

DE-OK  
PR-OK

1

# MELHORAMENTO GENÉTICO NO BRASIL – REALIZAÇÕES E PERSPECTIVAS

MANOEL ABILIO DE QUEIRÓZ

## 1. INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas tem sido definido como a “arte e a ciência que visam à modificação gênica das plantas para torná-las mais úteis ao homem” (Borém, 1998). Esta definição, vista de uma forma mais ampla, contempla todo o processo de desenvolvimento da agricultura, mencionado na literatura corrente como de ocorrência nos últimos dez mil anos, permitindo a mudança do hábito das populações humanas primitivas do nomadismo para o sedentarismo, quando decidiram abandonar o extrativismo para iniciar o plantio dos tipos de plantas que lhes eram mais adequados. O fato de se plantar os tipos desejáveis provocou a mudança nas frequências gênicas das espécies escolhidas, embora toda a teoria do melhoramento de plantas só tenha progredido após os clássicos experimentos de Mendel e seus redescobridores nos últimos cem anos. Assim, o melhoramento como arte foi praticado por um longo período proporcionando contribuições muito grandes na agricultura mundial, pois, como se sabe, a domesticação de novas espécies em tempos recentes tem sido muito limitada. Com efeito, a maioria das espécies que alimenta a humanidade foi domesticada em tempos remotos, especialmente os grãos. O trigo, uma das primeiras espécies a serem domesticadas, por exemplo, teve o seu cultivo iniciado há cerca de 9.000 anos (Feldman, 1976). Muitos outros exemplos podem ser examinados em Simmonds (1976).

Com o advento da teoria do melhoramento genético, a ciência passou a desempenhar um papel preponderante no desenvolvimento de plantas de importância para o homem. Vários textos descrevem as principais áreas do conhecimento (Poehlman & Borthakur, 1969; Borém, 1998), além dos diversos ramos da genética, inclusive os marcadores genéticos de DNA, que são relevantes para o melhoramento de plantas (Milach, 1998), especialmente visando torná-lo mais eficiente na busca da melhoria dos caracteres que atendam à sociedade de produtores e de consumidores. Para os primeiros, os requisitos de produtividade, uniformidade para permitir o uso de máquinas para colheita e beneficiamento; adaptação a novos ambientes para permitir a expansão de fronteiras agrícolas; resistência a doenças e pragas foram, e deverão ser, os caracteres de maior significância a serem considerados pelos melhoristas. Nos tempos recentes, contudo, os consumidores, numa tendência crescente, estão influenciando no direcionamento das ações do melhoramento de plantas, seja pela busca de alimentos com qualidades nutricionais específicas (teor de proteína, vitaminas, sais minerais, baixo teor de gordura, entre outras); sabores diferentes; aparência; frutos sem sementes e, principalmente, preços competitivos, o que novamente, tem íntimo relacionamento com os aspectos de produtividade e outros itens relevantes na redução de custos de produção. Todas essas características estão passando a ter um papel decisivo no melhoramento de plantas obrigando o melhorista a estabelecer uma estratégia de visão de futuro sobre o seu trabalho, principalmente enfocando os aspectos do negócio agrícola e suas implicações para o melhoramento de plantas.

É importante salientar que os textos especializados de melhoramento de plantas e disponíveis no Brasil, enfocam, formalmente os aspectos biológicos e agrônômicos que são importantes dentro da área produtiva, tendo-se pouca abordagem sobre o melhoramento para outros elos da cadeia produtiva, particularmente os elos que estão fora da área de produção. Assim os caracteres que impliquem em maior resistência ao transporte e duração de prateleira, poderão ser de grande significado para as espécies frutícolas e olerícolas, por exemplo. Caracteres que sejam relevantes para a aparência de produtos expostos nas redes de supermercados como coloração externa e formato, poderão significar um diferencial importante na aceitação de uma determinada cultivar melhorada.

Recentemente, Paterniani (1999) relatou a contribuição do melhoramento de plantas no Brasil e Borém (1999) editou um livro onde estão descritas as contribuições do melhoramento de plantas para dezesseis espécies cultivadas além de três capítulos sobre grupos de espécies (forrageiras, florestais e frutíferas). Nesta mesma direção, Queiróz *et al.* (1999) editaram um livro que relata as contribuições do melhoramento de plantas e dos recursos genéticos no Nordeste brasileiro, considerando várias espécies olerícolas, frutícolas, grãos, oleaginosas, fibrosas e medicinais. Assim sendo, procurou-se, no presente capítulo, complementar o enfoque dado pelos autores mencionados, de modo a ampliar o conhecimento sobre a contribuição do melhoramento de plantas no Brasil.

## **2. AGRONEGÓCIO BRASILEIRO E SUAS IMPLICAÇÕES COM O MELHORAMENTO DE PLANTAS**

O conceito de negócio agrícola ou agronegócio implica na idéia de cadeia produtiva com seus elos entrelaçados e sua interdependência, significando que a atividade agrícola extrapolou os limites físicos da propriedade (Brandão & Medeiros, 1998). A agricultura depende cada vez mais de insumos adquiridos fora da fazenda e a decisão de o que e quanto produzir está fortemente baseada no mercado. Portanto, o agronegócio compreende atividades econômicas ligadas a: a) insumos para a agricultura como sementes, mudas, fertilizantes, corretivos e defensivos; b) produção agrícola, compreendendo lavouras, pecuária, florestas e extrativismo, contemplando também os processos; c) agroindustrialização dos produtos primários; d) transporte e comercialização de produtos primários e processados. Dessa forma se depreende que o agronegócio inclui atividades antes da “porteira”, dentro da unidade produtiva e depois da “porteira”.

Como se pode observar, o melhoramento de plantas no passado ficou, em grande parte, confinado ao elo da produção dentro das fazendas e um pouco na transformação e processamento. Contudo, pouco foi dedicado aos aspectos da distribuição e do consumo final, isto é, ao mercado. No entanto, hoje é sabido, que os elos de transformação, distribuição e consumo representam a maior parte do valor da cadeia produtiva, e, portanto, podem representar um grande fator de interação com os ganhos que podem ser obtidos com o melhoramento de plantas propriamente dito, os quais são atingidos principalmente dentro das unidades produtivas ou fazendas. Por exemplo, a distribuição de renda na cadeia produtiva da amêndoa da castanha de caju, estimada em R\$ 613 milhões no período de 1995/96, foi de 8%

para a parte agrícola, 20% para o setor industrial de beneficiamento da castanha e 72% para as organizações de mercado, que são externas e compreendem a distribuição e o consumo (Paula Pessoa & Leite, 1998). Estes valores tornam-se mais evidentes quando transformados em quantitativos financeiros para cada segmento, pois, a parte agrícola fica com R\$ 49 milhões, o segmento industrial com R\$ 122 milhões e o segmento de mercado com o restante, ou seja, R\$ 442 milhões. De acordo com os mesmos autores, os segmentos agrícola e industrial empregam cerca de 36 mil e 16 mil pessoas, respectivamente. A parte de mercado é realizada principalmente nos Estados Unidos (80%), Canadá (10%) e o restante na Europa. Dessa forma o Brasil só internaliza 28% do faturamento com a venda da amêndoa da castanha de caju.

Os resultados obtidos com a distribuição de renda nos elos da cadeia produtiva da castanha do caju, demonstram que o melhorista tem um grande desafio quando planeja suas estratégias e rotas tecnológicas, pois, se adotar a estratégia clássica de elevar a produtividade de castanhas de caju, os produtores só irão se beneficiar de uma pequena fatia dos seus resultados, ao passo que ao promover a melhoria de amêndoas quanto aos aspectos de beneficiamento terá um aproveitamento adicional de 20% do segmento industrial. Porém, a grande fatia permanecerá com o mercado, pois, como Paula Pessoa & Leite (1998) mostram, o mercado paga preços diferenciados para os tipos de amêndoas que são classificadas em distintos tipos de acordo com a cor e tamanho. Por exemplo, o tipo com a melhor coloração (marfim pálido) e grandes (*special large whole* – SLW) recebe o índice 100, ou seja, tem a cotação máxima enquanto que amêndoas de tamanho inferior, mesmo de coloração ideal só atingem índice 64. Percebe-se que grande parte da ação do melhoramento do caju, quando se fez a obtenção de clones de caju de castanhas maiores, foi direcionada para o mercado, agregando valor ao produto. Os ganhos obtidos, porém, ficam fora do país uma vez que a rede de distribuição de amêndoas de alta qualidade é no exterior. Aliás, a participação dos consumidores e distribuidores na definição dos produtos que necessitam, implica que o melhorista deve considerar as preferências expostas pela sociedade para incluir caracteres importantes dentro das suas rotas tecnológicas.

Vários exemplos de cadeias produtivas de diferentes espécies importantes para a agricultura brasileira podem ser vistos em Castro *et al.* (1998). Em cada caso o melhorista poderá exercitar os desafios que o melhorista enfrentará para que os resultados do seu trabalho possam ser apropriados para os produtores e consumidores.

É importante também destacar o significado do agronegócio na geração de renda e riqueza no país. Quando se considera apenas o valor da produção agrícola, é estimado que o mesmo está situado ao redor de 10% do Produto Interno Bruto, estimado em US\$ 750 bilhões (Silveira, 1997). Entretanto, quando se considera o negócio agrícola a participação está estimada em 32%, ou seja, US\$ 240 bilhões, além de ser responsável por 36% das exportações brasileiras. Aqui está incluída a participação dos produtos oriundos do melhoramento de plantas através de cultivares melhoradas (sementes e mudas). Por exemplo, considerando-se a cadeia produtiva da fruticultura, aí incluída algumas olerícolas de frutos, pode-se ter uma idéia dos volumes produzidos (Tabela 1) e do valor da produção, incluindo-se apenas os valores da exportação brasileira (Tabela 2).

TABELA 1. Produção de frutas no Brasil no período de 1993 a 1995.

Frutas	Unidade	Anos		
		1993	1994	1995
Laranja	t	14.804.736	14.389.196	16.361.999
Banana	t	5.318.520	5.726.190	5.577.990
Abacaxi	t	1.053.606	1.385.370	1.330.587
Pêssego	mil frutos	1.290.430	1.361.874	1.498.668
Uva	t	798.883	807.520	836.545
Manga	t	716.129	767.363	820.763
Limão	t	649.183	631.800	5.894.528
Tangerina	t	582.284	607.920	599.323
Caqui	mil frutos	521.080	554.062	516.851
Melancia	t	441.472	447.963	763.236
Maçã	t	697.606	436.880	686.372
Abacate	t	323.485	348.989	318.809
Mamão	t	272.007	305.657	489.762
Figo	mil frutos	312.422	298.825	318.490
Goiaba	t	250.565	174.332	255.986
Melão	t	153.933	146.585	215.012

Fonte: Fernandes (1998)

TABELA 2. Valores da cadeia produtiva de frutos e olerícolas e o balanço entre os quantitativos de exportação e importação.

