

# Citricultura Atual

Revista do Grupo de Consultores em Citros

## O FUTURO DA CITRICULTURA

ARTIGO AVALIA AS **PERSPECTIVAS DO NEGÓCIO**  
FRENTE AO AVANÇO DO HLB NO MUNDO



### ECONOMIA

Estimativa da safra de laranja 2023/2024 e dados preliminares do estoque de carbono do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro

PRÊMIO GCONCI HALL DA FAMA DA CITRICULTURA BRASILEIRA  
Dr. Orlando Sampaio Passos é o homenageado da edição 2023



# Avanços das pesquisas com transgênicos no Centro de Citricultura Sylvio Moreira

ESTUDO VISA, JUNTAMENTE COM OUTRAS TECNOLOGIAS INTEGRADAS, POTENCIALIZAR A EFICIÊNCIA NO CONTROLE DE DOENÇAS

A transformação genética é uma técnica que vem sendo utilizada há muitos anos com sucesso para realizar a modificação em um genoma (vegetal ou animal). Ela permite a inserção, bem como o silenciamento (desligamento) de genes específicos, fazendo com que uma determinada característica deixe de ser expressa, ou no caso de inserção de novos genes, que a planta passe a expressar uma nova característica, como, por exemplo, a resistência contra patógenos.

A produção de plantas transgênicas no mundo vem crescendo a cada ano, sendo que mais de 30 países já plantam diversas culturas em uma área de mais de 2,7 bilhões de hectares ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)). O fato de serem consumidos há mais de duas décadas, demonstra a segurança dos produtos transgênicos produzidos e a aceitação pelo mercado consumidor.

As pesquisas desenvolvidas com transgenia no laboratório de Biotecnologia do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC visam a obtenção de plantas de laranja mais resistentes a doenças e porta-enxertos mais tolerantes ao estresse hídrico. Por meio dessa tecnologia foi possível obter centenas de plantas de laranja transgênicas e também porta-enxertos, os quais são avaliados primeiramente em condições controladas (casa de vegetação). A seleção prévia consiste em avaliar e identificar as plantas mais promissoras, ou seja, aquelas que apresentaram melhor resistência/tolerância ao patógeno de interesse ou tolerância ao estresse hídrico. Posteriormente, apenas as plantas previamente selecionadas como 'elite', que são as mais resistentes/tolerantes e que mantêm o mesmo desenvolvimento fisiológico da variedade não transgênica, são transferidas para avaliações no campo.

Desde 2019, estão sendo avaliadas 300 plantas no nosso campo experimental (figura 1), com LPMA (liberação planejada no meio ambiente) autorizada pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) e monitorada por instituições competentes. As plantas que estão sendo avaliadas no campo foram previamente selecionadas por apresentarem melhor resposta de tolerância a patógenos bacterianos, como os causadores da Clorose Variegada dos Citros (CVC) e do Cancro Cítrico. Essas plantas-elite foram multiplicadas e estão sendo avaliadas em condições de campo quanto à resposta a doenças, desenvolvimento e qualidade do fruto quando comparadas a plantas-controles da mesma variedade não transformada.

Figura 1. Vista aérea do campo experimental de transgênicos no Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC. Imagem captada por drone



Foto: Raquel Luciana Boscarriol-Camargo

Os genes que foram inseridos nessas plantas possuem diferentes funções, como ativar a resposta de resistência sistêmica da planta, interferir na comunicação entre células das bactérias patogênicas dos citros, ter atividade inibitória ao crescimento bacteriano (ação antimicrobiana), dentre outras. Todos esses genes resultaram em plantas com maior tolerância à *Xanthomonas citri* e/ou a *Xylella fastidiosa*, causadoras do Cancro Cítrico e CVC, respectivamente, em avaliações realizadas sob condições controladas. Contudo, como o mecanismo genético das plantas para resistência a bactérias fitopatogênicas é bastante conservado, espera-se que essas plantas-elite apresentem resistência/tolerância a outras doenças. Dessa forma, em campo, essas plantas-elite também estão sendo avaliadas quanto à resistência/tolerância ao HLB, pois o nosso campo experimental fica situado na região sul do Estado de São Paulo, a qual tem o maior número de árvores acometidas pela doença, que é atualmente o principal problema fitossanitário na citricultura mundial (Fundecitrus, 2022).

Para as avaliações visuais de sintomas de HLB nessas plantas, as mesmas foram divididas em quatro quadrantes, sendo dois do lado direito e dois do lado esquerdo. De acordo com a quantidade e a intensidade dos sintomas (mosqueado assimétrico nas folhas, nervuras proeminentes, ramos amarelos e morte dos ponteiros), foram atribuídas notas de 0 a 5, sendo que quanto maior o valor maior a severidade. Após a atribuição das notas, as mesmas foram convertidas

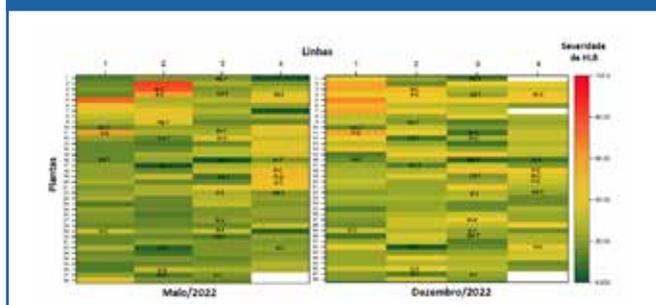
em porcentagens para melhor interpretação dos resultados, sendo que as notas finais são dadas pela média das porcentagens referente à cada quadrante da planta.

