



**Marcos A. Machado**  
Laboratório de biotecnologia em Citros  
Centro de Citricultura Sylvio Moreira  
Instituto de Citricultura Sylvio Moreira  
Instituto Agronômico de Campinas

# BIOTECNOLOGIA NA CITRICULTURA

*A citricultura brasileira pode ser considerada uma das mais competitivas e importantes atividades agroindustriais do Brasil. A baixa produtividade média e as altas tarifas protecionistas dos mercados importadores do suco brasileiro, como é o caso do mercado americano, apontam necessariamente para um aumento de produtividade como opção do setor. Apesar do volume da produção brasileira, o setor ainda é capaz de absorver tecnologia, e necessita ter opção de renovação, principalmente de material genético superior. Nesse sentido, a biotecnologia representa uma ferramenta valiosa para incrementar ganhos de produtividade e vem sendo utilizada em vários núcleos de pesquisa no Brasil. Atualmente, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agronômico de Campinas (Secretaria de Agricultura de São Paulo), com envolvimento exclusivo com citros em todos seus aspectos, congrega projetos significativos na área de melhoramento e biotecnologia, com forte apoio do Ministério de Ciência e Tecnologia (CNPq, PADCT, RHAE e PRONEX), FAPESP e iniciativa privada.*

Brasil e Flórida continuam sendo as duas principais áreas fornecedoras de fruta para a produção de suco concentrado, principalmente a partir de laranja doce. O Brasil responde por mais da metade (1.146,9 mil toneladas) do volume mundial de suco concentrado (61º Brix), que em 1994 alcançou o volume de 2.138,5 mil toneladas.

Sendo uma das mais típicas atividades agroindustriais no Brasil em um setor altamente articulado, a citricultura responde por um faturamento variável anual da ordem de 1,5 bilhão de US\$, centralizando-se principalmente em suco concentrado e subprodutos. No Estado de São Paulo, é responsável direto por 400.000 empregos em 204 municípios, envolvendo 20.000 produtores.

O setor de suco concentrado conta atualmente com 22 indústrias (2 em instalação), com um total de 994 extratoras (97 fora de São Paulo). Com uma área aproximada de 630.200ha em São Paulo, a citricultura tem 164 milhões de plantas e produção anual da ordem de 374 milhões de caixas

(40,8kg), distribuídas entre a indústria (71,5%), consumo interno de fruta fresca (28,0%) e a exportação (0,5%).

No biênio 95/96, os principais importadores do suco brasileiro foram a União Européia (68,8%), América do Norte (18,5%), Ásia (9,5%) e outros países (3,2%). O Estado de São Paulo participa com 96,4% do volume total exportado.

A produção mundial de citros no biênio 95/96 deve atingir um novo recorde de 80 milhões de toneladas, com um aumento de 3% em relação ao biênio anterior, atribuído principalmente ao aumento da produção brasileira, após a queda de 94/95. Avalia-se que nesse período houve um aumento de 18% da produção nacional. Do total mundial, 66% representa laranja doce, com o Brasil respondendo por 30% da produção mundial, cerca de 16,1t. A participação brasileira no mercado mundial de frutas frescas é pequena (menos que 2%), porém o mercado interno tem se tornado um grande consumidor de fruta fresca, competindo com a indústria.

Embora as condições

edafoclimáticas favoreçam a cultura dos citros em várias regiões do Brasil, nossa produtividade média ainda é extremamente baixa, quando comparada com outros países: em torno de 2,0 caixas/planta/ano, contra 6,0 na Flórida, a principal região competidora do Brasil. O aumento de produção nos últimos 20 anos explica-se essencialmente por um aumento de áreas de plantio. De 1975 a 1993, houve um incremento de 147% de novos plantios.

Avaliações atualizadas apontam para uma estabilização da demanda com simultâneo aumento de oferta, o que inevitavelmente se refletirá nos preços e, por conseguinte, na competitividade do citricultor. Em função dessas perspectivas e da tradicional baixa produtividade brasileira, a palavra de ordem para a citricultura do ano 2000 é PRODUTIVIDADE.

Vários são os componentes envolvidos com a produtividade, podendo de modo geral ser agrupados em fatores relacionados com a qualidade do material genético das plantas e sua sanidade, e com o manejo da cultura, incluindo condução e pós-colheita.

A necessidade de ampliação das bases genéticas atuais dos citros, assim como a potencialização de germoplasma já existente, impõe a necessidade de desenvolver programas de melhoramento. No entanto, as dificuldades de se conduzir programas tradicionais de melhoramento, principalmente face à própria botânica desse grupo de plantas, são enormes. Nesse contexto, a biotecnologia em seus vários aspectos pode contribuir no ganho ou potencialização de características desejáveis.

### POR QUE BIOTECNOLOGIA EM CITROS?

Os programas tradicionais de melhoramento de citros foram conduzidos quase exclusivamente nos Estados Unidos, sendo significativamente representados pelos trabalhos de W.T. Swingle com obtenção de vários híbridos interespecíficos. No Brasil, o melhoramento de citros foi sempre muito mais uma atividade de coleta, manutenção e seleção massal de variantes espontâneos. As evidências apontam mais para fatores de ordem botânica, como poliembrionia e longo período juvenil, que de outra natureza, para o baixo aproveitamento do potencial genético que essas espécies de citros e correlatos apresentam.

Os citros apresentam uma diversidade muito grande de gêneros, espécies, variedades e clones. No entanto,

um número relativamente pequeno é utilizado nos atuais plantios comerciais, não sem algumas razões botânicas e históricas. Como espécies de propagação quase exclusivamente vegetativa, os citros tiveram na seleção massal a via mais rápida de melhoramento, principalmente devido ao fato de apresentarem uma elevada taxa de mutações somáticas promovendo o aparecimento de novas variedades e, eventualmente, a reversão à variedade anterior.

Programas tradicionais de melhoramento genético via hibridação e seleção recorrente sempre esbarraram em obstáculos característicos desse grupo de plantas. Entre os fatores relacionados com as **características botânicas e genéticas da espécie**, poderiam ser citados:

- **são plantas lenhosas perenes com longo período juvenil.** Como conseqüência, demoram muito para florescer, de modo que a obtenção de gerações F1 e F2 pode demorar acima de trinta anos;

- **apresentam alta variabilidade genética.** Dos cruzamentos, resultam indivíduos bastante distintos entre si e dos pais, isto é, ocorre segregação de quase todas as características desejadas;

- **apresentam poliembrionia nucelar**, dificultando sobremaneira a distinção entre indivíduos híbridos e nucleares (não híbridos);

- **podem desenvolver muta-**

**ções espontâneas de gemas**, originando novos cultivares;

- **herança quantitativa** das principais características de interesse. Relacionados à **cultura dos citros**, poderiam ser mencionados:

- **a planta no campo não é uma única planta**, porém duas, constituídas da copa e porta-enxerto (sistema radicular), quase sempre de espécies diferentes;

- **o caráter monoclonal do plantio**, isto é, a utilização de alguns poucos clones por variedade, tanto de copa como de porta-enxerto, com redução acentuada do componente variabilidade genética, importante na manutenção do equilíbrio com os fatores bióticos e abióticos;

- **o caráter perene** que tornam os citros plantas com interação mais constante com fatores bióticos (pragas/microrganismos/vírus/viróides) e abióticos. Os fatores relacionados acima fazem com que qualquer programa de melhoramento genético seja realmente um desafio a gerações de melhoristas. Senão vejamos:

- **a longa juvenildade** estende os programas a mais de 30 anos de duração;

- **a alta taxa de segregação genética** obriga a muitos, onerosos e demorados testes com os sem-número de indivíduos resultantes dos cruzamentos;

- **alterações espontâneas de gemas**, por ser um processo aparente-



Foto: Eugênio Pacceff

mente ao acaso, pode alterar no tempo todo o trabalho do melhoramento;

- **poliembrião nucelar** torna bastante difícil a separação dos indivíduos resultantes de cruzamento daqueles que são propagação vegetativa da planta-mãe. Evidentemente que tais problemas ocorrem tanto em espécies de porta-enxerto quanto em espécies de copa. Desnecessário ressaltar os riscos que os plantios monoclonais/monoespecíficos estão sujeitos, vis-à-vis problemas como a tristeza e outras viroses/viróides, o declínio, a clorose variegada dos citros (CVC), pragas como os ácaros e insetos etc.

### COMO APLICAR BIOTECNOLOGIA EM CITRICULTURA?

Fica evidente que a decisão de qual método de melhoramento será adotado deve sempre levar em consideração as características acima relacionadas. Do mesmo modo que como aplicar a biotecnologia dependerá do programa a ser executado e em que

fase de desenvolvimento ele se encontra. Considerando essas barreiras ao melhoramento dos citros e a disponibilidade de novos métodos e técnicas auxiliando a superá-las, os maiores impactos de uso de biotecnologia seriam:

- na redução dos ciclos de seleção: o uso de marcadores bioquímicos e moleculares correlacionados às características importantes possibilitará a seleção precoce, ao estágio de plântulas, reduzindo assim o número de progênes a serem testadas em trabalhos de hibridação;

- na potencialização da variabilidade genética: programas de hibridação (sexual e/ou somática) interespecífica e intergenérica devem ser continuados, apoiados principalmente em marcadores genéticos de maior facilidade de identificação, como os bioquímicos e moleculares;

- no estabelecimento de multiplicação clonal rápida: a seleção e a multiplicação de porta-enxertos em áreas sob intensa pressão de seleção (como

em pomares com declínio, por exemplo) podem ser bastante facilitadas com a aplicação de micropropagação para produção de mudas em escala mais rápida e em maior volume para continuidade de testes de avaliação, assim como para produção comercial de porta-enxertos.

- na recuperação de clones superiores: o acúmulo de patógenos sistêmicos de lenta expressão, como os vírus, torna a senescência clonal um fato inevitável em plantas perenes de propagação vegetativa, exigindo métodos de limpeza clonal acompanhados de indexação, de modo a monitorar constantemente o grau de infecção nesses clones.

- no estabelecimento de testes mais rápidos para diagnóstico: mesmo com o avanço de técnicas de diagnóstico utilizando-se plantas indicadoras, é evidente a necessidade de acelerar a indexação com métodos mais rápidos como imunodiagnóstico e/ou sondas moleculares.

## ONDE A BIOTECNOLOGIA ESTÁ SENDO APLICADA NA CITRICULTURA?

O Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agrônomo, da Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, é um pioneiro no projeto de interiorização da pesquisa, permitindo ao seu usuário o acesso mais rápido à informação, ao mesmo tempo em que coloca o pesquisador mais perto da demanda de pesquisa. Há mais de duas décadas, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira (ex-Estação Experimental de Limeira) vem desenvolvendo trabalho em parceria com a iniciativa privada e, mais intensamente, nos últimos cinco anos, quando da instalação e operacionalização do laboratório de biotecnologia em citros. O êxito desse trabalho demonstrou a necessidade de interiorização da pesquisa. Sua criação foi mais um desafio vencido pelo Instituto Agrônomo, que vem em processo crescente de modernização, visualizando novas conquistas para o produtor ainda neste século em todas as suas áreas de atuação.

Com mais de 65 anos de experiência acumulada em pesquisa, divulgação, prestação de serviços e formação de pesquisadores, além de centenas de trabalhos científicos publicados no Brasil e no exterior, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agrônomo, é considerado centro de referência em pesquisa citrícola.

Face às dificuldades inerentes à genética e botânica do grupo, a biotecnologia representa uma ferramenta valiosa para acelerar ganhos em programas de melhoramento. Procurando se adequar às necessidades atuais de pesquisa e desenvolvimento em citricultura, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agrônomo de Campinas, situado em Cordeirópolis/SP, tem atuado em várias frentes da biotecnologia. Em apoio direto ao melhoramento, o programa de biotecnologia envolve as principais linhas de

pesquisa:

- Marcadores moleculares (RAPD, RFLP, AFLP e microssatélites) para caracterização/proteção varietal e mapeamento genético;

- Produção de novas combinações híbridas de porta-enxertos;

- Desenvolvimento de sistemas mais eficientes de diagnóstico de patógenos;

- Biologia molecular de patógenos importantes, como o vírus da tristeza dos citros e a bactéria da CVC;

- Micropropagação de porta-enxertos in vitro;

- Cultura e fusão de protoplastos para produção de híbridos somáticos, principalmente porta-enxertos;

- Desenvolvimento de técnicas de isolamento de genes de interesse agrônomo, principalmente o 'mRNA display'.

Ao lado do Instituto Agrônomo de Campinas, através do Centro de Citricultura, outras importantes instituições que atuam com biotecnologia em citros no Brasil são: a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (ESALQ) e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da USP, em Piracicaba/SP; a UNESP, em Botucatu e Jaboticabal; a UNICAMP; o Instituto Biológico de São Paulo e a Embrapa, em Cruz das Almas (BA).