

O AGRÔNÔMICO

Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo - Volume 70 - 2018 - Série Técnica APTA - ISSN 0365-2726



**Bioeconomia: cultivando
a vida e colhendo o futuro**



IAC
INSTITUTO AGRÔNOMO
Transformando o
desenvolvimento sustentável
em realidade

Missão



Gerar e transferir ciência, **tecnologia** e produtos para otimização dos sistemas de produção **vegetal**, com responsabilidade ambiental, visando ao desenvolvimento **socioeconômico** e à segurança **alimentar** por meio da pesquisa, da formação de recursos humanos e da preservação do **patrimônio**.



www.iac.sp.gov.br

- 1** **PÁGINAS AZUIS**
Entrevista IAC
- 4** **CULTIVARES IAC**
- 6** **INFORMAÇÕES TÉCNICAS**
Bioeconomia: Promoção da horticultura urbana do século XXI
- 20** Manejo de Plantas Daninhas em Cana-de-Açúcar
- 27** A Importância da Normatização:
História da qualidade de vestimentas de proteção para aplicadores de agrotóxicos no Brasil
- 31** Importância do Melhoramento Genético na Produção de Alimentos Funcionais
- 39** O Melhoramento Genético e Manejo Cultural da Uva no Instituto Agrônomo
- 42** Laranjeiras Sanguíneas:
Potencialidades para Cultivo no Brasil
- 48** Cultivares de amendoim alto oleicos:
uma inovação para o mercado produtor e consumidor brasileiros
- 53** Sorgo-Vassoura de Porte Baixo IAC 10V50:
Tecnologia verde para produção de vassoura
- 58** Qualidade de Mudas de Seringueira:
Relação com a Pesquisa e Transferência de Tecnologia no Contexto da Bioeconomia
- 65** Uso Eficiente de Fósforo:
Necessidade e Desafio para uma Agricultura Sustentável do Século XXI
- 74** Tecnologias Eficazes na Pós-Colheita:
Qualidade Máxima, Desperdício Mínimo
- 81** **BALANÇO HÍDRICO**
Resenha Climatológica do Período de Maio a Outubro de 2017
- 83** **INSTITUCIONAL**
Pós-Graduação do Instituto Agrônomo (PPG-IAC)
- 85** Quarentenário IAC:
Atuação na Defesa Fitossanitária no Brasil
- 87** Laboratório de Fertilizantes e Resíduos (Instituto Agrônomo (IAC))

O Agrônomo v. 70 | 2018

Editorial

O Agrônomo v. 70 | 2018

Ao abordar conceitos como geração sustentável de emprego e renda, a Bioeconomia torna-se tema norteador das pesquisas voltadas aos desafios do século XXI. Nesse aspecto, esta edição do O Agrônomo descreve algumas das diversas ações realizadas no Instituto Agrônomo (IAC/APTA/SAA-SP) que visam gerar e transferir ciência, tecnologia e produtos para a melhoria dos padrões atuais e futuro de vida. Dessa forma, no O Agrônomo deste ano são abordados temas como (i) horticultura urbana, (ii) manejo de plantas daninhas e uso racional de defensivos agrícolas, (iii) melhoramento genético para produção de alimentos funcionais, (iv) tecnologia verde na produção agrícola sustentável, bem como (v) técnicas de pós-colheita para obtenção de qualidade máxima com desperdício mínimo. Embora apresentados de forma separada, o leitor rapidamente perceberá que esses cinco tópicos convergem à um objetivo comum: otimizar a produção vegetal com responsabilidade social, ambiental e econômica com vistas ao aprimoramento do bem-estar da população. Boa leitura.

Gabriel C. Blain
Patrícia Cia

Editores



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Agrônomo

Governador do Estado
Geraldo Alckmin

Secretário de Agricultura e Abastecimento
Arnaldo Jardim

Secretário-Adjunto de Agricultura e Abastecimento
Rubens Rizek Jr.

Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Orlando Melo de Castro

Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônomo
Sérgio Augusto Moraes Carbonell

O AGRÔNOMO

(Instituto Agrônomo)
Campinas, SP
1941-1; 1949-2011 1-63
(Série Técnica Apta)

A partir do v. 52, n. 1, faz parte da Série Técnica Apta da SAA/APTA.
A eventual citação de produtos e marcas comerciais não expressa, necessariamente, recomendação de seu uso pela Instituição.

É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte. A reprodução total depende de anuência expressa do Instituto Agrônomo.

O AGRÔNOMO

Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo
Volume 70 – 2018
Série Técnica APTA
ISSN 0365-2726
oagronomico@iac.sp.gov.br

Editores
Gabriel C. Blain
Patrícia Cia

Editoração e arte final eletrônica
Intermídia Serviços de Propaganda Ltda.

Revisão
Cecília Testa

Capa
Impulsa Comunicação

Fotos
Arquivo IAC | Shutterstock



Entrevista IAC

Deputado Arnaldo Jardim - Secretário de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

1 – Como o senhor avalia as contribuições que poderão vir dos institutos paulistas de pesquisa agropecuária para a bioeconomia?

Essa contribuição já existe, o que mostra que nossos institutos estão conectados com o que há de mais novo na pesquisa e atentos às necessidades do nosso produtor. A agropecuária no Estado de São Paulo é protagonista neste aspecto, com iniciativas tanto públicas quanto privadas que já levam em conta não apenas o lucro, mas também os desdobramentos e impactos de cada grão de arroz que nasce do solo, cada pé de cana que desponta no canavial. Há cerca de um ano, seguindo orientação e incentivo do governador Geraldo Alckmin, lançamos o Projeto de Políticas Públicas em Bioeconomia (PPPBio), trabalho conduzido pelo Agropolo Campinas-Brasil, com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e participação determinante dos institutos de pesquisa da Secretaria e um conjunto de entidades da pesquisa, academia e produção. O objetivo é multiplicar e transferir para o setor produtivo avanços tecnológicos, assim promovemos workshops que abordam temas como resíduos agrícolas e urbanos, biocombustíveis avançados, alimentos funcionais, agricultura de precisão e óleos e plantas aromáticas e medicinais.

2 – Os resíduos constituem um tema de grande importância para a bioeconomia, considerando aspectos de reciclagem, impactos ambientais e econômicos. O IAC tem trabalhos que visam ao aproveitamento de resíduos como fertilizante e também firmou parceria com a Prefeitura de Campinas para colaborar no reuso



de podas de árvores para compostagem no projeto Reciclar Verde. Como o senhor vê essas ações diante do potencial de transferência para outras localidades?

É um exemplo a ser seguido porque tem grande potencial de ser aplicado. Esse sistema de compostagem transforma 200 toneladas diárias de resíduos urbanos vegetais em compostos orgânicos. A expectativa é gerar cerca de 70 toneladas/dia de adubo – que serão utilizados em áreas do município e nos trabalhos do Instituto Agrônomo. É mais um exemplo do protagonismo e potencial inovador da pesquisa agropecuária paulista, que irradia ideias para todo o Brasil e chama atenção do mundo – como mostra a quantidade de missões internacionais que recebemos todos os anos interessadas em nossas tecnologias.



3 – O Agropolo Campinas-Brasil, como plataforma de inovação colaborativa, reúne o IAC, o ITAL, o IB e o IZ, além da própria Secretaria de Agricultura. É uma presença forte da SAA dentro de uma ação inovadora, certo?

Com certeza. É um fato inegável da preocupação do Governo do Estado de São Paulo com a pesquisa agropecuária. Sabemos que sem tecnologia não há aumento de produtividade, renda e agregação de valor, não se cuida tão bem da natureza. Sabemos disso e fazemos todos os esforços para que São Paulo continue sendo o centro da produção do conhecimento agropecuário para o Brasil. Um ótimo exemplo é o já citado PPPBio, que mostra a atualidade do trabalho desenvolvido por meio dessa parceria. A Bioeconomia chegou para unir responsabilidade e eficiência dentro de um conceito que se espalha em todos os mais urgentes assuntos atuais. Trata a conservação ambiental considerando as

mudanças climáticas, aumento de produtividade de alimentos para abastecer o mundo e geração de renda com valor agregado, garantindo sustentabilidade econômica e social. Seu desenvolvimento significa sermos capazes de atender às necessidades da sociedade moderna – como produtos e serviços – a partir da produção e transformação sustentáveis dos recursos biológicos. É preciso consciência para produzir, preocupação com o futuro e responsabilidade com todos. Queremos que a participação da economia sustentável cresça dos atuais 20% para 30% em 2025 e para 40% em 2050 em plano nacional. É um compromisso com o social, o econômico e o ambiental que tem na agricultura um papel decisivo e estrutural para sua consolidação.

4 – A competência técnica que existe em cada um dos institutos da Apta, individualmente, deverá ser potencializada pela soma das expertises com o terceiro setor para construir projetos inovadores por meio de PPPs. Recentemente, o aporte legal proporcionado pelas novas legislações e a criação dos NITs trouxeram maior segurança jurídica. Como o senhor avalia esse novo cenário?

As novas legislações facilitam a assinatura de convênios com o setor privado, viabilizando a inovação tecnológica. A produção científica paulista representa mais de 35% da produção brasileira. O Estado aplica em torno de 1,5% de seu Produto Interno Bruto (PIB) em pesquisa e desenvolvimento. É um investimento que, com os NITs, já rendeu três pedidos de patentes como titular; oito pedidos de patentes em cotitularidade junto ao Instituto Nacional de Pro-

priedade Industrial (Inpi); registro de quatro softwares de computador e de 25 cultivares de plantas; assinatura de cinco parcerias com empresas privadas; um registro de marca já em processo de regularização da titularidade; e três análises de patenteabilidade sendo feitas. Três contratos de licenciamento de patente estão em negociação; 10 termos de confidencialidade assinados com empresas; 11 workshops sobre inovação realizados para a comunidade científica; e quatro módulos de capacitação para as equipes dos NIT abrangendo 30 colaboradores. Vinte empresas e 24 pesquisadores foram atendidos.

5 – Como o Estado considera as prioridades no campo do agronegócio e da economia sustentável, em especial no universo da ciência?

Fomentar a inovação tecnológica é a comprovação do olhar atencioso do governador Geraldo Alckmin para a pesquisa agropecuária, responsável por ganhos ambientais, sociais e econômicos na produção de nosso Estado. As instituições de pesquisa da Apta garantem retorno à sociedade de até 11 vezes o valor investido. A Apta reúne cerca de 220 normas e procedimentos laboratoriais certificados ou acreditados pelo Inmetro com a norma ISO 17025, relacionada à qualidade. Nas 28 unidades da Apta Regional, cresceu a captação de recursos oriundos da prestação de serviço e comercialização de insumos de pesquisa, uma forma de transferência de tecnologia. Outro exemplo é a comercialização de abelhas rainhas para apicultores de todo o Brasil. A Apta Regional é a única instituição pública do País que realiza esse trabalho.

6 – A pesquisa científica é a base para o avanço da bioeconomia. Como o senhor avalia as contribuições paulistas, sobretudo nas áreas da segurança alimentar, da agroenergia e da sustentabilidade?

Em São Paulo, esses três temas citados se interligam. Há iniciativas como as tecnologias de controle biológico com os ácaros-predadores do Instituto Biológico, que combatem o ácaro-rajado – um dos principais problemas na cultura de flores ornamentais. Estudos que resultam ainda em carrapaticidas à base de alecrim, como o desenvolvido pela Apta. É uma alternativa sustentável ao uso de produtos químicos, que deixam resíduos no leite e na carne a serem consumidos pela população. Desenvolvemos também um sistema que garante sanidade ao solo e dispensa o uso de agentes químicos ao utilizar a solarização. Para o uso adequado de agroquímicos, desenvolvemos o Programa Aplique Bem. Com o Programa Nascentes de Holambra e Nascentes de Botucatu/Pardinho, estamos recuperando as águas paulistas. Em Holambra, a meta inicial é recuperar 4.464 hectares de matas ciliares, uma área equivalente a 5.400 campos de futebol, utilizando 6,3 milhões de mudas de espécies nativas. Em Botucatu, o projeto recuperará uma área equivalente a quase 86 estádios do Maracanã, onde está havendo cercamento e manutenção para consolidação da vegetação, com o objetivo de preservar as áreas de contribuição dos mananciais de água no município, recuperação de estradas rurais, terraceamento agrícola e instalação de fossas biodigestoras. Tudo isso é estratégico para o futuro da agricultura para manter solo, água e alimentos com qualidade.

7 – Quais devem ser as estratégias dos institutos da SAA para darem continuidade ao perfil da essencialidade e aproveitarem da melhor forma suas competências no meio científico e empresarial?

O cenário atual e futuro mostra uma pesquisa cada vez mais sofisticada, com a necessidade de investimentos cada vez maiores, com trabalho em equipes multidisciplinares e de várias instituições. Os ganhos de produtividade que permitiram a transformação do campo brasileiro basearam-se especialmente na genética, na química e na mecanização agrícola. Esse modelo ainda não esgotou suas potencialidades, mas a agricultura do século XXI exigirá novos paradigmas que garantam não somente maior produtividade, mas sistemas produtivos sustentáveis, em equilíbrio com as exigências ambientais, e exigências do padrão de consumo de alimentos da população. Para dar suporte tecnológico para essa nova agricultura, teremos que utilizar da biotecnologia e da engenharia genética, tecnologias de aproveitamentos de resíduos agroindustriais e de dejetos da produção agropecuária, ampliar o uso de sistemas de controle biológico de pragas e doenças, ampliar os sistemas integrados de produção, desenvolver novos sistemas de processamento e embalagens, garantindo qualidade sanitária, tempo de prateleira e redução de perdas de alimentos. Não basta acervo tecnológico e base científica acumulada, é preciso também manter equipe sempre qualificada.