As avaliações realizadas até o momento mostram resultados bastante promissores de tolerância ao HLB em seis eventos distintos de laranjas das variedades Hamlin, Valência, Pera e Pineapple. Foi observado que essas plantas mantiveram, ao logo do tempo, níveis baixos de severidade da doença, quando comparadas às plantas-controle não transformadas. A análise apresentada na figura 2 mostra essa variação ao longo do tempo, com a identificação dos melhores eventos. Outros eventos com genes diferentes ainda estão sendo avaliados, pois o plantio foi realizado recentemente. As melhores plantas para o evento que possui o gene que interfere na comunicação das bactérias, também foram avaliadas quanto à população bacteriana por meio de qPCR. Como resultado dessa primeira análise, as plantas transgênicas apresentaram uma redução significativa na quantidade da *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs) nos vasos do floema, em relação às plantas-controle (figura 3).

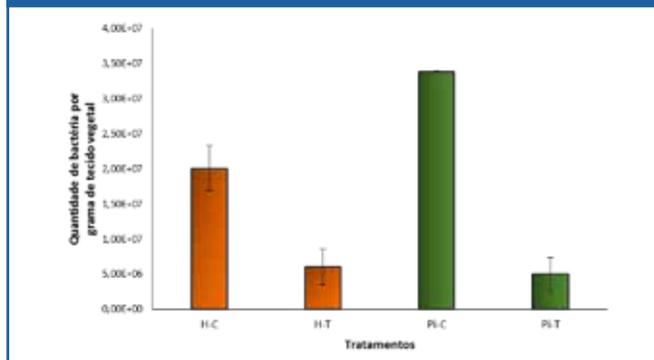
Para a determinação das características agrônômicas das plantas-elite, foram realizadas avaliações do teor de clorofila, altura e diâmetro da copa, bem como a determinação da qualidade dos frutos para aquelas plantas que já os tiveram. Para a maioria dos eventos, não houve diferença significativa para esses parâmetros em relação aos respectivos controles não transgênicos, indicando que a transgenia não interferiu no desenvolvimento das plantas.

A avaliação da qualidade dos frutos realizada no laboratório de qualidade do Centro de Citricultura revelou que eles mantiveram valores de *Brix*, *Ratio*, massa e rendimento de suco similares aos encontrados nos frutos não transgênicos, com coloração e formato semelhantes (figura 4). Essas plantas também estão sendo frequentemente testadas

**Figura 2. Mapa de calor (heatmap) da área experimental mostrando os diferentes níveis de severidade de HLB. A faixa de cor vai de verde (para valores próximos a zero) a vermelho (valores próximos a 100). Os espaços em branco correspondem às áreas não plantadas. Os eventos transgênicos estão representados por H1-T, H4-T e H6-T (variedade Hamlin); V-T (Valência); P-T (Pera); Pi-T (Pineapple). Os controles de cada variedade são as iniciais de cada uma seguida da letra C**



**Figura 3. Quantificação da população bacteriana em plantas transgênicas das variedades Hamlin (H-T) e Pineapple (Pi-T), comparadas aos seus controles não transformados (H-C) e (Pi-C)**



**Figura 4. Morfologia dos frutos dos eventos transgênicos da variedade de laranja Pineapple (Pi-T1 a T4) e planta controle não transformada (Pi-C)**



Foto: Mariana Bossi Esteves

quanto à presença do transgene (gene exógeno), que tem se mostrado estável durante todas as avaliações.

Assim, os resultados obtidos até o momento sugerem que é possível obter maior tolerância ao HLB a partir da utilização de plantas transgênicas, sendo uma característica estável ao longo dos anos e sem alterações morfológicas ou de qualidade do fruto.

Esse estudo visa, juntamente com outras tecnologias integradas, como o manejo do HLB e a enxertia dessas plantas-elite em porta-enxertos mais tolerantes ao HLB (ver matéria da revista *Citricultura Atual*, nº135, novembro, de 2022), potencializar a eficiência no controle dessa doença e manter a importância da citricultura paulista nas próximas décadas. ▶

## REFERÊNCIA

Fundecitrus (Fundo de Defesa da Citricultura). 2022. Levantamento da incidência das doenças dos citros, Greening, CVC e Cancro Cítrico no cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/levantamentos>. Acesso em: 27/01/2023.

Bióloga Dra. Raquel Luciana Boscardi-Camargo  
 Bióloga Dra. Mariana Bossi Esteves  
 Bióloga Dra. Alessandra Alves de Souza  
 Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC