



# Informativo Centro de Citricultura

Cordeirópolis, Janeiro de 2008 • Número 152

## Resistência às doenças: uma solução para a citricultura

Além de ser a mais competitiva do mundo, a citricultura brasileira também é conhecida pelas inúmeras pragas e doenças que constantemente ameaçam seu parque agrícola. Sempre que se escreve sobre a história da citricultura, particularmente no Estado de São Paulo, um capítulo especial é reservado para os desafios de ordem biótica. São tão importantes, que muitas vezes se esquece que os fatores de ordem abiótica, como deficiência hídrica e desordens nutricionais, podem ser tão ou mais severos na limitação da produção.

No entanto, quando se observa o atual quadro de severidade de doenças cada vez mais limitantes, muitos participantes desinformados do setor se perguntam: porque não fazemos melhoramento? É óbvio que essa questão esconde um profundo desconhecimento do que foi feito na citricultura paulista para que ela pudesse se estabelecer nos moldes atuais. Dentre os fatores que explicam em muito a atual citricultura estão dois fatores decisivos: a demanda externa por suco concentrado, fomentando a atividade no interior do Estado, e a existência de pacotes tecnológicos que apoiaram essa expansão. Pacotes tecnológicos derivados essencialmente das atividades de melhoramento.

Evidentemente que o melhoramento de citros não pode ser visto com a mesma dinâmica do melhoramento de plantas anuais. Afinal, os citros são plantas lenhosas, perenes, exóticas no Brasil, têm problemas de poliembrionia nucelar adventícia e são altamente heterozigotas. Por outro lado, existem problemas conceituais do que é melhoramento, principalmente no setor de produção. Quando não é “trabalho de longo prazo para instituições públicas de pesquisa”, torna-se a “panacéia que solucionará

todos os problemas a curtíssimo prazo”. O fato é que melhoramento de citros é uma atividade desafiante e exige a existência de equipes multidisciplinares e continuidade de trabalho.

Existem diferentes maneiras de se chegar a novas variedades de citros (ver esquema). A primeira delas é através da *seleção massal* de plantas no campo. É sabido que os citros têm alta taxa de mutação somática, fazendo com que uma variedade estabelecida origine uma nova, que normalmente é selecionada pelo próprio produtor. Às vezes esse material é multiplicado e difundido entre os produtores, mas na maioria delas ele se perde. Quase todas as variedades de laranja utilizadas atualmente na citricultura brasileira e mundial tiveram essa origem. Essa estratégia depende da capacidade de observação de quem seleciona e de sorte de

selecionar algo interessante. Grande parte do Banco Ativo de Germoplasma de Citros (BAG Citros) do Centro de Citricultura foi estabelecido desse modo.

A maneira mais consistente de conduzir um programa de melhoramento de citros é focalizar em *técnicas de melhoramento e genética* que, embora possam parecer de longo prazo, fornecem informações que permitem avançar o programa. A principal questão aqui é aonde se chegar com tal abordagem. Reconhecendo que é um programa de médio a longo prazo, o melhoramento genético, além de propiciar a criação de variabilidade genética com amplas possibilidades de produzir novas variedades comerciais, amplia sobremaneira o conhecimento sobre as espécies e variedades em estudo.

(Continua na página 3)



## Editorial

### 2008: 80 anos do Centro

No dia 21 de março de 1928, através do Decreto 4395 publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo, foi fundada a Estação de Citricultura em uma gleba cedida pelo Município de Limeira, distrito de Cordeiro. Até o ano de 1931 a estação experimental ficou vinculada ao Serviço de Citricultura do Estado, quando foi então transferida definitivamente para o Instituto Agrônômico, sendo desde então, parte integrante dessa instituição. Portanto, são 80 anos de serviços dedicados à citricultura brasileira.

Nesse período, muita história de competência técnico-científica, transferência de tecnologia e inserção na cadeia desse agronegócio foi aqui escrita. Ficou claro que um Centro de produto não pode estar desvinculado de sua cadeia, que o orienta e reorienta demandando pesquisa, tecnologia e resultados. Ficou claro também que a história do todo é feita pela história de pessoas que aqui dedicaram suas vidas profissionais, sempre procurando o melhor nas suas condições.

Desnecessário relacionar o enorme trabalho de melhoramento e sistemas de manejo de citros aqui conduzidos, que foram decisivos quando o Brasil iniciou sua liderança em citricultura. Sem a tecnologia aqui gerada, a atual citricultura não estaria na situação que alcançou no cenário internacional.

No entanto, os tempos mudaram desafiando as instituições de P&D a adotarem novas posturas frente aos desafios impostos, sob o risco de serem deixadas de lado no processo de geração de conhecimento e tecnologia. O Centro tem procurado se ajustar a essas novas demandas, mantendo liderança em áreas estratégicas da citricultura, como melhoramento e biotecnologia.

Embora seja razão para comemorações, os 80 anos do Centro devem servir como reflexão do que queremos ser para os próximos anos. Nesse sentido, deve ser destacado que o Centro é parte de um sistema de inovação tecnológica que tem no apoio público sua principal fonte de manutenção. Entretanto, o setor público tem se mostrado cada vez mais reticente na continuidade dessa função, seja na forma direta seja indiretamente através do sucateamento de suas instituições.

Desse modo, ao longo de 2008 reflexões sobre o papel do Centro de Citricultura serão constantemente abordadas nesse espaço, procurando assim estimular a discussão sobre qual instituição queremos nos tornar no futuro cada vez mais próximo.

## Notas

### Centro de Citricultura no Plant and Animal Genome Conference

Na XVI Conferência sobre Genoma de Plantas e Animais, ocorrida de 12 a 16 de janeiro, em San Diego, Califórnia, onde foram apresentados 23 pôsteres e cinco palestras sobre citros. O Centro de Citricultura teve participação em vários trabalhos apresentados, sendo dez pôsteres e uma palestra, proferida pelo pesquisador Marcos A. Machado sobre características e ferramentas do banco de dados do CitEST. Na oportunidade foi apresentado também o fascículo especial da revista *Genetics and Molecular Biology*, com os trabalhos de anotação do genoma de citros.

### Consórcio Internacional do Genoma Citros

No dia 18 de janeiro ocorreu a reunião do Consórcio Internacional do Genoma Citros na sede do Joint Genome Institute do Departamento de Energia, em Walnut Creek, Califórnia. Participaram representantes do Estados Unidos, Espanha, Itália, França, China, Japão e Brasil. Pelo Brasil participou o pesquisador Marcos A. Machado. Finalmente o Consórcio iniciará os trabalhos de sequenciamento completo de um genoma de citros. Como modelo para sequenciamento será utilizada uma clementina haplóide, facilitando sobremaneira a montagem do genoma. A cobertura prevista do genoma foi distribuída entre Espanha e França (2x), Itália (2x), China (2x), Brasil (1,5x) e Estados Unidos (1,5x). Também no projeto deverá ser feito o genoma parcial de algumas outras espécies importantes de citros com cobertura de 5 vezes. São elas: laranja doce, Satsuma, Ponkan e *Poncirus trifoliata*.

### Reunião na FAPESP

Dia 04 de janeiro o Diretor do Centro de Citricultura foi recebido pelo Diretor Científico da FAPESP, Prof. Carlos Henrique de Brito Cruz. Na oportunidade foram discutidas as estratégias de participação do setor de produção nas atividades de pesquisa e desenvolvimento no Estado de São Paulo. De acordo com o Prof. Brito, o setor citrícola deveria participar mais de projetos estratégicos, investindo em pesquisa.

### Certificação ISO 17025

O Centro de Citricultura concluiu todas as etapas para a certificação nas normas da ISO 17025 para os processos de diagnóstico de doenças de citros e certificação genética. Sob coordenação da pesquisadora Maria Luisa Targon todos os procedimentos já foram auditados pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento, tendo recebido parecer favorável para o credenciamento. A publicação no Diário Oficial da União é aguardada para o mês de fevereiro.

### Fórum Citrícola em andamento

Em 22 de janeiro ocorreu mais uma reunião dos representantes da citricultura paulista, coordenada pelo Secretário de Agricultura e Abastecimento, João Sampaio, e com a participação de produtores, grandes indústrias processadoras, cooperativas, sindicatos, associações e pesquisadores. Foram abordados cinco temas, envolvendo os estudos sobre a implantação de um seguro de cancro cítrico e *greening*, os impostos incidentes na comercialização de laranja e de suco, a legislação de sucos, néctares e polpas, financiamentos para investimentos através do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e parâmetros importantes para aperfeiçoamento da convivência produtor/ indústria. Nova reunião deverá ocorrer na segunda quinzena de fevereiro, onde um grupo de trabalho mais restrito, composto por representantes dos produtores, da indústria e de pesquisadores, procurará aprofundar e avançar em algumas das questões discutidas até o momento, visando subsidiar os próximos encontros. O andamento e continuidade dos trabalhos configuram-se como importantes indicadores de que os representantes da citricultura paulista encontram-se efetivamente dispostos a aproveitar as atuais condições de mercado, favoráveis ao setor, para aperfeiçoar as relações produtor/ indústria e para reestruturar a organização da citricultura paulista.

### Participação em Banca de Tese

A pesquisadora do Centro de Citricultura Alessandra A. de Souza participou da banca de defesa de tese de doutorado da aluna Rosicler Lázaro Barbosa, no dia 29 de janeiro de 2008,

no Departamento de Genética e Biologia Molecular da Unicamp. O trabalho intitulado: "Análise Funcional e Estrutural da Proteína BigR de *Xylella fastidiosa* envolvida na regulação do operon Xf0768-0764" foi desenvolvido no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron sob orientação do Dr. Celso Benedetti. A tese trouxe conhecimentos básicos sobre o mecanismo de regulação gênica de *X. fastidiosa*, envolvendo um gene associado à repressão do biofilme (forma de crescimento da bactéria dentro da planta). Curiosamente, o operon estudado em *X. fastidiosa* é conservado apenas em algumas bactérias associadas a plantas, como *Agrobacterium* e fixadoras de nitrogênio, indicando um possível mecanismo adaptativo comum.

### **Nutrição dos citros: fósforo**

A Fapesp aprovou recentemente o apoio para o estudo da resposta dos citros à disponibilidade de fósforo. Os pesquisadores Fernando César Zambosi e Dirceu de Mattos Junior lideraram a formulação e o encaminhamento da proposta do projeto. A equipe formada por pesquisadores do Centro de Citricultura e do Centro de Solos e Recursos Ambientais do IAC, e do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da USP, está a cargo do desenvolvimento do projeto. Além do questionamento sobre o manejo da adubação, existe carência de estudos detalhados sobre a nutrição e o metabolismo de P na planta, como por exemplo: a distribuição deste nutriente em diferentes *pools* metabólicos, a sua redistribuição e partição nessas plantas, bem como o emprego da fosfatase ácida na diagnose nutricional. Assim, foi proposta a avaliação da influência da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento inicial, estado nutricional e metabolismo de P em plantas cítricas, da eficiência de absorção do P por diferentes porta-enxertos, e da partição e redistribuição de P (<sup>32</sup>P) em mudas cítricas em função de combinações copa/porta-enxerto e da disponibilidade do nutriente em solução nutritiva. Com os resultados, se espera ampliar o entendimento da nutrição fosfatada nos citros, como base para orientar a aplicação deste nutriente na fase de formação dos pomares, além de contribuir para direcionamento de futuras pesquisas em nutrição mineral e manejo para da cultura.

## **Matéria de Capa**

*Continuação...*

Com essa abordagem é possível conhecer a herança a uma determinada característica e sua complexidade. Isso se faz através da construção de mapas genéticos, normalmente com o uso de marcadores moleculares baseados em DNA. O conhecimento da ligação desses marcadores próximos a genes permite não só estabelecer uma estratégia de mapeamento de genes, assim como acompanha as etapas do melhoramento permitindo seleção assistida. Aqui, também, o Centro de Citricultura tem um robusto programa de melhoramento, com a produção de centenas de novos híbridos de variedades copas e porta-enxertos, todos obtidos objetivando resistência a doenças, especialmente CVC, tristeza, leprose, gomose, morte súbita, mancha marrom de alternária, *huanglongbing* e qualidade de fruta. Com esses híbridos tem sido possível entender melhor a complexidade da herança da resistência de tangerinas, *Poncirus trifoliata*, limão Cravo e citrumelo a várias doenças limitantes da citricultura.

Com o avanço das informações geradas pelo sequenciamento completo dos genomas de vários organismos, tem sido possível estabelecer estratégias de transferência de genes entre espécies diferentes, produzindo organismos geneticamente modificados. Para que tal tecnologia possa ser estabelecida de modo eficiente e aceitável pelo consumidor, torna-se necessário utilizar genes derivados da própria espécie ou de espécies próximas, com as quais ela é capaz de se cruzar normalmente e produzir híbridos produtivos. Portanto, além de ampliar enormemente as informações sobre a biologia da espécie, decifrar seu genoma significa, para o melhoramento, ter informações para direcionar a produção de novas e melhores variedades. Atualmente o Centro de Citricultura conta com uma significativa base de dados de genoma expresso de citros, com vários genes candidatos para resistência a doenças. Muitos desses e outros genes estão sendo utilizados para a produção de plantas de laranja doce geneticamente modificada, muitas delas em avaliação em condições controladas de contenção.

## **Pesquisa do Centro**

### **Resistência de *Xylella fastidiosa* a metais**

Os trabalhos de genoma funcional da *Xylella fastidiosa*, agente causal da clorose variegada do citros (CVC), possibilitaram entender que seu principal mecanismo de patogenicidade é a formação de biofilme no xilema, causando bloqueio no transporte de água e nutrientes. Células em biofilmes (agregados celulares) apresentam características peculiares, como maior resistência a compostos antimicrobianos e aumento de virulência, resultando em um sucesso adaptativo do patógeno na colonização do hospedeiro.