Cultivares IAC



Dentre os dez novos cultivares lançados pelo Instituto Agrônomo, encontram-se cinco cultivares de cana-de-açúcar com características de produtividade e resistência, destinados aos mais diversos mercados. Listam-se também três cultivares de milho, um cultivar de feijão do “tipo preto” precoce e altamente produtivo e uma tangerina que apresenta frutos com baixo número de sementes.

Milho IAC 9015

Possui grão semidentado de cor alaranjada e florescimento masculino e feminino de 62 dias. Altura de planta com 2,28 m, altura de espiga 1,26 m, peso de 1000 sementes de 305 g e peso hectolítrico de 81,4 kg/100L. É tolerante ao herbicida Tembotrione, às ferrugens comum e polisor, à mancha foliar, à pinta branca, ao complexo de enfezamento do milho e à *Diplodia maydis*. Apresenta boa adaptação nos estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Milho IAC 130

Linhagem para a síntese do híbrido IAC 3330. Possui grãos do tipo semiduro de cor alaranjada e florescimento masculino e feminino de 62 dias. Altura de planta com 2,20 m, altura de espiga 1,2 m, peso de 1000 sementes de 350 g e peso hectolítrico de 83,0 kg/100L. Apresenta resistência moderada às ferrugens comum e polisor, à mancha foliar, à pinta branca e ao complexo de enfezamento do milho.

Milho IAC 33-9

É uma linhagem para a síntese do híbrido IAC 3330. Possui grãos do tipo semi-

dentado de cor alaranjada e florescimento masculino e feminino de 62 e 63 dias respectivamente. Altura de planta com 1,80 m, altura de espiga 0,90 m, peso de 1000 sementes de 300 g e peso hectolítrico de 80 kg/100L. É tolerante à seca e ao herbicida Tembotrione. Apresenta resistência moderada às ferrugens comum e polisor, à mancha foliar, à pinta branca e ao complexo de enfezamento.

Cana-de-açúcar IACSP 013127

Possui hábito de crescimento ereto, altura média/alta, diâmetro de colmo médio, internódios de comprimento médio, gema com pouca saliência nos nós, gema do tipo romboide e número de colmos de 11,82/m. Adaptado em todas as regiões canavieiras do estado de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso. Apresenta comportamento estável quanto ao ambiente de produção, ou seja, à medida em que melhora o ambiente de produção, ocorre aumento linear de produtividade. É resistente às ferrugens marrom e alaranjada, ao carvão, ao raquitismo, à escaldadura e ao mosaico da cana-de-açúcar.

Cana-de-açúcar IACSP 015503

Hábito de crescimento ereto levemente decumbente, altura, diâmetro de colmo médio, internódios de comprimento médio, gema com pouca saliência nos nós, gema do tipo redonda, número de colmos de 12,07/m. Adaptado em todas as regiões canavieiras do estado de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso. Apresenta comportamento estável quanto ao ambiente de produção, podendo ser colhido nas safras de outono, inverno e primavera. É

resistente à ferrugem marrom, ao carvão, ao raquitismo, à escaldadura e ao mosaico da cana-de-açúcar, sendo tolerante à ferrugem alaranjada.

Cana-de-açúcar IACCTC058069

Touceira com hábito de crescimento levemente decumbente, altura média-alta, diâmetro de colmo médio, internódios de comprimento médio, gema com pouca saliência nos nós, gema do tipo ovalada, número de colmos de 12,95/m em sistema de sequeiro e 13,55/m com irrigação complementar. Pode ser colhido nas safras de outono, inverno e primavera. Adaptado a diversos ambientes, sequeiro e irrigação complementar. Resistente às principais doenças: ferrugem, carvão, raquitismo, escaldadura e mosaico da cana-de-açúcar. Possui resistência intermediária à ferrugem alaranjada. Adaptado em todas as regiões canavieiras do estado de Goiás. Apresenta comportamento estável-responsivo quanto ao ambiente de produção, ou seja, à medida que melhora o ambiente de produção, ocorre aumento linear de produtividade.

