



Informativo Centro de Citricultura

Cordeirópolis, Fevereiro de 2016 • Número 249

Citros e Bioenergia

De acordo com a Fiesp, o termo bioeconomia refere-se a uma “economia sustentável, que reúne todos os setores da economia que utilizam recursos biológicos”. Um dos importantes temas referentes à bioeconomia é a bioenergia, principalmente em tempos de COP21 estabelecendo teto de 1,5°C de aumento na temperatura nos próximos anos. Portanto, um dos grandes desafios é o aumento na proporção do uso de energia limpa em qualquer matriz energética.

O Brasil é um país que apresenta sua matriz energética concentrada em recursos hídricos, porém com grande tendência a um aumento na geração de energia de outras fontes, como solar, eólica e térmica, que têm apresentado uma relevância cada vez maior. Destaque-se a importância dessas novas fontes de energia, principalmente face ao aumento no número de usinas termoeletricas que podem utilizar biomassa como combustível. Destas, sem sombra de dúvida, a cana-de-açúcar é a principal, com a queima do bagaço gerado na produção de etanol e açúcar.

Estariam os citros totalmente fora deste panorama bioenergético que se vislumbra nos próximos anos? Ou eles poderiam ser inseridos neste contexto? O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, com a atual safra estimada em 278,9 milhões de caixas de 40,8 kg. Esta produção está voltada basicamente para a produção de suco, quer seja em sua forma concentrada ou não concentrada. Como subprodutos obtidos desta atividade, tem-se os óleos essenciais e essências, farelo de polpa cítrica, polpa congelada e álcool. Este último, obtido a partir do licor proveniente da prensagem do bagaço, poderia ser utilizado como combustível, se obtido em maior quantidade.

Desde os anos 90 os Estados Unidos desenvolvem estudos para utilização de biomassa de laranjas na produção de etanol. Todavia, estes estudos sempre esbarraram em um problema muito simples: viabilidade econômica. Isto porque o processo como um todo é complexo, não sendo, ainda hoje, de alto rendimento.

No Brasil, em 2013 foi noticiado que um trabalho desenvolvido na Unicamp visando a melhoria no processo de hidrólise para produção de etanol de 2ª geração a partir do bagaço da laranja. O mais importante deste trabalho foi que a otimização do processo passou pela utilização da bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri* para a hidrólise por possuir grande número de enzimas hidrolíticas, informação obtida graças ao sequenciamento do genoma do organismo realizado nos anos 2000. É importante lembrar que o resíduo da casca de laranja apresenta aproximadamente 80% de água, 6% de açúcares solúveis, 5% de celulose e hemicelulose, 4% de pectina, dentre outros componentes. Além disso, o óleo essencial de citros corresponde a 1,5 a 2% do total, sendo composto primariamente por terpenos, particularmente por limoneno, que corresponde a aproximadamente 85 a 95% da composição do óleo essencial.

Terpenos são hidrocarbonetos que já estão sendo utilizados como biocombustíveis como por exemplo, o cineol, principal componente do óleo essencial do eucalipto, também presente no óleo essencial de citros. A utilização direta de outros terpenos está em fase de estudos. No caso de citros, o grande interesse seria no limoneno, uma vez que é o principal

componente do óleo essencial. Estudos realizados em universidades brasileiras buscam a utilização do limoneno como aditivo ao biodiesel com o objetivo de melhorar o biocombustível, podendo levar a ganhos significativos de custo e desempenho. Outra aplicação seria a conversão do limoneno em p-mentano, que pode ser utilizado em composições combustíveis adequadas a aeronaves, como mostrado por pedido de patente do Instituto Militar de Engenharia e Instituto Nacional de Tecnologia. Outra utilização do limoneno é a dimerização e mistura com outros terpenos na produção de biocombustíveis de alta densidade e alto poder calorífico, feito pelo Naval Air Warfare Center, das forças armadas dos Estados Unidos.

O grande desafio para a utilização de terpenos como biocombustíveis é justamente o baixo rendimento que se tem para sua extração, o que hoje inviabiliza totalmente o uso em larga escala. Dois caminhos seriam possíveis para solucionar este problema: um aumento na produção do óleo essencial na planta ou a utilização de sistemas heterólogos para a produção destes terpenos. No Brasil, não existem trabalhos visando melhoramento genético de citros no tocante ao óleo essencial, uma vez que este é essencialmente um subproduto da indústria de suco de laranja e não seu produto principal, além de ter um caráter genético bastante complexo. Por outro lado, a síntese de terpenos em sistemas heterólogos é uma realidade e estudos conduzidos no Centro de Citricultura visam caracterizar genes que são responsáveis pela síntese de terpenos de citros, o que possibilitaria sua utilização nestes sistemas.

Editorial

A tempo? Há tempo?

Há alguns anos o setor citrícola tomou a decisão de suspender suas atividades de defesa vegetal, especialmente na contenção do cancro cítrico e do HLB. Em função desse e de outros motivos, as atividades de monitoramento e cumprimento das legislações sobre essas duas doenças ficaram a cargo do produtor. Evidentemente que tratar ambas as doenças de forma semelhante quanto as estratégias de controle foi um grave engano, sobre o qual não faltou alerta do setor de pesquisa e desenvolvimento. A bactéria causadora do cancro cítrico é de vida livre, sobrevive no ambiente e causa doença na superfície da planta (folhas, ramos e frutos), enquanto a bactéria do HLB é sistêmica e vive no interior dos vasos do floema, não tem vida livre e tem um vetor eficiente para transmissão.

Já era fato estabelecido que o cancro cítrico tinha um limite de incidência, acima do qual seria extremamente difícil ou mesmo impossível voltar a adotar a estratégia de erradicação, razão principal para a contenção da bactéria em áreas limítrofes da citricultura paulista. Seguramente esse limite já foi ultrapassado e relatos da doença são frequentes, sugerindo ampla distribuição de cancro em áreas nobres da citricultura paulista. Razões econômicas, técnicas e políticas deixam claro que o modelo anterior de supressão da doença não é mais possível. Portanto, uma situação de fato é o principal obstáculo para que o setor aplique as normativas estabelecidas pela Portaria 291, de 24/07/1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Em que pese os esforços da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e do setor de produção para discutir e implementar uma legislação que se adeque à realidade atual, ainda não foi possível ter consenso de qual seria a melhor estratégia. O patossistema cancro cítrico é complexo, principalmente do ponto de vista comercial e político, e pode impor barreiras não só à produção, especialmente para fruta de mesa, como à comercialização e exportação para outras regiões ou países. Portanto, o setor citrícola ainda não organizou a tempo uma adequada regulamentação para o cancro cítrico. Há tempo de organizar?

Condições climáticas com altas temperaturas e chuvas abundantes indicam condições altamente favoráveis à dispersão da bactéria. Associado a isso estão a continuidade de pomares, o quadro varietal e a ausência de estratégia de manejo para essas condições, que deixam supor que não será surpresa uma 'explosão' do cancro no cerne da citricultura brasileira.

Estratégias adequadas de manejo da doença, ajuste na legislação à nova realidade, sem penalizar setores importantes como produtores de fruta de mesa e viveiristas, e transferência dessa tecnologia o mais rapidamente possível ao produtor, são urgências. Ainda há tempo? Já estamos atrasados.

Notas

Defesa de Tese

A aluna de doutorado do Curso de Genética e Biologia Molecular da Unicamp, Lais Moreira Granato, orientada dos Pesquisadores Marcos Antonio Machado e Alessandra Alves de Souza e co-orientada pela Pós Doutoranda Simone Cristina Picchi, defendeu no dia 2 de fevereiro sua tese sob o título "Caracterização funcional de genes de *Xanthomonas citri* subsp. *citri* associados à produção de exopolissacarídeos, formação de biofilme e patogenicidade". Seu projeto de pesquisa envolve a caracterização funcional de alguns genes da bactéria do cancro cítrico. Tais genes estão envolvidos com a formação de biofilme, o que confere à bactéria maior capacidade de sobrevivência em condições epifíticas. Destaque que nessa condição, particularmente quando a bactéria está sobre a folha da planta, ela é capaz de formar um biofilme que a protege de estresses ambientais.

Seminário Científico

No dia 23 de fevereiro foi realizado o seminário "Nova abordagem para o estudo e controle de ácaros: experiência canadense", ministrado pela Pós Doutoranda Maria Andréia Nunes, acarologista, que desenvolve projeto de pesquisa no programa Ciência sem Fronteiras (CNPq-CsF), na Western University, em London, Canadá, em parceria com o Centro de Citricultura. Foram apresentados os principais resultados do trabalho envolvendo a tecnologia de RNA interferente (RNAi), com a perspectiva de aplicação desta ferramenta inovadora no controle do ácaro da leprose.