Produtos	Valor da exportação (milhões de dólares)	Valor da importação (milhões de dólares)	Saldos (milhões de dólares)
Frutas frescas	108,8	236,7	- 127,9
Frutas secas	0,3	43,4	- 43,1
Frutas cristalizadas e glaceadas	0,8	1,3	- 0,5
Frutos secos, castanhas e nozes	87,7	58,9	28,8
Suco de laranja	1007,0	0,8	1006,2
Outros sucos de frutas	51,0	13,6	37,4
Polpas de frutas	6,0	1,2	4,8
Geléias e doces em pasta	3,6	6,4	- 2,8
Frutas em conserva	6,6	23,6	- 17,0
Total	1371,8	385,9	985,9

Fonte: Fernandes (1998)

Na Tabela 2, observa-se que o valor total da produção de frutas exportadas, em suas diversas modalidades, chega a cerca de 1,4 bilhões de dólares. Este número será substancialmente aumentado se for adicionado o valor da produção destinada ao mercado interno.

É importante ressaltar que uma grande parte do valor da produção, mostrado na Tabela 2, é devida ao genótipo das principais espécies de fruteiras consideradas. A parcela mais significativa é proveniente dos *Citrus*, os quais foram extensivamente trabalhados no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em São Paulo. Os dados permitem inferir, dentro da ótica apresentada, que os gastos públicos com a pesquisa

no desenvolvimento de diversas cultivares de fruteiras foram mais que retornados com o desenvolvimento socioeconômico produzido, nas diferentes formas, como empregos, recolhimento de impostos, e várias outras formas de ganho. Considerando-se que o melhoramento de plantas tem um forte componente no valor final do fenótipo, ao se observar os valores da cadeia produtiva de frutas, pode-se inferir o grande significado econômico do melhoramento genético na composição da receita das principais cadeias produtivas da agricultura brasileira. Um exercício semelhante poderá ser elaborado para diversas cadeias produtivas, várias delas descritas em Castro *et al.* (1998).

Outro aspecto importante do melhoramento de plantas, dentro do contexto do agronegócio, diz respeito à competitividade de preços dos produtos agrícolas, hoje um fator de extrema importância para que os produtores consigam manter a atividade de produção, pois, com uma economia globalizada, onde os produtos podem vir de lugares os mais distantes e a preços, muitas vezes, artificialmente manipulados pelos países de origem, não raro obrigam os agricultores a abandonarem a produção de determinadas espécies. Dessa forma, a produtividade é um componente de grande significado para o agronegócio, pois permite aos produtores a remuneração adequada e os preços baixos para os demais elos da cadeia, especialmente para os consumidores que são os principais decisores de todo o processo, no qual o melhoramento genético vegetal está inserido. Entretanto, apesar de a produtividade de uma determinada espécie refletir o componente genotípico também está embutida uma parte ambiental que é outro componente de grande significado para a expressão do fenótipo. Este aspecto será examinado na próxima seção.

### **3. IMPORTÂNCIA DO AMBIENTE NO MELHORAMENTO DE PLANTAS**

A produção de qualquer planta depende basicamente do seu potencial genotípico e das condições ambientais em que está sendo desenvolvida, podendo tais fatores serem decompostos em dois grandes grupos, a saber: fatores imprevisíveis e fatores previsíveis. Os primeiros envolvem os dados climáticos (precipitação pluvial, temperatura do ar e solo, radiação solar, fotoperíodo e velocidade do vento) e os estresses bióticos como pragas e doenças. Nos segundos estão inseridas as práticas culturais, os tipos de solos e suas variações físicas e químicas, o teor de umidade de solo, particularmente, na agricultura irrigada entre outras. Adaptar as culturas aos ambientes nos quais serão cultivadas, deve ser uma grande prioridade dos produtores, e para tanto necessitam da participação efetiva dos melhoristas de plantas e dos fitotecnistas. Porém, essa é uma tarefa muito complexa em virtude do grande número de fatores envolvidos como mencionado, acrescida da imprevisibilidade das interações dos genótipos com os fatores ambientais. Por outro lado, na literatura corrente sobre os estudos de genótipos em diferentes ambientes, a ênfase é dada para a produção de grãos (Hallauer & Miranda Filho, 1988; Borém, 1998; Paterniani, 1999), onde existem muitos estudos, capitaneados pelo milho. De um modo geral, é aceito, pelo menos para os grãos, que os genótipos mais heterozigotos sofrem menos os efeitos do ambiente do que os genótipos homozigotos. Teoricamente, os híbridos simples deverão apresentar maior interação com o ambiente do que genótipos de maior

heterozigidade como os híbridos duplos e compostos. Entretanto, Costa (1976) fazendo um estudo envolvendo populações de milho de base genética ampla, híbridos duplos e híbridos simples em muitos ambientes dos Estados do Piauí e Maranhão mostrou que os híbridos simples foram tão estáveis quanto populações mais heterozigotas. Este comportamento indica que cada genótipo responde às variações de ambiente de modo diferente.

De fato, considerando um determinado ambiente, os genótipos ali cultivados podem encontrar o seu limite de adaptabilidade, pois se o estresse ambiental limitar a sua produtividade, é preciso procurar outros genótipos que sejam mais adaptados a este ambiente, sendo que em alguns casos, a depender a variabilidade genética, seja necessário buscá-la em outra espécie. Entretanto, algumas vezes genótipos tradicionalmente cultivados num ambiente podem apresentar adaptação em outros ambientes completamente diferentes, nunca antes pensado para seus cultivos. Por exemplo, o aspargo era normalmente cultivado em áreas subtropicais no Rio Grande do Sul, onde apresentava produtividades em torno de 2,5 t ha<sup>-1</sup> (Augustin, 1999). Porém quando testado em condições irrigadas no semi-árido do Nordeste brasileiro, essa espécie passou a produzir cerca de 6 t ha<sup>-1</sup>. Fato semelhante foi observado com a produção de palmito de pupunha (Flori, 1999), pois originalmente era cultivada em condições de alta precipitação pluvial na região amazônica e, posteriormente, se adaptou muito bem ao cultivo irrigado em condições semi-áridas, chegando a produzir cerca de 1,5 toneladas de palmito extra por hectare.

De acordo com Borém (1998) o ambiente é subdividido em macro e micro, isto é, um macroambiente é composto por uma série de microambientes. Deve-se examinar o ambiente para o qual está se desejando desenvolver uma cultivar decidindo se a mesma deve apresentar potencial máximo de produção em um espectro amplo de ambientes ou deve ser adaptada a ambientes específicos, o que pode ser medido em termos da magnitude da interação genótipo x ambiente, definida por Borém (1998) como a variação do desempenho relativo de dois genótipos de um ambiente para outro.

Essa questão é importante, pois obriga o melhorista a verificar, antecipadamente, quais os ambientes potenciais em que sua cultivar será implantada. Por exemplo, o cultivo de milho e soja era realizado nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Todavia, com o desenvolvimento de cultivares de milho adaptadas às condições dos cerrados brasileiros e de soja insensíveis ao fotoperíodo, as áreas de cultivo dessas duas espécies passaram a ter uma nova distribuição geográfica. De forma similar, a produção de fruteiras em ambientes irrigados do semi-árido brasileiro, acarretou na introdução de novas espécies em um ambiente para os quais os genótipos não haviam sido desenvolvidos. Este é o caso das cultivares de manga melhoradas como Tommy Atkins e Haden, das cultivares de uva Itália e Red Globe e, mais recentemente, das cultivares de uvas sem sementes como Perlette, Centenial, Thompson Seedless, Superior, entre outros casos. Situação semelhante ocorreu com a melancia Crimson Sweet, criada para as condições americanas e cultivada em todo o Brasil, inclusive nos perímetros irrigados do semi-árido. O coco anão verde e o caju, inicialmente, cultivados em condições de chuva, na faixa litorânea e tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil, passaram a ser cultivados, com sucesso, em condições irrigadas do semi-árido. Um exame minucioso poderá detectar muitos outros exemplos de cultivares

que estão sendo cultivadas em novos ambientes, no Brasil, para os quais não foram melhoradas geneticamente. Como conseqüência, é esperado que tais cultivares não estejam expressando o seu verdadeiro potencial em tais ambientes. Por exemplo, as cultivares de mangueira Tommy Atkins, Haden, Kensington entre outras inicialmente desenvolvidas para as condições subtropicais dos Estados Unidos e Austrália, apresentam problemas de frutificação nos meses de temperatura elevadas que ocorrem em áreas irrigadas do semi-árido, porque a temperatura afeta a viabilidade do pólen quando o florescimento ocorre nos meses mais quentes (Issarakraisila & Considine, 1992). O florescimento durante os meses mais quentes acontece em decorrência da necessidade de escalonamento da produção de manga ao longo do ano. Ainda mais, essas cultivares necessitam do uso de reguladores de crescimento a fim de que seja possível manejar o florescimento das mesmas de modo adequado (Souza & Assis, 1999; Costa & Assis, 1999). Contudo, o uso continuado de reguladores de crescimento poderá afetar o desempenho produtivo dos genótipos no futuro, bem como, poderá produzir resíduo dos fitorreguladores no solo com implicações sérias para o meio ambiente em geral. As cultivares de uvas sem sementes, apresentam situação similar apesar de terem alta demanda nos grandes centros consumidores, pois, não apresentam desempenho produtivo adequado em condições de cultivo irrigado no semi-árido brasileiro, uma vez que o tamanho das bagas, o número de bagas por cacho e o número de cachos por planta apresentam desempenhos insatisfatórios, em decorrência baixa fertilidade das gemas, necessitando do uso de fitohormônios. Mesmo assim, muitas vezes não é possível alcançar os padrões comerciais exigidos pelos produtores e consumidores. Novamente, o uso continuado de fitohormônios poderá não ser aceitável no futuro tanto por questões fitotécnicas como por questões ambientais.

Cultivares introduzidas em novos ambientes poderão também não apresentar desempenho satisfatório quanto à resistência a doenças e pragas. Como exemplo pode-se citar a cultivar de melancia Crimson Sweet suscetível aos principais estresses bióticos mais importantes para a cultura a saber: oídio, micosferela e três viroses, além de baixa produtividade. Vale lembrar que a cultivar nos Estados Unidos não apresenta nenhuma limitação quanto à resistência a doenças (Mohr, 1986), possivelmente devido a ausência desses estresses bióticos ou devido à ocorrência de raças diferentes dos mesmos no ambiente brasileiro.