Os trabalhos do Centro de Citricultura têm avaliado como a bactéria resiste nas condições de biofilme a compostos bactericidas, como produtos à base de metais (Zn e Cu) e antibióticos. As células em biofilme apresentam alta resistência a esses compostos, sugerindo que o controle químico da bactéria seria muito difícil enquanto ela estiver na condição de biofilme. Por outro lado, quando as células ainda não estão em biofilme elas são mais suscetíveis a estes compostos, sugerindo que algum controle seria possível, porém antes do aparecimento dos sintomas.

Outros resultados encontrados, e que podem ser promissores para eventual controle, referem-se ao uso de compostos anti-adesivos. Estudos *in vitro* têm demonstrado que, mesmo após o biofilme estar formado, esses compostos são capazes de desagregá-lo. Por outro lado, os estudos na planta estão se iniciando.

Vale ressaltar a importância de se conhecer os mecanismos de formação do biofilme, assim como sua resistência a compostos antimicrobianos. Os estudos prévios também demonstraram que a bactéria tem um surpreendente mecanismo de auto proteção celular, muito similar ao que ocorre em bactérias causadoras de doenças em humanos, que são resistentes a antibióticos. Isto talvez explique porque esta bactéria vive bem em condições de estresse. Atualmente, foi aprovado pelo CNPq, o projeto cujo objetivo é o aprofundamento do estudo deste mecanismo, e esperamos em breve compreender ainda mais a biologia deste fitopatógeno e fornecer subsídios genéticos para o controle da CVC.

*Alessandra Alves de Souza*

**DIA SOBRE O GREENING**

07 de março de 2008

Cordeirópolis - SP

9:20h Abertura  
Marcos A. Machado e Eduardo F. Carlos

**Painel 1 Situação atual do greening**

9:30h *Greening* na Flórida  
Adriano E. Pereira; Reinaldo D. Corte; Eduardo Feichtenberger; Francisco Laranjeira; Eduardo S. Stuchi; Renato B. Bassanezi e Eduardo F. Carlos (Grupo Cochran/USDA)

10:00h *Greening* na China  
(palestrante a confirmar)

10:30h *Greening* em São Paulo  
Cícero A. Massari (Fundecitrus)

11:00h Mesa Redonda 1  
É possível cultivar citros em áreas com *greening*?

11:30h Almoço

**Painel 2 Conhecimento sobre a doença**

13:30h Pesquisa sobre *greening* em São Paulo - Biologia  
Marcos A. Machado e Helvécio Della Coletta Filho (Centro de Citricultura)

14:00h Pesquisa sobre *greening* em São Paulo - Vetores  
José Roberto P. Parra (ESALQ/USP)

14:30h Pesquisa sobre *greening* na Flórida  
Eduardo F. Carlos (Centro de Citricultura) e Gene Albrigo (Universidade da Flórida)

15:00h Mesa Redonda 2  
O que se sabe sobre a doença é suficiente para enfrentá-la?

15:30h Intervalo

**Painel 3 Manejo da doença**

16:00h Ação conjunta no combate à doença  
Paulo Namura; Eli J. Hildebrand; Roberto Jank Jr.; Giuliano Hildebrand (Produtores)

16:30h Mesa Redonda 3  
É possível ter sucesso no manejo do *greening*?

17:00h Encerramento

Informações: [www.centrodecitricultura.br](http://www.centrodecitricultura.br) ou  
[efcarlos@centrodecitricultura.br](mailto:efcarlos@centrodecitricultura.br)



Foto: Eduardo F. Carlos

**Expediente**

Informativo Centro de Citricultura

**Editora e jornalista responsável**  
Cristina Rappa (MTb 15.213)

**Conselho Editorial**

José Dagoberto De Negri  
Marcos Antonio Machado  
Vivian Michelle dos Santos Borges

**Colaboração**

Alessandra Alves de Souza  
Arthur A. Ghilardi  
Dirceu de Mattos Junior  
Eduardo Fermio Carlos  
Jorgino Pompeu Junior

Rod. Anhanguera, km 158  
Caixa Postal 04, CEP 13490-970,  
Cordeirópolis, SP  
Fone/fax: (19) 3546-1399  
[www.centrodecitricultura.br](http://www.centrodecitricultura.br)  
[informativo@centrodecitricultura.br](mailto:informativo@centrodecitricultura.br)

**Apoio**

SECRETARIA DE  
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO



GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**  
TRABALHANDO POR VOCÊ