Reunião da Câmara Setorial de Citros

A Câmara Setorial de Citros da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo reuniu-se no Centro de Citricultura no dia 22 de fevereiro, sob coordenação de seu presidente, Emilio Fávero, e do Coordenador das Câmaras Setoriais, Alberto Amorim. Participaram ainda representantes de vários segmentos da citricultura. Foram discutidas novas propostas para legislação do cancro cítrico, bem como a adoção do suco de laranja na merenda escolar.

Auditoria do Inmetro

Uma equipe do Inmetro auditou a Clínica Fitopatológica dentro dos requisitos da Norma ISO 17025:2005 nos dias 10 a 12 de fevereiro, dentro do pedido de acreditação necessário para o adequado funcionamento dessa atividade no Centro de Citricultura. A exigência é do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que não mais credenciará laboratórios para diagnóstico de patógenos de plantas. Todos os procedimentos para diagnóstico de patógenos de citros foram auditados. A próxima etapa será adequar as não conformidades observadas e aguardar resposta do Inmetro.

Participação em bancas

O pesquisador Helvécio Della Coletta Filho participou como membro da banca de tese do aluno Giordanni Cabral Dantas, na área de Microbiologia da Unesp de Rio Claro no dia 3 de fevereiro. O trabalho "Seleção de sítio de divisão em *Xanthomonas citri* subsp. *citri*" foi desenvolvido sob orientação do Prof. Henrique Ferreira. A tese trouxe conhecimentos inéditos sobre o sistema de divisão celular da bactéria, agente causal do cancro cítrico, durante o processo de replicação, cujo sistema assemelha-se ao que ocorre em *Escherichia coli*.

O Pós Doutorando Ronaldo J. D. Dalio foi membro titular da banca de doutorado da aluna Renata Moro Baroni, do curso de Genética e Biologia Molecular, da Unicamp, orientada do Prof. Gonçalo Amarante Pereira, no dia 18 de fevereiro. Sua tese versou sobre "Proteínas PR em *Moniliophthora perniciosa*: análises genômicas e funcionais de proteínas PR-1 e PR-5 (Thaumatina-like)". Ele ainda participou nas bancas de doutorado das alunas Brenda Neves Porto, do curso de Biotecnologia Vegetal da UFLA e Simone C. Brand, da Fitopatologia da Esalq/USP, nos dias 25 e 26 de fevereiro, respectivamente.

Em 12 de fevereiro o Pesquisador Marco Aurélio Takita participou da banca de mestrado do aluno Raphael Severo da Cunha Antunes de Faria, na área de concentração de Genética e Melhoramento de Plantas da Esalq/USP. O título do trabalho foi "Análise *in vitro* da expressão de genes de resposta a estresse oxidativo e osmótico da bactéria fastidiosa *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*" sob orientação do Prof. Luis Eduardo Aranha Camargo.

Participação em eventos

O Pesquisador Voluntário Jorgino Pompeu Junior participou do 39º Congresso Paulista de Fitopatologia realizado em Piracicaba de 2 a 4 de fevereiro com o trabalho “Reação de seleções do porta-enxerto limão Cravo à infecção no tronco por *Phytophthora nicotianae*”.

O Pós Doutorando Ronaldo J. D. Dalio ministrou a palestra: “Fight or Flight: what is the best strategy against a hemibiotrophic pathogen?” no 39º Congresso Paulista de Fitopatologia. Ele ainda participou como avaliador de trabalhos na área de Biologia Molecular e ministrou o minicurso: “Técnicas em redação científica: artigos, projetos e resumos”.

Projetos Aprovados

O Pós Doutorando Ronaldo J. D. Dalio, supervisionado pelo Pesquisador Marcos Machado, teve seu projeto de Pós Doutorado aprovado pela Fapesp. Sob o título: “Efetorômica: efeitos como novas ferramentas para o controle de *Phytophthora parasitica*, o agente da gomose dos citros” o projeto objetiva prospectar e caracterizar efeitos produzidos pelo oomiceto e que podem responder por sua patogenicidade.

A chamada SPRINT da Fapesp visa promover o engajamento de pesquisadores vinculados à instituições no Estado de São Paulo com pesquisadores parceiros no exterior, para avançarem qualitativamente em projetos em andamento e trabalharem

cooperativamente visando a elaboração de projetos conjuntos de médio e longo prazos. Dentro dessa abordagem, foi aprovado o projeto cooperativo entre a Pesquisadora Alessandra Alves de Souza, do Centro de Citricultura e a Profa. Maéli Melotto, da Universidade da Califórnia, em Davis. O projeto tem como tema: “Molecular basis for pathogen recognition and resistance aimed to control bacterial diseases of citrus”. Com o desenvolvimento deste projeto pretende-se ampliar o conhecimento sobre a biologia da interação molecular das plantas cítricas com *Xylella fastidiosa* e *Xanthomonas citri*, e buscar conhecimento básico para aplicação em programas de melhoramento.

Prêmio

O 39º Congresso Paulista de Fitopatologia, na Esalq/USP contou com a participação de vários alunos e pesquisadores do Centro de Citricultura. Os trabalhos das alunas de iniciação científica, Isis G.B. Carvalho, Isabela U. Zambello e Nágela G. Safady foram selecionados para apresentação oral durante o evento. O trabalho intitulado “Efeito cruzado da toxina MqsR de *Xylella fastidiosa* em *Xanthomonas citri* subsp. *citri*” apresentado pela aluna Isis Carvalho, orientada pela Pesquisadora Alessandra Alves de Souza recebeu o prêmio “Ferdinando Galli” de melhor trabalho de Iniciação Científica. Esses resultados demonstram a qualidade das pesquisas e da equipe que compõe o Centro de Citricultura Sylvio Moreira.

Pesquisa

Genes associados ao biofilme de *Xanthomonas citri*

Xanthomonas citri subsp. *citri*, a bactéria causadora do cancro cítrico, é capaz de formar sobre superfícies bióticas e abióticas uma estrutura denominada biofilme, constituindo-se em aglomerado de células bacterianas recobertas por uma matriz de exopolissacarídeos, lipopolissacarídeos e proteínas secretados pelas próprias bactérias. O biofilme protege as células bacterianas de estresses ambientais e está associado com sua patogenicidade. Embora já seja reconhecida sua importância no desenvolvimento da doença, ainda faltam informações sobre a regulação de sua síntese e quais genes estariam envolvidos nesse processo. O conhecimento desses genes é uma importante etapa na busca de estratégias alternativas para controle do cancro.

Natense de doutorado da aluna Lais Moreira Granato foram investigados três genes, denominados *ecnA/XAC4008*, *XAC0292* e *hrpB/XAC0293*, que podem estar envolvidos no processo de formação de biofilme. O gene *ecnA* faz parte de um provável sistema toxina/antitoxina, que quando mutado leva a uma redução da formação de biofilme e menor desenvolvimento de sintomas de cancro cítrico. O gene *XAC0292* codifica uma proteína sem função ainda conhecida e o mutante *XAC0292::Tn5* apresentou uma maior produção de goma xantana, o que levou a maior formação de biofilme e também ao aumento da motilidade da bactéria.

O gene *XAC0292*, provavelmente, é transcrito juntamente com o gene *hrpB/XAC0293*, ou seja, fazem parte de um mesmo *operon*. O gene *hrpB* codifica uma RNA helicase que provavelmente está envolvida na regulação da expressão do gene *fimA* que forma a estrutura do *pili* tipo 4 de *Xanthomonas citri*. O mutante Δ *hrpB* reduz a formação de biofilme e motilidade, o que levou a uma menor sobrevivência da população bacteriana na superfície foliar de laranja doce e, conseqüentemente, redução dos sintomas do cancro cítrico. O estudo da função desses genes abriu portas para o conhecimento da regulação envolvida no processo de formação de biofilme em *Xanthomonas*.

Responsável: Lais Moreira Granato,
Doutoranda,

Orientação: Marcos Antonio Machado e
Alessandra Alves de Souza

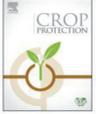
Publicações do Centro



Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro



Repellency of selected *Psidium guajava* cultivars to the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*

José A.A. Silva^a, David G. Hall^{b, *}, Timothy R. Gottwald^b, Moacir S. Andrade^c, Walter Maldonado Jr.^d, Rocco T. Alessandro^b, Stephen L. Lapointe^b, Eduardo C. Andrade^e, Marcos A. Machado^a



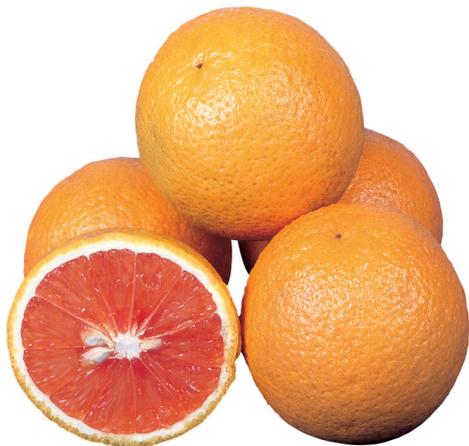


Anatomical and Physiological Responses of Citrus Trees to Varying Boron Availability Is Dependent on Rootstock

Geisa L. Mesquita¹, Fernando C. Zambrosi², Francisco A. Tanaka³, Rodrigo M. Boaretto¹, José A. Quaggio², Rafael V. Ribeiro⁴, Dirceu Mattos-Jr.^{1*}

Programa Citricultura Nota 10: Sanguinea de Mombuca IAC 93

Variedade de laranja doce pertencente ao grupo das laranjas pigmentadas. A laranja Sanguínea de Mombuca é um mutante espontâneo, possivelmente originado na região de Mombuca, SP e introduzido no Banco de Germoplasma do Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC). Desde então, ela tem sido avaliada por diversos anos, em diferentes locais do Estado de São Paulo. Produz frutos com polpa de coloração avermelhada devido ao acúmulo de licopeno, maior teores de β -caroteno e de carotenoides totais na polpa, em comparação com os frutos das variedades mais tradicionais (de polpa amarela/laranja). Esta laranjeira produz frutos com maturação mais precoce que o da laranja Pera e massa média de 109 g. Com aproximadamente



270 dias após o florescimento, os frutos apresentaram suco com altos teores de sólidos solúveis (12,1 °Brix), acidez titulável igual a 1,0%, o que resultou em *ratio* de 12,2, rendimento de suco na faixa de 58,8%, teores de vitamina C variando entre 64,8 mg.L⁻¹ e 82,6 mg.L⁻¹ e coloração alaranjado intenso. Porém, ao longo da maturação dos frutos ocorre uma diminuição da acidez titulável do suco para valores até 0,5%, o resulta em aumento intenso no *ratio* (24,0). As plantas desta variedade possuem boa produtividade e produzem frutos com dupla aptidão, tanto para o mercado de suco (NFC ou concentrado) como para comércio de frutos *in natura*. Em função destas características, a variedade foi incluída no Programa Citricultura Nota 10 do Centro de Citricultura Sylvio Moreira e já possui registro no RNC para plantio e comercialização dos frutos, sob o nome de Sanguinea de Mombuca.

Eventos 2016	Data
9º Dia do Huanglongbing	10 de março
17º Dia do Limão Tahiti	7 de abril
10º Dia do Porta-Enxerto	5 de maio
11º Dia de Campo da Tangerina	20 de maio
38ª Semana da Citricultura, 42ª Expocitros e 47º Dia do Citricultor	6 a 9 de junho
23º Curso de Citricultura	4 a 8 de julho
7º Dia dos Citros de Mesa	1º de julho
8º Encontro de Citricultura na Região Sudoeste do Estado de São Paulo	27 de julho
22º Dia do Viveirista de Citros	11 de agosto
12º Curso de Doenças de Citros e seu Manejo	16 a 18 de agosto
International Citrus Congress (Foz do Iguaçu)	18 a 23 de setembro



Expediente

Informativo Centro de Citricultura

Conselho Editorial

José Dagoberto De Negri
Marcos Antonio Machado
Vivian Michelle dos Santos

Colaboração

Alessandra Alves de Souza
Hélcio Della Coletta Filho
Lais Moreira Granato
Marco Aurélio Takita
Marinês Bastianel
Rodrigo Marcelli Boaretto
Ronaldo José Durigan Dalio
Valdenice Moreira Novelli

Rod. Anhanguera, km 158
Caixa Postal 04, CEP 13490-970,
Cordeirópolis, SP
Fone/fax: (19) 3546-1399

www.centrodecitricultura.br
informativo@centrodecitricultura.br