As cultivares de cebola utilizadas comercialmente no Brasil também apresentam condições interessantes no contexto de cultivo em novos ambientes. As cultivares de cebolas baías piriformes, de maior conservação de bulbos, inicialmente eram cultivadas no Rio Grande do Sul e posteriormente foram trazidas para São Paulo, para serem empregadas em programas de melhoramento (Dias, 1970). No entanto, esse germoplasma quando introduzido no semi-árido irrigado, apresentou várias deficiências na formação de bulbos e ciclo mais longo quando comparado com cultivares de cebola tradicionalmente utilizadas pelos produtores locais. Cultivares de tomate industrial provenientes de programas de melhoramento dos Estados Unidos e da França também apresentaram grandes diferenças comportamentais quando cultivadas no Submédio São Francisco (Dias *et al.*, 1973).

Em um estudo mais minucioso Paterniani (1999) ao comparar a pluviosidade da cidade de Ames, Iowa, USA (42°N e 93°W) e a cidade de Piracicaba

(22°S e 47°W) verificou que o ambiente temperado é bem mais estável para a produção de milho do que o ambiente subtropical. Confrontando dados pluviométricos dos meses de julho e agosto, de uma série de 70 anos (1917 a 1987), observou que o desvio padrão no ambiente temperado, foi de 35,51mm e 40,74 mm, respectivamente para os meses considerados, enquanto que para o ambiente subtropical os valores foram 75,88mm e 94,10mm, respectivamente. Estes valores tenderão a se acentuar se for incluído o ambiente dos cerrados uma das principais fronteiras de produção de grãos do país.

Assim sendo, o desempenho observado para um determinado fenótipo num dado ambiente, caso o genótipo não seja adaptado ao mesmo, não será otimizado mesmo que se façam as correções do ambiente. Aliás, o ajuste do ambiente nem sempre é possível e mesmo quando possível, tem um custo adicional, seja pelo uso intenso de defensivos e/ou fitorreguladores, com todas as conseqüências possíveis. Além disso, nem sempre é possível atingir produtividade elevada, um dos pontos importantes para manter o produto com preços competitivos.

Entretanto, na sua forma mais simples, o fenótipo é a soma dos efeitos do genótipo mais os efeitos do ambiente. Como destacado por alguns autores e para determinadas espécies, o genótipo é responsável por cerca de 50% do fenótipo sendo os outros 50% provenientes das melhorias do ambiente, conforme relatado por Jensen (1978) para trigo e por Ramalho *et al.* (1990) para o milho. Vale a pena destacar que não se pode generalizar os resultados obtidos para o milho e o trigo para todas as espécies, porém, tais resultados são indicativos para se balizar as estimativas dos ganhos que podem ser atingidos com o emprego de cultivares adaptadas a determinados ambientes.

Pelo fato da produção agrícola brasileira estar concentrada em várias cadeias produtivas, envolvendo diversas espécies vegetais que foram trabalhadas em programas de melhoramento ao longo das últimas décadas, serão analisados os desempenhos de algumas cadeias produtivas. Daí, pode-se verificar os progressos obtidos e inferir a magnitude dos valores econômicos resultantes de alguns programas e com isso, aquilatar a dimensão do melhoramento de plantas para o crescimento da agricultura brasileira. Serão consideradas, a título de exemplo, três cadeias produtivas, a saber: grãos; olerícolas e fruteiras; escolhendo-se as espécies com os resultados mais significativos dentro de cada grupo para uma análise mais aprofundada da ação do melhoramento de plantas quanto aos reflexos na produção e produtividade.

## **4. AÇÕES DO MELHORAMENTO GENÉTICO EM ALGUMAS CADEIAS PRODUTIVAS**

### **4.1 GRÃOS**

Ao averiguar a produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo, as principais culturas produtoras de grãos alimentares do Brasil, verifica-se que tem ocorrido incremento na produção de grãos, durante a década de 90 (Tabela 3) como relatado por Pereira (1999). A participação do melhoramento genético no aumento da produção de grãos das espécies mencionadas é bastante diferenciada.

O trigo apesar de ter sido beneficiado com a criação de muitas cultivares de rendimentos superiores às cultivares mais antigas, tanto em termos de produtividade quanto em relação à adaptação a novos ambientes como os cerrados (Sousa, 1997), estratégias de mercado com países importadores e exportadores, não permitiram uma produção maior de trigo no Brasil (Bacaltchuk, 1998).

A cultura do arroz também foi beneficiada com a criação de muitas variedades para o cultivo em condições de sequeiro e em condições irrigadas, porém não houve aumento substancial na produção total de grãos.

O feijão é produzido em três macroambientes distintos, ou seja, o feijão das “águas”, o feijão da “seca” ou “safrinha” no norte do Paraná, São Paulo, Triângulo Mineiro e Goiás; o feijão irrigado, com cultivo iniciado a partir da década de 80 com a utilização de pivô-central, em vários Estados do Sudeste e Centro-Oeste (Pereira, 1999). A produção de grãos de feijão, todavia, apresentou um pequeno aumento nos primeiros anos da década de 1990 e a partir daí estabilizou-se. É importante frisar que a produção de feijão envolve duas espécies, o *Phaseolus vulgaris* (feijoeiro comum) e o *Vigna unguiculata* (feijão de corda), sendo a segunda espécie restrita a alguns Estados da região Nordeste e Norte do país. De acordo com Peloso *et al.* (1997) o feijoeiro comum representa cerca de 80% do total da produção de feijão, sendo que o maior destaque, em termos de produtividade, se deve ao cultivo irrigado (Tabelas 3 e 4), em virtude da alteração do ambiente, uma vez que as cultivares utilizadas praticamente são as mesmas desenvolvidas para os demais ambientes de cultivo do feijoeiro.

Contudo, observando-se a Tabela 3, nota-se um crescimento consistente na produção de grãos do milho e da soja. No caso do milho, apesar da criação de muitas cultivares com aptidões diversas (Fornasieri Filho, 1992) foi a criação do híbrido BR 201, tolerante à toxidez de alumínio, o qual foi lançado oficialmente em 1988 (Magnavaca *et al.*, 1991), associada a um processo de transferência de tecnologia por meio de uma franquia rural, aliás, a primeira do Brasil, onde um conjunto de vinte empresas produtoras de sementes de milho compuseram a UNIMILHO, que permitiu uma grande expansão da cultura do milho nos cerrados brasileiros (Ramalho & Vasconcelos, 1993). O melhoramento para tolerância ao alumínio tóxico, representou um grande avanço na expansão da cultura do milho nesse novo ambiente, amplamente explorado na década de 90 representando uma contribuição expressiva do

TABELA 3. Produção de grãos das principais culturas brasileiras durante a década de 90.

Ano	Milhões de toneladas					
	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	Total
1990	8,0	2,1	22,3	20,1	3,3	55,8
1991	10,0	2,5	24,1	15,4	3,1	55,1
1992	10,1	2,6	30,8	19,4	2,7	65,6
1993	9,9	2,0	29,2	23,0	2,1	66,2
1994	10,5	3,0	33,2	25,1	2,1	73,9
1995	11,2	2,9	37,4	25,9	1,5	78,9
1996	10,0	2,7	32,4	23,2	3,2	71,5
1997	9,5	2,9	32,7	26,2	2,4	73,7

Fonte: Pereira (1999)

TABELA 4. Área e produtividade de feijão, no Brasil, durante o período de 1984 a 1997, considerando-se os três tipos de ambientes de cultivo.

Safrá	Área (1.000 ha)			Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Águas	Seca	Irrigado	Águas	Seca	Irrigado
84/85	2.845,5	2.371,8	95,8	512	423	894
85/86	2.865,9	2.514,8	103,9	351	445	901
86/87	2.875,8	2.206,5	139,5	364	379	882
87/88	3.282,8	2.327,5	154,8	492	447	952
88/89	2.624,3	2.394,1	156,8	408	446	1087
89/90	2.491,3	1.981,4	207,4	444	468	960
90/91	2.974,9	2.262,1	205,9	465	492	1232
91/92	2.928,4	2.040,6	181,4	530	499	1256
92/93	2.323,8	1.355,8	205,6	578	629	1357
93/94	2.922,3	2.319,4	227,4	574	601	1308
94/95	2.622,6	2.195,7	177,8	529	597	1400
95/96	2.706,7	2.104,5	145,7	491	620	1395
96/97	2.482,8	2.236,6	161,1	563	638	1549

Fonte: Pereira (1999)

melhoramento de plantas no Brasil. Essa contribuição poderá ser significativamente ampliada, uma vez que estima-se que exista cerca de 200 milhões de hectares de cerrados, dos quais uma grande porcentagem é propícia para o cultivo das espécies consideradas, sendo que no momento, somente 20 milhões de hectares são cultivados (Leite, 1999), mostrando que existe uma ampla fronteira potencialmente explorável.

Dentro dessa cadeia produtiva, a soja tem tido uma grande participação na produção de grãos, especialmente nos cerrados, consistindo no exemplo mais expressivo na demonstração da contribuição do melhoramento de plantas no país. O crescimento da soja apresenta forte correlação com o porte e a produtividade e é função do período vegetativo o qual é encurtado onde a amplitude entre o dia mais curto e o dia mais longo é menor, como ocorre nas regiões tropicais (Almeida *et al.*, 1999). Por outro lado, foi encontrada variabilidade genética, em acessos do Banco de Germoplasma de Soja como, por exemplo, o acesso PI240664 que apresentava período juvenil longo, tornando-o assim insensível ao fotoperíodo. Esta característica foi transferida para cultivares comerciais como Tropical e Timbira. Mais tarde foram encontrados mutantes quanto às exigências em fotoperíodo, em variedades comerciais, os quais foram extensivamente utilizados em programas de melhoramento, visando criar variedades adaptadas ao cultivo em baixas latitudes (Almeida *et al.*, 1999).

De acordo com Sedyama *et al.* (1999) programas de melhoramento de soja devem focar os seguintes caracteres: adaptação quanto ao ciclo; hábito de crescimento; altura da planta e da inserção da primeira vagem; acamamento; deiscência das vagens; qualidade da semente; adaptação quanto ao nível de fertilidade do solo; resistência a doenças e pragas; aspectos qualitativos; tolerância a herbicidas; produtividade e período juvenil longo. Foi a criação de variedades com período juvenil longo que possibilitou a expansão da cultura para latitudes bem inferiores àquelas onde era normalmente cultivada antes da década de 80.

O grande avanço conseguido com o melhoramento da soja permitiu que o Brasil passasse de um país inexpressivo ao posto de segundo produtor mundial atendendo não só ao mercado interno como também ao mercado externo.

O programa de melhoramento de soja conduzido pela Embrapa Soja em colaboração com a Embrapa Meio Norte, sediado em Teresina-PI, desenvolveu e avaliou um conjunto de variedades adaptadas ao cultivo em baixas latitudes, como se mostra na Tabela 5. Essas variedades podem ser cultivadas tanto no Nordeste quanto no Norte do país, em regiões de baixas latitudes.

A criação de várias cultivares disponibilizadas aos produtores instalados nos cerrados brasileiros, reforça que o melhoramento de soja foi muito proativo no desenvolvimento de cultivares e em conseqüência, na expansão da área cultivada. Evidentemente, muitos outros caracteres foram aprimorados e muitas cultivares foram desenvolvidas e lançadas no mercado, como se pode observar na relação de variedades apresentadas por Sedyama *et al.* (1999).

A disponibilidade de variedades adaptadas às baixas latitudes aliada à melhoria do sistema de cultivo da soja, permitiu, nos últimos anos, um crescimento considerável na produção de grãos nos Estados do Maranhão e Piauí, como é possível verificar na Tabela 6. A área de cerrado nesses Estados é estimada em 21,7 milhões de hectares, dos quais, 6 milhões são agricultáveis (Castro, 1997). Considerando um aumento da área cultivada, a partir da série histórica da Tabela 6, Frota & Campelo (1999) estimam que, mantidas as tendências atuais, em 2003 a região Meio Norte estará com uma área de cerca de um milhão de hectares de soja movimentando cerca de US\$ 400 milhões por ano.

As cultivares de soja adaptadas às baixas latitudes também estão sendo implementadas em outros Estados como Tocantins, Pará e outros Estados da região Norte. Assim sendo, a verdadeira contribuição do melhoramento de soja, com a criação de cultivares insensíveis ao fotoperíodo poderá ser substancialmente ampliada.

TABELA 5. Cultivares de soja adaptadas ao cultivo em baixas latitudes de acordo com a cronologia de lançamento.

Designação da cultivar	Ano de lançamento	Designação da cultivar	Ano de lançamento
Tropical	1980	Embrapa 30 - Vale do Rio Doce	1994
Timbira	1982	Embrapa 31 - Mina	1994
BR 10 - Teresina	1983	Embrapa 33 - Cariri RC	1994
BR 11 - Carajás	1983	Embrapa 34 - Teresina RC	1994
BR 27- Seridó	1987	Embrapa 63 - Mirador	1996
BR 28 - Cariri	1987	MA/BRS 64 - Parnaíba	1997
Nova Tropical	1988	MA/BRS 65 - Sambaíba	1997
BR/EMGOPA 312 - Potiguar	1989	MA/BRS 163 - Patí	1998
BR 35 - Rio Balsas	1989	MA/BRS 164 - Seridó RCH	1998
Embrapa 9 - Bays	1991		

Fonte: Campelo *et al.* (1999)

TABELA 6. Evolução da área cultivada e da produtividade da soja no Meio Norte do Brasil no período de 1980 a 1997.

Ano	Piauí		Maranhão		Região Meio Norte	
	Área ha	Produtividade t ha <sup>-1</sup>	Área ha	Produtividade t ha <sup>-1</sup>	Área ha	Produtividade t ha <sup>-1</sup>
1980	-	-	80	1200	80	1200
1981	-	-	66	1697	66	1697
1982	10	2000	215	2000	225	2000
1983	-	-	430	1132	430	1132
1984	546	1430	4263	1784	4809	1607
1985	606	1314	10000	900	10666	1107
1986	740	1459	8700	1563	9400	1511
1987	-	-	8500	1035	8500	1035
1988	200	1000	16200	1802	16400	1401
1989	330	1657	21900	1698	22230	1677
1990	1560	580	16000	418	17560	499
1991	1900	1500	4600	1804	6500	1652
1992	1590	452	21100	1199	22690	825
1993	1860	1670	42700	2136	44560	1903
1994	6800	1794	62800	2200	69600	1997
1995	13600	1853	91700	1848	105300	1850
1996	10251	2255	89100	2240	99351	2247
1997	18075	2548	129090	1988	147165	2268

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil, 1980/1997

Para concluir os comentários sobre a cadeia produtiva de grãos, deve-se ressaltar que o crescimento da agricultura brasileira sempre foi analisado apenas pela produção de grãos com a divulgação da produção de safras recordes nessa cadeia produtiva. Entretanto, outras cadeias produtivas apresentaram crescimento considerável nas últimas décadas, com participação expressiva do melhoramento de plantas e, que portanto, têm contribuído com o crescimento do agronegócio brasileiro. As cadeias produtivas das essências florestais, das fibras, das olerícolas, das fruteiras, entre outras, têm apresentado um desempenho significativo, em muitos casos transformando o país de importador a exportador. Para exemplificar a contribuição do melhoramento genético serão analisadas as cadeias produtivas das olerícolas e das fruteiras.

## 4.2 OLERÍCOLAS

O grupo de olerícolas compreende uma grande quantidade de espécies, as quais são cultivadas em diferentes partes do país e em variados volumes de produção. A cadeia produtiva desse grupo caracteriza-se por utilizar áreas reduzidas, intensa mão-de-obra, ambientes relativamente controlados, exceto, em alguns casos, quanto às questões climáticas, muitas hortaliças são cultivadas em casa de vegetação, principalmente no Sul e Sudeste, permitindo que os genótipos expressem ao máximo o potencial. Na Tabela 7 constam os volumes e os valores da produção das principais olerícolas, no ano de 1987.

TABELA 7. Volume e valor da produção das principais olerícolas no Brasil em 1987.

Cultura	Quantidade 1.000 t	Valor US\$ 1.000	Cultura	Quantidade 1.000 t	Valor US\$ 1.000
Tomate	2043	359,000	Beterraba	76	18,190
Batata	2343	334,900	Quiabo	42	16,250
Batata-doce	747	98,360	Morango	13	16,150
Cebola	857	97,040	Ervilha (vagem)	18	13,320
Alho	76	84,310	Melão	58	11,680
Cenoura	294	69,080	Jiló	35	10,430
Pimentão	118	63,520	Couve	24	10,180
Melancia	1349	57,040	Mandioquinha-salsa	19	10,070
Abóbora	217	42,850	Berinjela	36	9,390
Chuchu	249	41,200	Agrião	15	8,140
Vagem	70	39,160	Milho-verde	99	7,832
Pepino	114	31,150	Espinafre	13	4,490
Alface	91	30,380	Salsa	8	3,930
Repolho	317	20,790	Brócolos	14	3,3340
Abobrinha	81	20,410	Cará	9	1,480
Couve-flor	73	19,620	Rabanete	5	1,330
Inhame	74	19,360	Outras	505	77,671
TOTAL	9113	1428,170		989	223,867

Fonte: Cobbe & Jabuonski (1993)

A produção de hortaliças no Brasil, em 1997, foi de 12.782 mil toneladas<sup>1</sup> implicando que o crescimento anual entre 1987 e 1997 foi um pouco inferior a 2,5% ao ano, considerando-se as espécies olerícolas listadas na Tabela 7.

O melão apresenta uma área cultivada de 12.200 hectares no país, dos quais 9.800 estão localizados em cinco Estados do Nordeste com uma produção de cerca de 244 mil toneladas, portanto superior ao volume de produção esperado com base no crescimento médio das olerícolas observadas na Tabela 7. O crescimento da produção ocorreu com a expansão da cultura no semi-árido irrigado com os híbridos de melões amarelos como o Gold Mine, tanto para o mercado interno como para o mercado externo (Dias *et al.*, 1998). Este híbrido não foi desenvolvido para as condições do semi-árido e apesar de apresentar uma boa produtividade tem apresentado baixo teor de açúcar, uma das principais características de qualidade dos frutos de melão.

A melancia apresenta uma área de produção estimada ao redor de 70 mil hectares com um agronegócio estimado em cerca de R\$ 300 milhões anuais. O cultivo é disperso em vários Estados do país e, diferentemente do melão, não tem apresentado modificação no volume de produção ao longo dos últimos anos, tendo a produção baseada na cultivar Crimson Sweet, que foi desenvolvida para as condições dos Estados Unidos e em poucas cultivares outras, também americanas ou japonesas. Estudos recentes, no entanto, têm mostrado que o Nordeste brasileiro é um centro de diversidade secundário para a melancia (Romão, 1995), tendo-se encontrado uma grande variação genética para características de fruto e resistência a doenças (Dias,

<sup>1</sup>VILELA, N. J. (Embrapa Hortaliças, Brasília, DF). Comunicação pessoal, 1999.

1993; Ferreira, 1996; Souza *et al.*, 1999). É provável que a síntese de híbridos produtivos, com diferentes padrões de frutos e sem sementes possa influenciar o agronegócio da melancia no país.

O melhoramento de plantas desenvolveu uma grande quantidade de cultivares das principais olerícolas, como descrito por Giordano (1991). No caso das abóboras (*Cucurbita maxima*, *C. moschata* e *C. pepo*) foram desenvolvidas 13 cultivares em diversas instituições de pesquisa e desenvolvimento. O mesmo autor enumera 11 cultivares de alface (*Latuca sativa*) e 15 cultivares de batata, destacando as características de cada cultivar, especialmente resistência a doenças. Para a berinjela foram listados dois híbridos, sendo um bastante antigo, o F100 resistente a doenças e o híbrido Ciça, que apresenta maior amplitude de resistência a doenças. São citadas 15 cultivares de cebola, sendo seis da série IPA, atualmente Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. A cebola é produzida, principalmente nos Estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, perfazendo um total de aproximadamente 70 mil hectares.

Vale salientar, que o programa de melhoramento de cebola no IPA continua bastante ativo, sendo que no momento existe grande aceitação da cultivar de cebola IPA 10 que caracteriza-se por possuir bulbos roxos, boa conservação pós-colheita, resistência ao mal de sete voltas, causado pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* e alternaria, causado por *Alternaria porri* (Costa *et al.*, 1999). Os mesmos autores descrevem várias outras cultivares de cebola disponíveis e em processo de difusão pelo país. As cultivares de cebola criadas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária são mais produtivas, possuem bulbos que apresentam maior conservação pós-colheita, maior nível de resistência às doenças e às pragas presentes no Vale do São Francisco, além de serem mais adaptadas às condições de temperatura prevalentes nessa região (Costa *et al.*, 1999).

Quanto às brássicas, Giordano (1991) descreve quatro cultivares de brócolos, adaptadas a diferentes épocas de cultivo e resistentes à *Xanthomonas campestris*; 12 cultivares de couve-flor adaptadas a diferentes ambientes de cultivo, principalmente em temperaturas mais elevadas, como ocorre com a cultivar Vitória de Verão, que pode ser cultivada em temperaturas em torno de 28°C a 30°C, superiores às temperaturas que ocorrem nas áreas de cultivos das regiões Sul e Sudeste; e seis cultivares de repolho. Para o feijão vagem são mencionadas 11 cultivares, destacando-se principalmente a resistência a doenças como principal característica das mesmas. Também são listadas 13 cultivares de pepino, distintas em relação às várias características, porém, resistentes a doenças e 11 cultivares de pimentão resistentes às viroses.

No caso do tomate, são citadas 12 cultivares sendo a maioria pertencente ao grupo de tomate de mesa e duas cultivares destinadas ao mercado de processamento industrial. A característica marcante das cultivares de tomate também é a resistência a doenças da parte aérea e de solo.

Vale enfatizar, que as duas cultivares de tomate industrial mencionadas por Giordano (1991), são a IPA 5 e a IPA 6, desenvolvidas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, as quais chegaram a cobrir cerca de 60% da área cultivada de tomate no Vale do São Francisco, na década de 80 a 90 (Espinoza, 1991). Aliás, a

produção de tomate industrial no Vale do São Francisco com o emprego de cultivares específicas, adaptadas às condições ambientais da região, como, por exemplo, das cultivares IPA 5 e IPA 6, representa um exemplo significativo da contribuição do melhoramento de plantas no Brasil, pois a região chegou a produzir mais de 278 mil toneladas de frutos na década de 1980, das quais foram exportadas mais de 30 mil toneladas de polpa de tomate, o que gerou uma receita de exportação de cerca de US\$ 40 milhões no ano de 1988 (Espinoza, 1991). O exemplo do tomate industrial no Submédio São Francisco ilustra a contribuição do melhoramento de plantas no incremento da cadeia produtiva das olerícolas no país.

Quanto à cenoura, estão disponíveis no mercado cinco cultivares. Destas, vale destacar a cultivar Brasília, desenvolvida pela Embrapa Hortaliças e que apresenta resistência à requeima das folhas causada por *Alternaria dauci*. Como salientado por Vilela<sup>2</sup>, em 1998 a produção de cenoura no Brasil chegou a cerca de 720 mil toneladas, em consequência da difusão da cultivar Brasília, que proporcionou a redução do uso de agroquímicos, aumento de produtividade e da renda líquida dos produtores. A cultivar de cenoura Brasília permitiu também a implantação dessa olerícola em novos ambientes e, por conseguinte, eliminando a entressafra de produção e contribuindo ainda para a diminuição dos custos pagos pelos consumidores. Importante enfatizar que o incremento na produção de cenoura, com a disseminação da cultivar Brasília foi muito superior ao crescimento médio de olerícolas, estimado a partir da Tabela 7, situado em torno de 2,5% ao ano, pois representou um incremento ao redor de 10% ao ano, entre 1987 e 1998, demonstrando assim, uma grande contribuição do melhoramento genético para o crescimento da produção dessa olerícola no país.

O exemplo do tomate industrial no Vale do São Francisco também ilustra como o sucesso do melhoramento de plantas depende de muitos outros fatores que estão fora dos limites da propriedade, porque apesar do sucesso das cultivares de tomate IPA, no final da década de 1990 a cultura do tomate industrial nessa região começou a enfrentar sérios obstáculos ao seu desenvolvimento e até mesmo à sua manutenção, especialmente devido à concorrência com a produtividade da fruticultura tropical, que começava a despontar na região, passando a integrar uma cadeia produtiva já desenvolvida em outras regiões do país e resultando em um componente significativo do agronegócio brasileiro, inclusive contribuindo para que a cultura do tomate industrial se deslocasse para os cerrados brasileiros. Essa cadeia será discutida a seguir.

### 4.3 FRUTEIRAS

A cadeia produtiva da fruticultura representa uma parcela preponderante do agronegócio brasileiro. Como mostrado anteriormente (Tabela 2), a cadeia produtiva da fruticultura aliada à cadeia produtiva das olerícolas, resultará em uma cadeia produtiva de hortifruticultura de grande potencial econômico, já que ao acrescentar essa nova cadeia produtiva o valor deverá duplicar. Os dados da Tabela 2 ainda indicam os segmentos da cadeia produtiva que apresentam possibilidades de expansão para atender ao mercado interno, surgindo novas perspectivas para o uso de cultivares específicas, como no caso das frutas secas e das frutas em conserva, onde o Brasil é dependente do mercado externo, para o seu abastecimento.

<sup>2</sup>VILELA, N. J. (Embrapa Hortaliças, Brasília, DF). Comunicação pessoal, 1999.

O papel do melhoramento de plantas nessa cadeia se reveste de grande importância, apesar da dificuldade em desenvolver novas cultivares de plantas perenes, como ocorre com a maioria das fruteiras, embora algumas delas iniciem a frutificação em um período menor de tempo como ocorre com a acerola e o maracujá. O número de espécies agrupadas na cadeia produtiva da fruticultura, à semelhança das olerícolas, é bastante elevado. Assim, serão destacadas somente algumas espécies, a fim de exemplificar a contribuição do melhoramento de plantas na produção dessa cadeia produtiva.

A aceroleira (*Malpighia emarginata* DC) é uma fruteira que vem sendo cultivada no país, em uma área de cerca de 5 mil hectares distribuídos em vários Estados do país, seja em condições de chuva ou com irrigação (Gonzaga Neto, 1999). Os frutos são destinados ao processamento de polpa, fabricação de suco e para extração de vitamina C. Porém, não se dispõe de cultivares melhoradas, uma vez que os plantios foram feitos a partir de sementes provenientes dos campos de produção comercial. Contudo, recentemente foi criada a cultivar Sertaneja BRS 152, que apresenta produtividade de até 60 t ha<sup>-1</sup>, em condições irrigadas, com produção distribuída em seis a sete meses e um conteúdo de vitamina C superior a 1500 mg por 100 g de polpa (Gonzaga Neto, 1999). Quanto ao teor de vitamina C, Paiva *et al.* (1999) encontraram uma variabilidade expressiva em uma determinada população, chegando até 2.494 mg por 100 g de polpa.

O umbuzeiro (*Spondia tuberosa* Arr. Cam.) ocorre naturalmente na caatinga do Nordeste brasileiro (Giacometti, 1993), existindo uma ampla variabilidade genética nas populações naturais as quais são exploradas através do extrativismo para obtenção dos frutos, destinados à fabricação de sucos e processamento de polpa, sendo, geralmente, comercializados para consumo *in natura*. Santos *et al.* (1999) fizeram uma prospecção nas áreas de ocorrência da espécie, verificando grande variação em relação a alguns caracteres, especialmente para características do fruto. Destacaram-se os acessos coletados em Anagé e América Dourada no Estado da Bahia, com frutos, que em média, pesam 87 e 85 g, respectivamente. Os teores de sólidos solúveis foram superiores a 12,0°Brix. Os acessos coletados em Janaúba e Lontra no Estado de Minas Gerais também apresentaram frutos, que em média, pesam 85 e 96 g e teor de açúcar médio de 10,0°Brix. Esses acessos foram propagados vegetativamente e estão sendo avaliados no Banco de Germoplasma de Umbuzeiro *in vivo* da Embrapa Semi-Árido a fim de que alguns deles sejam liberados como cultivares para plantios comerciais que visem a produção de frutos para consumo *in natura* para serem comercializados à semelhança da ameixa.

A área de plantio comercial do abacaxi engloba cerca de 55 mil hectares, dos quais 83% estão concentrados nos Estados da Paraíba, Minas Gerais, Pará, Rio Grande do Norte, Bahia e Espírito Santo (Cabral *et al.*, 1999). As principais cultivares implantadas no Brasil foram introduzidas como a Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen e Española Roja, sendo que a primeira é a mais plantada no mundo. Em nosso país a cultivar mais utilizada é a Pérola, principalmente nos Estados do Nordeste. Como se observa, o número de cultivares é bastante limitado, tornando necessário a ampliação da base genética com a criação de novas cultivares. Entretanto, no caso das fruteiras perenes, em grande parte multiplicadas vegetativamente, acessos introduzidos têm constituído grande parte das cultivares utilizadas comercialmente.

No caso do abacaxi, além das cultivares introduzidas antigamente, recentemente chegou da China um acesso que caracteriza-se por apresentar frutinhos ou gomos facilmente separáveis, que no Instituto Agrônomo de Campinas-SP foi realizada a multiplicação e liberação de uma cultivar designada de IAC gomo-de-mel (Guimarães, 1999).

Outra fruteira tropical amplamente cultivada no Brasil é a banana. Em 1997 a área cultivada foi de cerca de 515 mil hectares, distribuídos em todo o país. Na região Sul, as cultivares Nanica e Nanicão representam cerca de 70% da área plantada, enquanto que no Nordeste, predominam as cultivares do grupo Prata enquanto na região Centro-Oeste predomina a cultivar Maçã. Várias cultivares são utilizadas no mercado interno, porém, foi introduzida a cultivar Grande Naine que tem apresentado uma boa produção, além de ser um tipo aceito no mercado externo. Atualmente, foi desenvolvida a cultivar Pioneira que está em processo de difusão (Silva *et al.*, 1999).

A mangueira ocupa uma área cultivada no Brasil de 57,1 mil hectares, dos quais 49,6% estão na região Sudeste e 42,3% na região Nordeste do Brasil, sendo que 88% dos frutos exportados, estimados em US\$ 28,7 milhões, provêm desta última região (Pinto & Ferreira, 1999). Os plantios comerciais dessa fruteira no país, são constituídos por 75% da cultivar Tommy Atkins, concentração esta ainda maior nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro. Todavia, esta cultivar foi desenvolvida para as condições da Flórida - EUA e introduzida no Brasil na década de 70 como também a cultivar Haden (Donadio, 1996). Observa-se que existe grande vulnerabilidade nos cultivos comerciais, uma vez que apenas duas cultivares são responsáveis por mais de 80% da cultura implantada no país, podendo ser dizimada por uma nova praga ou doença. Além deste aspecto, as duas cultivares apresentam suscetibilidade a doenças e são de difícil manejo, com vistas ao escalonamento da produção ao longo do ano, apresentando problemas quanto à regularidade da oferta do produto para o mercado consumidor. Portanto, torna-se necessário dispor de cultivares que floresçam em diferentes épocas do ano, inclusive em épocas de temperaturas mais elevadas como ocorre nos cultivos da região semi-árida.

A Embrapa Cerrados, localizada em Brasília, vem desenvolvendo um programa de melhoramento, o qual já disponibilizou duas cultivares de mangas, a Roxa Embrapa 141 e Alfa Embrapa 142, além de dispor de um grande número de combinações híbridas em processo de avaliação para a produção de novas cultivares que sejam resistentes aos principais estresses da cultura, bem como, apresentem melhor adaptação às condições de cultivo irrigado, principalmente no que se refere ao florescimento em diferentes épocas do ano, sem necessidade de utilização de fitohormônios reguladores. Existe grande variabilidade genética nos diversos Bancos de Germoplasma de Mangueiras, localizados em diversas partes do mundo, sendo que no Brasil já estão documentados mais de 400 acessos, embora exista a possibilidade de ocorrência de duplicatas, uma vez que grande parte das denominações dos acessos são feitas a partir dos nomes adotados pelos produtores (Pinto & Ferreira, 1999). O agronegócio da mangueira no Brasil, contudo, está fundamentado nas cultivares introduzidas.

A introdução de novas cultivares também causou grande impacto no agronegócio da maçã. No Brasil, no início da década de 70 a produção nacional era de 1.400 toneladas, tendo crescido substancialmente nas décadas de 80 e 90, chegando

em 1997, a cerca de 669 mil toneladas, sendo que 94% desta produção vem dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e o restante, dos Estados do Paraná e São Paulo (Borges Jr., 1998). O preço médio da tonelada de maçã, no período 1985-1995 foi de US\$ 994,2 (Maçã, 1998) indicando que o valor da produção brasileira está estimado em cerca de US\$ 630 milhões/ano.

No início da década de 70, quase toda a demanda nacional de maçã era importada, principalmente da Argentina, cujas cultivares apresentavam cores vistosas e aroma forte, porém, não apresentavam bom sabor. Posteriormente, foram introduzidas duas cultivares, a Gala de origem neozelandesa, mais preferida pelos europeus e a Fuji, de origem japonesa e mais preferida pelos americanos. Ambas tiveram grande aceitação dos consumidores brasileiros, embora possuam frutos de tamanhos menores e não apresentem as características das antigas cultivares de cor externa e aroma. Essas duas cultivares ocupam hoje cerca de 80% da área cultivada de maçã do país. A expansão da cultura também foi favorecida pelas práticas de conservação pós-colheita que permitem armazenar os frutos por até oito meses, em condições de atmosfera controlada (FNP Consultoria & Comércio, 1996).

O programa de melhoramento da maçã, com a introdução das cultivares Fuji e Gala, apresentou uma grande contribuição ao agronegócio brasileiro. Contudo, novas ações de melhoramento genético deverão ser realizadas visando encontrar fontes de resistência à mancha foliar causada por *Colletotrichum* sp. para a cultivar Gala e à podridão do fruto causada por *Botryosphaeria* sp. para a cultivar Fuji, pois são doenças que causam sérios prejuízos à produção de frutos das duas cultivares. Além das doenças mencionadas ocorrem doenças e pragas que atacam os porta-enxertos (Petri, 1998). O melhoramento deve considerar também os aspectos de cor externa dos frutos e aroma. A maçã necessita de temperaturas baixas durante o período de dormência, sendo que diferentes cultivares necessitam de 750 a 1.250 horas de frio abaixo de 7,2°C para apresentarem uma boa frutificação (Petri, 1976). A busca de clones com adaptação às exigências climáticas para a quebra de dormência sem o uso de fitorreguladores, deverá ser uma prioridade uma vez que a sociedade está cada vez mais exigente quanto à qualidade dos alimentos e às questões ambientais.

A contribuição do melhoramento para o agronegócio de fruteiras pode ser melhor exemplificada com a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). Para se ter uma idéia da importância da cultura, são mostrados dados de área colhida e dos rendimentos de castanha nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, os principais produtores de caju (Tabela 8).

A cadeia produtiva do caju é formada por uma grande quantidade de produtos (Paula Pessoa & Leite, 1998), destacando-se a castanha (o verdadeiro fruto) da qual se extraem a amêndoa da castanha do caju (ACC), o líquido da casca da castanha do caju (LCC) e o pseudofruto (o pedúnculo) que produz vários produtos, sendo o mais importante o suco. A exportação desses três produtos vem crescendo significativamente, desde o ano de 1990, chegando em 1996 ao valor de US\$ 171,7 milhões. Ainda, segundo os mesmos autores, a produção total da amêndoa, no ano agrícola 95/96, foi de 158.770 t. Levando-se em conta os valores dos segmentos agrícola, processamento e mercado chega-se a um valor total de US\$ 854,5 milhões (Paula Pessoa & Leite, 1998).

TABELA 8. Área colhida e rendimento de castanha de caju nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte no período de 1976 a 1996.

Ano	Ceará		Piauí		Rio Grande do Norte	
	Área ha	Rendimento kg ha <sup>-1</sup>	Área ha	Rendimento kg ha <sup>-1</sup>	Área ha	Rendimento kg ha <sup>-1</sup>
1976-79	81.120	592	11.026	356	34.495	246
1980-83	124.699	364	22.958	301	49.801	145
1984-87	223.152	231	86.349	325	56.517	125
1988	262.511	250	121.052	205	66.444	568
1989	263.221	222	159.517	189	91.940	514
1990	267.151	195	168.155	142	116.536	199
1991	295.719	257	192.155	224	128.800	441
1992	324.065	139	212.871	120	127.746	204
1993	327.474	68	233.106	128	128.724	78
1994	326.740	210	191.093	171	102.852	363
1995	332.882	243	201.324	234	113.293	318
1996	345.546	253	207.767	192	102.852	362

Fonte: Paula Pessoa & Leite (1998)

Com o avanço do programa de melhoramento foram desenvolvidos e avaliados clones (conjunto de indivíduos originados de um genótipo comum, por isto mesmo com as mesmas características genéticas) de cajueiro anão precoce, o que culminou com a recomendação da série de clones CCP (Clone de Cajueiro de Pacajus). Foram liberados os clones CCP 06, CCP 76 no ano de 1983 e CCP 09 e CCP 1001 no ano de 1987, todos do tipo anão precoce, para o plantio comercial (Barros *et al.*, 1984; Almeida *et al.*, 1993; Barros & Crisóstomo, 1995). Como consequência, a produtividade de castanha saltou de 214 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 8) para cerca de 1.200 kg ha<sup>-1</sup>, nos pomares que utilizam clones melhorados em cultivo de sequeiro. Constatou-se, entretanto, que a base genética desse material é estreita, como resultado do baixo número de plantas introduzidas, originadas de um único local, o Sítio Furnas, no município de Maranguape-CE (Barros *et al.*, 1999). Esta é uma situação indesejável não só pelas dificuldades para obtenção de novos ganhos com a seleção, mas também pelos riscos impostos pela vulnerabilidade genética. Para ampliar a base genética dos caracteres de interesse agroindustrial, a estratégia tem sido a introdução de novos genótipos, selecionados em plantios feitos por sementes assim como a seleção de plantas em populações segregantes, seguida da formação de novas populações, com a recombinação genética pelo método do policruzamento, além da hibridação artificial entre plantas superiores do tipo anão precoce (Barros & Crisóstomo, 1995).

Mais recentemente, tem-se dado atenção ao caju cultivado no ambiente irrigado, incluindo o aproveitamento, também, do pedúnculo para o consumo *in natura*. A seleção está orientada para plantas com características de porte baixo para facilitar a colheita manual; pedúnculo com boas características de coloração, sabor, textura, maior período de conservação, consistência e teor de tanino adequados às preferências do consumidor; castanha de tamanho e peso adequados ( $\geq 10$  g); facilidade de destaque do pedúnculo; rendimento ( $\geq 28\%$ ); facilidade na despeliculagem;

coloração dentro dos padrões internacionais; e amêndoas resistentes ao quebramento. Na fase de avaliação dos clones, recomenda-se testá-los tanto em condições irrigadas como de sequeiro e em diferentes ecossistemas. Os clones em avaliação apresentaram produtividade de pedúnculo variando entre 22,8 e 34,7 t por hectare, quando cultivados sob irrigação.

Assim, comparando-se a situação da cajucultura baseada em pomares comerciais, provenientes de mudas obtidas a partir de sementes com produtividade de castanha de caju um pouco acima de 200 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 8), com a produção de mais de uma tonelada de castanha dos clones melhorados em condições de sequeiro e de até três toneladas em condições irrigadas, pode-se avaliar a contribuição da liberação dos clones de cajueiros anões melhorados para o agronegócio brasileiro. Acrescente-se, ainda, o valor agregado que está sendo adicionado, utilizando-se os clones anões, com a exploração do pedúnculo para consumo *in natura* ou para a indústria de sucos. É, pois, o exemplo mais significativo na cadeia produtiva das fruteiras.

## 5. PERSPECTIVAS

A contribuição do melhoramento de plantas para a agricultura brasileira tem sido expressiva, como se detalhou nas seções anteriores. Contudo, deve-se fazer uma apreciação dos cenários que poderão ser esperados quanto a novas contribuições nessas ou em outras cadeias produtivas.

Vários aspectos necessitam ser enfocados para fundamentar as análises dos cenários. Em primeiro lugar deve-se levar em conta que a execução de programas de melhoramento de plantas no Brasil tem sido, e não existem indícios fortes que a situação vai mudar, uma atividade predominantemente do setor público, com algumas exceções como a soja e outras poucas culturas, onde existem empresas privadas que estão investindo no setor. Porém, com a aprovação da lei de proteção de cultivares no Brasil, poderá haver mudanças substanciais.

Por outro lado, as atividades de melhoramento necessitam, para que sejam alcançados resultados consistentes, que existam continuidade de ações, que sejam utilizados métodos de trabalho atualizados e que exista uma transferência de tecnologia apropriada. Entretanto, não se vislumbra que existam grandes mudanças na disponibilidade de recursos financeiros do setor público para apoiar a condução de programas de melhoramento de plantas. Assim sendo, deve-se otimizar os recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis.

O crescimento do número de melhoristas deverá seguir a tendência normal verificada nas duas últimas décadas, onde o setor público vem absorvendo alguns profissionais da área. Todavia, os melhoristas do setor público, especialmente de órgãos estaduais e federais de pesquisa, poderão aumentar a produtividade por meio de parcerias estratégicas com Universidades, especificamente com os professores dos cursos de Pós-Graduação da área de Melhoramento de Plantas e áreas afins, visando aprofundar conhecimentos básicos e aplicados, como por exemplo com o estudo de germoplasma e das potencialidades genéticas de novas populações segregantes.

No que tange ao uso de métodos atualizados, além de novos conhecimentos para modificação nos métodos de melhoramento clássicos aplicados às diversas espécies

de plantas, torna-se necessário um maior aprofundamento para os melhoristas no que se refere a área da Biologia Molecular e Biotecnologia porque estão sendo disponibilizadas novas ferramentas em programas de melhoramento de plantas, principalmente, no caso de plantas perenes. Os marcadores genéticos moleculares, por exemplo, têm sido extensivamente estudados em várias áreas de aplicação como a seleção de indivíduos resistentes a patógenos e em programas de pré-melhoramento que possibilitam a caracterização molecular de acessos de Bancos de Germoplasma; obtenção de coleções nucleares, identificação de grupos heteróticos entre outros. Ferreira & Grattapaglia (1998) fazem uma abordagem ampla da aplicação de técnicas moleculares em programas de melhoramento. As técnicas biotecnológicas também deverão ser empregadas em programas de recursos genéticos, inclusive na manutenção *in vitro* de germoplasma, no pré-melhoramento e no melhoramento. Poderão também serem utilizadas para a seleção *in vitro* de alguns fatores abióticos, como por exemplo, tolerância ao alumínio tóxico, chegando-se ao desenvolvimento de cultivares transgênicas, apesar da grande controvérsia que ainda ocorre no momento, pela falta de informação em algumas situações e, principalmente devido a grandes conflitos na disputa de potenciais mercados por empresas transnacionais. Assim, a biologia molecular deverá ter seu uso incrementado pelos melhoristas, necessitando para tal que se estabeleçam parcerias estratégicas entre os profissionais das diversas áreas afins.

A transferência dos produtos do melhoramento de plantas para os produtores também deverá ser objeto de análise, pois, além do processo normalmente estabelecido de produção de sementes e mudas pelo setor privado nacional para as espécies de reconhecido volume comercial, em áreas bem estabelecidas, a criação de novas formas de atendimento aos produtores, principalmente para a distribuição de novas cultivares, deverá ser intensificada, a exemplo da distribuição dos híbridos de milho tolerantes ao alumínio tóxico através de uma franquia rural da UNIMILHO, como descrito anteriormente por Ramalho & Vasconcellos (1993).

O perfil do melhorista também deverá ser objeto de mudanças, porque em um ambiente de escassez de recursos financeiros e de forte pressão da sociedade de produtores e consumidores, os quais exigem produtos adequados, deve-se buscar formas criativas para superar os obstáculos que, normalmente, surgem durante a execução das pesquisas. Em um estudo recente, Duvick (1999) analisa o perfil do melhorista para atuar no terceiro milênio. É abordada uma grande quantidade de atributos, porém, baseado em um levantamento que realizou entre melhoristas e especialistas de disciplinas relacionadas, destaca quatro qualidades primordiais: paciência e persistência, aliás a qualidade mais lembrada pelos entrevistados; habilidade interpessoal para estabelecer relacionamentos; espírito de liderança e vontade de trabalhar com afinco. Quanto aos conhecimentos Duvick (1999) destaca que as disciplinas a serem consideradas pelos melhoristas do futuro são a genética, a estatística e o melhoramento de plantas, seguidas por indicação de várias disciplinas como a entomologia, a fitopatologia, entre outras. Surpreendentemente, a familiarização com os recursos genéticos não recebeu prioridade na análise do autor. Acredita-se, contudo, que o melhorista do futuro deverá ter uma boa noção de como trabalhar com os recursos genéticos, especialmente para buscar a variabilidade

genética de que necessita. O profissional também deverá saber trabalhar em parceria, porque dificilmente um melhorista terá condições de desempenhar com eficiência e profundidade todas as disciplinas consideradas prioritárias para o profissional de melhoramento de plantas.

As cadeias produtivas deverão ser levadas em conta cada vez mais no estabelecimento das prioridades das ações em programas de melhoramento, pois, são tendências observadas pelos produtores e consumidores. Assim o melhoramento de grãos deverá liderar as ações nos cerrados brasileiros, por ser uma grande fronteira agrícola, sendo provável que haja aumento na demanda interna e externa. As olerícolas deverão ser trabalhadas com o objetivo de se ofertar produtos de alta qualidade a fim de que seja possível incrementar a produção tanto para o mercado interno como para exportação. É possível que a busca de cultivares resistentes a doenças e pragas seja crescente em todas as cadeias produtivas devido a grande consciência que está se formando no meio da sociedade pela preservação ambiental. A cadeia da fruticultura deverá continuar recebendo grande atenção dos produtores e consumidores, inclusive no semi-árido brasileiro, devido ao potencial de produção de frutos com qualidade, não só para o mercado interno como para a exportação. A busca por cultivares que sejam mais convenientes (sem sementes e de tamanhos adequados) e de boa aparência para a distribuição em supermercados que estão se tornando canais cada vez mais fortes, na distribuição de alimentos no país, deverá ser intensificada.

Os melhoristas devem fundamentar os seus programas de melhoramento nos Bancos de Germoplasma da espécie de interesse, pois existem muitos acessos disponíveis no Brasil (Wetzel & Bustamante, 1999) os quais começam a ser estudados em maior profundidade, pois, o pré-melhoramento está sendo realizado, ainda que em proporções reduzidas. Alguns exemplos podem ser citados. Queiróz *et al.* (1996) mostram que no manejo do Banco de Germoplasma de melancia vários caracteres de importância para o melhoramento da cultura foram identificados nos acessos das populações tradicionais coletadas no Nordeste brasileiro. Os genitores com características identificadas estão sendo cruzados com variedades comerciais e linhas avançadas para obtenção de populações segregantes para posterior seleção. Nass (1999) também relata o resultado de alguns programas de pré-melhoramento em milho, envolvendo o setor público e o setor privado mostrando que esses trabalhos estão tendo grande repercussão em programas de melhoramento de milho de vários países.

É importante ressaltar que uma vez realizado o pré-melhoramento para uma determinada espécie, a exploração da variabilidade genética passa a ser feita em uma escala muito maior. Talvez seja essa a forma de atrair o setor privado para participar do processo, porque o tempo até a liberação de uma nova cultivar fica bastante encurtado.

Apesar dos ganhos expressivos que já foram atingidos com a produção de grãos, nas duas últimas décadas, várias outras cadeias produtivas ainda não conseguiram sucesso semelhante, com exceção de uma ou outra espécie. No conjunto, olerícolas, fruteiras, forrageiras, florestais e medicinais apresentam um grande potencial para serem desenvolvidas nas cinco regiões brasileiras, considerando-se as características macroambientais das mesmas.

## 6. CONCLUSÕES

Observando-se os fatos expostos, verifica-se que a contribuição do melhoramento de plantas no Brasil tem sido muito significativa em várias espécies. Em particular, na cadeia produtiva de grãos, foi destacado como de grande contribuição ao país, o melhoramento da soja para baixas latitudes, com o desenvolvimento de várias cultivares que estão sendo utilizadas pelos produtores do Nordeste e Norte do país. Assim, foi possível incorporar grandes áreas dos cerrados brasileiros no cultivo da soja. Essa área poderá ser expandida, devido à grande extensão de cerrados ainda não cultivados, desde que exista uma demanda de grãos que justifique esse crescimento.

Na cadeia produtiva das olerícolas enfatizou-se a criação da cultivar de cenoura Brasília, que promoveu um aumento substancial na produção de raízes no país, como também mostrou uma taxa muito superior às taxas de crescimento de outras espécies olerícolas como expandiu a produção para novos ambientes possibilitando a oferta de raízes o ano inteiro. As cultivares de tomate industrial desenvolvidas para o cultivo no Submédio São Francisco, também representam contribuição significativa do melhoramento de plantas, porém, devido à grande competição com outras culturas mais rentáveis a mesma está sendo deslocada para os cerrados brasileiros, com maior capacidade de competição em termos de preços. Este exemplo mostra também que o enfoque do agronegócio é o que prevalece no estabelecimento e manutenção das atividades agrícolas, e que os melhoristas deverão estar atentos às mudanças que estão ocorrendo com a exploração das diversas espécies vegetais, inclusive nas novas oportunidades que poderão surgir para a produção de novas cultivares adaptadas aos novos ambientes no país. Aliás, o melhorista deverá ter uma visão de futuro para o estabelecimento das estratégias de melhoramento, pois as novas cultivares desenvolvidas sempre irão estar disponíveis para os produtores e consumidores muitos anos depois do início das pesquisas.

Na cadeia produtiva das fruteiras destacou-se a criação de clones melhorados de caju anão precoce, os quais estão permitindo um incremento de mais de três vezes na produção de castanhas em condições de chuva e de quase dez vezes na produção de castanhas em condições de irrigação. Ainda mais, estão permitindo o uso do pedúnculo para a produção de frutos *in natura* o que tem proporcionado um aumento substancial na rentabilidade da cultura, tornando-a muito atrativa dentro da cadeia de fruteiras irrigadas.

A receita das três cadeias produtivas foi substancialmente incrementada com a contribuição das espécies que conseguiram a liberação de cultivares melhoradas como ocorreu com a soja, o milho, a cenoura, o tomate industrial, a maçã e o caju, tiveram grande repercussão econômica na produção agrícola brasileira. Esse resultado demonstra a grande contribuição do melhoramento de plantas para o agronegócio brasileiro, representando também, um exemplo de um investimento de grande retorno tanto no setor público como no setor privado. É importante que se estabeleçam empresas de produção e distribuição de sementes e mudas das cultivares melhoradas para que os benefícios obtidos com a introdução e o desenvolvimento das novas cultivares possam chegar aos produtores e consumidores. Consolidar e expandir as ações da melhoria genética de plantas e da transferência dos produtos melhorados aos produtores e consumidores serão a base do desenvolvimento do agronegócio do país nas próximas décadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.I.L.; ARAÚJO, F.E.; LOPES, J.G.V. Evolução do cajueiro anão precoce na Estação Experimental de Pacajus, Ceará. Fortaleza: EPACE, 1993. 17p. (Documentos, 6)
- ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A. de S.; MIRANDA, M.A.C. de; CAMPELO, G.J. de A. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.41/47, 1980/1997.
- AUGUSTIN, E. Melhoramento do aspargo no Brasil: avanços e perspectivas. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, R.R. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- BACALTCHUK, B. Visão estratégica para a tricultura brasileira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1998. 22p. (Documentos 46).
- BARROS, L.M.; ARAÚJO, F.E.; ALMEIDA, J.I.L.; TEIXEIRA, L.M.S. A cultura do cajueiro anão. Fortaleza: EPACE, 1984. 67p. (Documentos, 3).
- BARROS, L.M.; CRISÓSTOMO, J.R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARAÚJO, J.P.P.; SILVA, V.V. Cajucultura: modernas técnicas de produção. Fortaleza: EMBRAPA, CNPAT, 1995. p.73-96.
- BARROS, L. de M.; PAIVA, J.R. de; CAVALCANTI, J.J.V. Recursos genéticos do cajueiro. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- BORÉM, A. Melhoramento de plantas. 2.ed. Viçosa: UFV, 1998. 453p.
- BORÉM, A. (Ed.) Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 1999. 817p.
- BORGES JR., L. Mercado atual e perspectivas para a maçã. In: REUNIÃO SOBRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO INGRADA DA MACIEIRA NO BRASIL, 1., Bento Gonçalves, 1998. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. p.3-5.
- BRANDÃO, G.E.; MEDEIROS, J.X. de. Programa de C & T para o desenvolvimento do agronegócio: CNPq. In: CALDAS, R. de A.; PINHEIRO, L.E.L.; MEDEIROS, J.X. de; MIZUTA, K.; GAMA, G.B.M.N. da; CUNHA, P. R.D.L.; KUABARA, M.Y.; BLUMENSCHNEIN, A. (Ed.) Agronegócio brasileiro: ciência, tecnologia e competitividade. Brasília: CNPq, 1998. p.11-25.
- CABRAL, J.R.S.; SOUZA, J. da S.; FERREIRA, F.R. Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, R. R. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- CAMPELO, G.J. de A.; KIIHL, R.A. de S.; ALMEIDA, L.A. de. Características agrônômicas e morfológicas das cultivares de soja desenvolvidas para as regiões de baixas latitudes. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- CASTRO, A.A.J.F. Características da vegetação do Meio-Norte. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADOS DO MEIO-NORTE, Teresina, 1997. Anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1997. p.45-56.
- CASTRO. A.M.G. de; LIMA, S.M.V.; GOEDERT, W.J.; FREITAS FILHO, A. de; VASCONCELOS, J.R.P. (Ed.) Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa, SPI; Embrapa, DPD, 1998. 564p.
- COBBE, R.V.; JABUONSKY, R.E. A importância econômica e social das plantas olerícolas. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Potafós, 1993. p.1-14.
- COSTA, N.D.; CANDEIA, J.A.; ARAÚJO, M. de T. Importância econômica e melhoramento genético da cebola no Nordeste do Brasil. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- COSTA, S.N. da. Interação cultivares de milho (*Zea mays* L.) x anos x localidades nos Estados do Piauí e Maranhão-Brasil. Piracicaba: ESALQ/USP, 1976. 82p. Dissertação, Mestrado.
- COSTA, T.S. da; ASSIS, J.S. de. Aplicação do cloreto de mepiquat para a antecipação do ciclo produtivo da mangueira Tommy Atkins. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNEB, 3., Salvador, 1999. Anais. Salvador: UNEB, 1999. p.39-40.
- DIAS, M. de S. Transferência de genes de variedades de dia longo para variedades de dia curto em cebola. Relatório Científico do Depto. de Genética, Piracicaba, p.46, 1970.

