plantas anãs e o confinamento com moscas, são os da obtenção de um maior número de híbridos por meio de métodos de cruzamentos mais eficientes, como o cruzamento múltiplo ("policross"), o aumento na prolificidade dos híbridos obtidos e o aumento na variabilidade genética disponível. Uma outra técnica que está sendo empregada é a do cruzamento aberto com o uso do quadrado latino, por meio do qual as plantas selecionadas têm as mesmas changes de cruzamento e os frutos híbridos são colhidos de maneira controlada (Fig. 4).

O processo de mutação, que pode ocorrer espontaneamente ou ser induzida através de radiações químicas ou agentes mutagênicos, é uma outra técnica utilizada na obtenção de novas variedades de mangueira. Uma remota porém, ainda possível obtenção de uma variedade com características aceitáveis é através da mutação de gema. A variedade Davis-Haden é um exemplo deste tipo de "sport" ou mutação de gema citada pela literatura (Young & Ledin, 1954).

Biotechnologia

A biotecnologia tem sido uma excelente ferramenta para alcançar os objetivos de aprimoramento de uma ou mais características quantitativas. Embora ainda com sucesso bastante limitado (15%) a obtenção de "seedlings" de mangueira com caracteres puros é possível através da embriogênese somática e os melhores trabalhos vêm sendo desenvolvidos por Litz (1984) na Flórida. A micropropagação em mangueira, por sua vez, pode ser feita através do meristema apical e tem sido dificultada pelo alto teor de polifenóis existente nos tecidos da mangueira promovendo com isso a oxidação e escurecimento do órgão no meio de cultura.

Os trabalhos na área de transformação genética em mangueira ainda são bastante preliminares e mesmo dependentes dos resultados de outras culturas. A extensão do período pós-colheita de manga pode ser possível através da transformação genética do genoma da mangueira para expressar o antisenso do RNA mensageiro para a enzima polygalacturonase ou ACC sintase (Sato & Theologis, 1989). Um outro relevante resultado seria a clonagem, inserção e expressão do gen C para nanismo em mangueiras que produzam excelente qualidade de frutos aumentando a possibilidade de se ter plantios com mangueiras de porte compacto possibilitando o aumento da produtividade da cultura (Oono *et al.* 1987). Uma fitotoxina (ácido licomarásmico) isolada do próprio fungo causador da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) tem sido usada com relativo sucesso na seleção *in vitro* contra antracnose o que se tornaria um grande e positivo impacto científico contribuindo para o aumento na quantidade e qualidade da manga produzida (Ballio *et al.*, 1969; Szabados *et al.*, 1987)

Os fundamentos para os trabalhos de Seleção Assistida por Marcadores Moleculares - MAS hoje existentes, foram estabelecidos pela primeira vez por Sax (1923). Ligações genéticas são procuradas entre os marcadores de DNA e locus com importantes características hortícolas, o qual permite seleções para um marcador melhor de acordo com a característica. A técnica de MAS permite que o número de plântulas, que serão cultivadas a partir do cruzamento controlado, sejam significativamente reduzido, tornando deste modo mais barato um programa de melhoramento. O procedimento de melhoramento mais comum para introdução de uma característica específica numa cultivar é feita através de retrocruzamentos. Não obstante, sem o uso de técnicas modernas como o MAS, o retrocruzamento torna-se inadequado para a manga, em virtude de seu longo período juvenil. Portanto, Tansley & Rick (1980) sugerem que é possível reduzir o número de gerações de retrocruzamentos através do uso de marcadores moleculares. A nova técnica conhecida como reação de polimerase em cadeia - PCR mudou os caminhos da biologia molecular, pois permite selecionar a sequência da amplificação do DNA. Se a sequência de genes é conhecida, os "primers" (pequenas sequências de oligonucleotídeos) complementares para os finais 5' e 3' do gene podem ser sintetizados e, sob condições próprias em um

ciclo térmico, forjará o gene alvo. Uma outra técnica - variação da PCR por usar um “primer” de sequência arbitrária - denominada de DNA polimórfico amplificado ao acaso - RAPD tem sido usada com excelentes resultados na análise genética de plantas (Litz & Lavi, 1997). Schnell *et al.* (1995) usaram com sucesso a técnica de RAPD para identificar cultivares de manga de cruzamentos aberto, determinando o relacionamento genético entre as mesmas.

Referências bibliográficas

- Ballio, A.; Bottalico, A.; Buonocore, V.; Carilli, A.; DiVittorio, V. & Granitti, A. Production and isolation of aspergillomarasmine B (lycomarasmic acid) from culture of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. **Phytopathologia Mediterranea** 8: 187-196, 1969.
- Bettencourt, E.; Hazekamp, T.; Perry, M.C. Directory of germplasm collection: 6. I. Tropical and subtropical fruits and tree nuts. IBPGR, Rome. 1992. 237 p.
- Bompard, J.M. The genus *Mangifera* re-discovered: the potential contribution of wild species to mango cultivation. **Acta Horticulturae**, 69-77:341, 1992.
- Campbell, C.W. Comparison of yield of polyembryonic and monoembryonic mangos. **Proc. of the Florida State Hort. Sci.**, 74: 363-365, 1961.
- Donadio, L.C. Variedades de mangueira. **Manga, Tecnologia de Produção e Mercado**. Ed. Abel R. São José *et al.* Univ. Est. do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista-Ba. 1996. p. 32-56.
- FAO, Disponível site FAO <http://apps.fao.org/lim500/nlp-weap.pl>. Consultado em 20 de setembro de 1998 às 16 horas.
- Gan, Y.Y., Zaini, S. & Idris, A. Genetic variation in the grafted vegetatively propagated mango (*Mangifera indica* L.). **Pertanika**, 4: 53-62, 1981.
- IBGE, Disponível site IBGE <http://www.sidra.ibge.gov.br/egi.bin/prtabl>. Consultado em 20 de setembro de 1998 às 16:30 horas
- Jison, L.F. & Hedstron, I. Pollination ecology of mango (*Mangifera indica* L.) (**Anacardeaceae**) in the neotropic region. *Turrialba* 35(3):269-277, 1985.
- Knight Jr., R. J. Polyembryonic mangos: their unrealized potential. **Proc. of the Tropical Region of the Amer. Soc. Hort. Sci.**, 14:145-155, 1970.
- Litz, R.E. In vitro somatic embryogenesis from nucellar callus of monoembryonic *Mangifera indica* L. **HortScience** 19, 715-717, 1984.
- Litz, R.E. & Lavi, U. Biotechnology. In: Litz, R.E. The mango: **Botany, production and uses**. CAB International. Wallingford. 597 p. 1997.
- Mukherjee, S.K. The mango - its botany, cultivation, uses and future improvement especially as observed in India. **Economic Botany**, 7 (2):130-162. 1953.
- Mukherjee, S.K. Systematic and ecogeographic studies of crop gene pools: 1. *Mangifera* **IBPGR Secretariat**, Rome. 86 p. 1985.
- Mukherjee, S.K.; Majumder, P.K. & Chatterjee, S.S. An improved technique of mango hybridization. **Indian J. Hort.** 18:302-304, 1961.
- Naik, K.C. & Rao, M.M. Studies on blossom biology and pollination in mangoes (*Mangifera indica* L.) **Indian J. Hort.** 1:107-109, 1943.
- Oono, Y.; Handa, T.; Kanaya, K. & Uchimiya, H. The TL-DNA gene of Ri plasmide responsible for dwarfness of tobacco plants. **Japanese J. of Genetics**. 62:501-505, 1987.
- Pinto, A.C.Q.; Genú, P.J.C. & Ramos, V.H.V. Avaliação do crescimento e expressão do sexo de cultivares de manga introduzidas na região dos

- Cerrados. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 9°, Campinas-SP, 1987. Anais... Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1987. V. 2. p. 567-570.
- Pinto, A.C.Q. & Byrne, D.H. Mango hybridization studies in tropical savannah ("Cerrados") of Brazil. **Acta Horticulturae**, 341:98-106, 1992.
- Pinto, A.C.Q. Utilização do caráter nanismo na eficiência do melhoramento e da produção da manga. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 13°, Salvador-Ba, 1994. Resumo... Salvador, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. V. 2, p. 567-570.
- Popenoe, W. **Manual of tropical and subtropical fruits**. The MacMillan Co., New York, 474 p. 1939.
- Prasad, A.; Singh, H. & Shukla, T.N. Present status of mango malformation disease. **Indian J. Hort.**, 22:254-265, 1965.
- Ramaswamy, N. Survey and isolation of 'Plus Trees' of mango. **Acta Horticulturae**, 231 V.1:93-96, 1988.
- Rosseto, C.J.; Ribeiro, I.J.A.; Igue, J. Gallo, P.B. Seca-da-Mangueira. XV Resistencia de variedades a 2 raças de *Ceratocystis fimbriata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, Salvador, 1994. Resumos. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 3v, 1994. p. 705-706
- Salvi, M.J. & Gunjate, R.T. Mango breeding work in the Konkan region of Maharashtra State. **Acta Horticulturae**, 231, V. 1:100-102, 1988.
- Sato, T. & Theologis, A. Cloning the mRNA in coding 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, the key enzyme for ethylene biosynthesis in plants. **Proc. of the Nat. Acad. of Sci.**, 86:6621-6625, 1989.
- Sax, K. The association of size differences with seed coat pattern and pigmentation in *Phaseolus vulgaris*. **Genetics**, 8,p.552-560, 1923.
- Schnell, R.J.; Knight, R.J.; Harkins, D.M. & Zill, G. Eliminating zygotic seedlings in 'Turpentine' mango rootstock populations by visual roguing. **HortScience**, 29(4):319-320, 1994.
- Schnell, R.J.; Ronning, C.M. & Knight Jr., R.J. Identification of cultivars and validation of genetic relationships in *Mangifera indica* L. using RAPD markers. **Theoretical and Applied Genetics**, 90, p. 269-274. 1995..
- Sharma, D.K. & Singh, R.N. Studies on some pollination problems in mango (*Mangifera indica* L.). **Indian J. Hort.**, 27(1/2):15, 1970.
- Sharma, D.K.; Majumder, P.K. & Singh, R.N. Inheritance pattern in mango. **Proc. Symp. on Recent Advances in Hort.**, U.P. Inst. of Agric. Sci., Kanpur (India), 1972.
- Singh, R.N. Sex ratio and fruit set in mango. **Science**, 119: 389, 1954.
- Singh, L.B. Mango. In: Ferwerda, F.F. & Wit F. (eds.). **Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics**. H. Veenen and Zonen, Wageningen. p. 309-327, 1969.
- Sturrock, T.T. Genetics of mango polyembryony. **Proc. of the Florida State Hort. Soc.** 80:350-354, 1968.
- Szabados, L.; Roca, W.M.; Tabares, E.; Nunez, V.; Soto, M.E. & Laignelet, A. Somaclonal variation, selection and protoplast fusion of *Stylosanthes spp.* **Proc. of the Intern. Congress of Plant Tissue Culture - Tropical Species**, Bogotá. 10 p. 1987.
- Tanksley, S.D. & Rick, C.M. Isozyme gene linkage map of the tomato: applications in genetics and breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, 57, p.161-170, 1980.

Vavilov, N.I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants.

Chron. Bot. 13(1/6):1-366, 1950.

Young, T.W. & Ledin, R.B. Mango Breeding. **Proc. of the Florida State Hort.**

Sci., 67: 241-244, 1954.