- DIAS, M. de S.; QUEIRÓZ, M.A. de; COSTA, C.P. da; WANDERLEY, L.J. da G.; SANTOS, M.A.C. dos; YOKOYAMA, S.; LIMA, D.T. de. Ensaio de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) visando industrialização. *Revista de Olericultura*, v.13, 1973. p.42-44.
- DIAS, R. de C.S. Características fisiológicas de *Didymella bryoniae* (Auersw) Rehm e fontes de resistência em melancia (*Citrullus lanatus*) (Thunb) Mansf. Recife: UFRPE, 1993. 143p. Dissertação, Mestrado.
- DIAS, R. de C.S.; COSTA, N.D.; CERDAN, C.; SILVA, P.C.G. da; QUIERÓZ, M.A. de; OLIVEIRA, F.Z. de; LEITE, L.A. de S.; PAULA PESSOA, P.F.A. de; TERAPO, D.A cadeia produtiva do melão no Nordeste. In: CASTRO, A.M.G. de; LIMA, S.M.V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A. de; VASCONCELOS, J.R.P. (Ed.) *Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica*. Brasília: Embrapa, SPI; Embrapa, DPD, 1998. p.441-494.
- DONADIO, L.C. Variedades brasileiras de manga. São Paulo: Fundação Ed. da UNESP, 1996. 74p.
- DUVICK, D. The profile of a plant breeder for the third millennium. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M.P.; SAKIYAMA, N.S. (Ed.) *Plant breeding in the turn of the millennium*. Viçosa: UFV, 1999. p.133-182.
- ESPINOZA, W. Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco. Brasília: IICA, 1991. 301p.
- FELDMAN, M. Wheats. In: SIMMONDS, N.W. (Ed.) *Evolution of crop plants*. London: Longman, 1976. p.120-128.
- FERNANDES, M.S. A cadeia produtiva da fruticultura. In: CALDAS, R. de A.; PINHEIRO, L.E.L.; MEDEIROS, J. X. de; MIZUTA, K.; GAMA, G.B.M.N. da; CUNHA, P.R.D.L.; KUABARA, M.Y.; BLUMENSCHHEIN, A. (Ed.) *Agronegócio brasileiro: ciência, tecnologia e competitividade*. Brasília: CNPq, 1998. p.201-214.
- FERREIRA, M.A.J. da F. Análise dialéctica em melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf. Jaboticabal: UNESP, FCAVJ, 1996. 83p. Dissertação, Mestrado.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. *Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética*. 3. ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998. 220p.
- FLORI, J.E. Avaliação da pupunha inerme no Vale do São Francisco. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.) *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro*. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>.
- FNP Consultoria & Comércio. *Maça: tortas alemãs com fruta nossa; Agrianual*. São Paulo, 1996. p.259-267.
- FORNASIERI FILHO, D. *A cultura do milho*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.
- FROTA, A.B.; CAMPELO, G.J. de A. Evolução e perspectivas da produção de soja na região Meio Norte do Brasil. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro*. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>.
- GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., Cruz das Almas, 1992. Anais. Cruz das Almas: EMBRAPA, CNPMP, 1993. p.13-27.
- GIORDANO, L. de B. Cultivares de hortaliças desenvolvidas pela pesquisa nacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31., Belo Horizonte, 1991. *Palestras*. Belo Horizonte: EMATER-MG, 1991. p.119-156.
- GONZAGA NETO, L. Melhoramento genético da aceroleira na Embrapa Semi-Árido. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro*. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpatsa.embrapa.br>
- GUIMARÃES, O. Abacaxi: doçura em gomos. *Globo Rural*, v.14, 1999. p.8-10.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. de. *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa University Press, 1988. 468p.
- ISSARAKRAISILA, M.; CONSIDINE, J. Effects of temperature on microsporogenesis and pollen viability in mango cv. Kensington Pride. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 4., Miami Beach, 1992. *Abstracts*. Miami Beach: University of Florida, 1992. p.64.
- JENSEN, N.F. Limits to growth in world food production. *Science*, n.201, p.317-320, 1978.
- LEITE, M. da C. Novas fronteiras de produção e o intermodal de transporte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. *Anais*. Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.51-58.
- MAGNAVACA, R.; GAMA, E.E.G. e; BAHIA FILHO, A.F.C.; FERNANDES, F.T. Obtenção de híbridos de milho com tolerância à toxidez de alumínio. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. *Relatório Técnico Anual: 1985-1987*. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 1991. p.40.
- MILACH, S.C.K. Marcadores de DNA. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, v.1, p.14-17, 1998.
- MOHR, H. C. Watermelon breeding. In: BASSET, M. J. (Ed.) *Breeding vegetable crops*. Westport: AVI, 1986. p.37-66.

- NASS, L.L. Pré-melhoramento em milho (*Zea mays* L.). In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, 2., Brasília, 1999. Anais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. /CD-ROM/
- PAIVA, J.R. de; ALVES, R.E.; BARROS, L. de M. Melhoramento genético da acerola (*Malpighia emarginata* DC) na Embrapa Agroindústria Tropical. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpsa.embrapa.br>.
- PATERNIANI, E. Plant breeding contributions in Brazil: history and perspectives. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M.P.; SAKIYAMA, N.S. (Ed.) **Plant breeding in the turn of the millennium**. Viçosa: UFV, 1999. p.355-379.
- PAULA PESSOA, P.F.A. de; LEITE, L.A. de S. Cadeia produtiva do caju: subsídios para pesquisa e desenvolvimento. In: CASTRO, A.M.G. de; LIMA, S.M.V.; GOEDERT, W.J.; FREITAS FILHO, A. de; VASCONCELOS, J.R.P. (Ed.) **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica**. Brasília: Embrapa, SPI; Embrapa, DPD, 1998. p.275-301.
- PELOSO, M.J. del; YOKOYAMA, L.P.; PEREIRA, P.A.A. Situação atual da cultura do feijão no Brasil. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.) **Tecnologia da produção do feijão Irrigado**. Piracicaba: Publique, 1997. p.135-139.
- PEREIRA, P.A.A. A cultura do feijão no Brasil: situação atual e perspectivas. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.) **Feijão irrigado**. Piracicaba: Publique, 1999. p.1-8.
- PETRI, J.L. Desafios da pesquisa na produção integrada de maçã. In: REUNIÃO SOBRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO INTEGRADA DA MACIEIRA NO BRASIL, 1., Bento Gonçalves, 1998. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. p.1-2.
- PETRI, J.L. Efeitos do tipo e concentração de óleo mineral em combinação com DNOC na quebra da dormência da cultivar de macieira Golden Delicious (*Malus domestica*, Bork). Pelotas: UFPel, 1976. 54p. Dissertação, Mestrado.
- PINTO, A.C. de Q.; FERREIRA, F.R. Recursos genéticos e melhoramento de manga no Brasil. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpsa.embrapa.br>.
- POEHLMAN, J.M.; BORTHAKUR, D. **Breeding Asian field crops**. New Delhi: Oxford & IBH Publishing, 1969. 385p.
- QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpsa.embrapa.br>.
- QUEIRÓZ, M.A. de; ROMÃO, R.L.; DIAS, R. de C.S.; ASSIS, J.G.A. de; BORGES, R.M.E.; FERREIRA, M.A.J. da F.; RAMOS, S.R.R.; COSTA, M.S.V.; MOURA, M. da C.C.L. Watermelon germplasm bank for northeast of Brazil, an integrated approach. In: EUCARPIA MEETING ON CUCURBIT GENETICS AND BREEDING, 6., Málaga, 1996. **Cucurbits Towards 2000; proceedings**. Málaga: European Association for Research on Plant Breeding; Estación Experimental La Mayora, C.S.I.C., 1996. p. 97-103.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 2.ed. São Paulo: Globo, 1990. 359p.
- RAMALHO, J.H.; VASCONCELLOS, J.H. Difusão e transferência de tecnologia do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1993. p.281-292.
- ROMÃO, R.L. Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai em três regiões do Nordeste brasileiro. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 75p. Dissertação, Mestrado.
- SANTOS, C.A.F.; NASCIMENTO, C.E. de S.; OLIVEIRA, M.C. de. Recursos genéticos do umbuzeiro: preservação, utilização e abordagem metodológica. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R. R. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpsa.embrapa.br>.
- SEDYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.487-533.
- SILVA, S. de O. e; ALVES, E.J.; CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A. P. de; JESUS, S.C. de. Variabilidade genética e melhoramento de bananeira. In: QUEIRÓZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. <http://www.cpsa.embrapa.br>.
- SILVEIRA, M. R. Agribusiness: a ordem é inovar. **Empreendedor**, São Paulo, v. 4, n.37, 1997. p.38-39.
- SIMMONDS, N.W. **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1976. 339p.

- SOUSA, C.N.A. de. **Relação das cultivares comerciais de trigo no Brasil de 1922 a 1997**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. 46p. (Documentos 39).
- SOUZA, F. de F.; QUEIRÓZ, M.A. de; DIAS, R. de C.S. Melancia sem sementes: desenvolvimento e avaliação de híbridos triplóides experimentais de melancia. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, v.2, 1999. p. 90-95.
- SOUZA, S. O. de; ASSIS, J.S. de. Aplicação do cloreto de mepiquat para a antecipação do ciclo produtivo da mangueira Haden. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNEB, 3., Salvador, 1999. *Anais*. Salvador: UNEB, 1999. p.37-38.
- WETZEL, M.M.V. da S.; BUSTAMANTE, P.G. **Diretório de recursos genéticos**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. 140p.