Cana-de-açúcar IACCTC078008

Apresenta hábito de crescimento levemente decumbente, altura, diâmetro de colmo médio, internódios de comprimento médio, gema com pouca-média saliência nos nós, gema do tipo oval, número de colmos de 16,95 colmos/m em sistema de sequeiro e 15,45 colmos/m em sistema de irrigação complementar, apresentando alta população de colmos. É resistente às principais doenças da cultura: ferrugem, carvão, raquitismo, escaldadura e mosaico

da cana-de-açúcar. Sua resistência é intermediária quanto à ferrugem alaranjada. Adaptado em todas as regiões canavieiras do estado de Goiás. Também possui comportamento responsivo quanto ao ambiente de produção.

Cana-de-açúcar IACCTC078044

Cultivar com hábito de crescimento levemente decumbente, de excelente altura, diâmetro de colmo fino-médio, internódios de comprimento médio-longo, gema com pouca saliência nos nós, gema do tipo triangular, número de colmos de 17,50/m em cultivo de sequeiro e 15,50/m em cultivo com irrigação complementar, apresentando portanto alta população de colmos por hectare. Adaptado em todas as regiões canavieiras do estado de Goiás. Apresenta comportamento responsivo e possui resistência à ferrugem, carvão, raquitismo, escaldadura e mosaico da cana-de-açúcar, sendo tolerante à ferrugem alaranjada.

Feijão IAC Veloz

Considerando a precocidade e a produtividade obtida, tolerância aos patógenos da Antracnose e ao *Fusarium oxysporum* e principalmente por apresentar porte ereto de planta, o cultivar IAC Veloz é recomendado para o cultivo na época das “águas”, da “seca” e de “inverno” no estado de São Paulo, podendo ser recomendado também para a época das “águas” e da “seca” nos estados de Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Recomenda-se o espaçamento entre linhas de 50 cm e 12 plantas por metro linear, resultando em 240.000 plantas por hectare. A produtividade do cultivar IAC Veloz vai

depende da época de semeadura, região de cultivo e nível tecnológico do agricultor (adubação, controle de doenças e ervas daninhas, suprimento de água e demais fatores de produção). Cultivar do tipo preto, apresenta qualidade de grão semelhante aos cultivares atualmente recomendados ao setor produtivo, apresentando grão com tempo reduzido de cocção.

Tangerina IAC 2019 Maria

O cultivar IAC 2019 Maria é um híbrido obtido do cruzamento entre Tangor Murcote IAC e Laranja Pêra IAC. Caracteriza-se por apresentar árvores de porte médio (3,5 m), com produção média de 93 kg/planta e frutos de maturação precoce, com colheita entre abril e junho. Os frutos apresentam formato achatado, semelhante ao da Tangor Murcote IAC, coloração laranja intensa da casca e da polpa, com valores médios de massa de 169 g, 50% de rendimento em suco, teor de sólidos solúveis de 10 °Brix, acidez de 0,83 e ratio de 12,9.



Charleston Gonçalves¹
Adriano T. E. Aguiar²

¹ charleston@iac.sp.gov.br
Centro de Pesquisa Tecnológica
do Agronegócio de Horticultura, IAC.
² Centro de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio
do Café, IAC.

Bioeconomia:

Promoção da horticultura urbana do século XXI



Bioeconomia, o aumento da população mundial e a produção de alimentos

A bioeconomia pode ser definida como uma economia sustentável que reúne todos os setores da economia que utilizam recursos biológicos ou seres vivos. Esse mercado destina-se a oferecer soluções coerentes, eficazes e concretas para os grandes desafios sociais, como a crise econômica, as mudanças climáticas, a substituição de recursos fósseis, a segurança alimentar e a saúde da população.

Segundo a Federação das indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), essa atividade econômica é dependente de pesquisa multidisciplinar e visa a transformar o conhecimento e novas tecnologias em inovação para a indústria e para a sociedade. Dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD)

mostram que a bioeconomia movimenta, no mercado mundial, cerca de 2 trilhões de euros, o que gera cerca de 22 milhões de empregos.

Dentro da bioeconomia, existe a figura fundamental do agricultor. Esse profissional, agora chamado de empresário rural, precisa ter produtos em quantidade, com qualidade, no momento desejado pelo mercado para não ser excluído da cadeia produtiva, cada vez mais exigente e crescente. Portanto, dentro da agricultura do século XXI, produzir mais com menos é uma premissa.

Simultaneamente à exigência do mercado, a população mundial cresceu de 3 bilhões em 1959 para 6 bilhões em 1999, dobrando em 40 anos. As projeções do censo americano apontam para um crescimento mais lento, mas ainda contínuo no século XXI, chegando a 9 bilhões em 2042 (Figura 1).

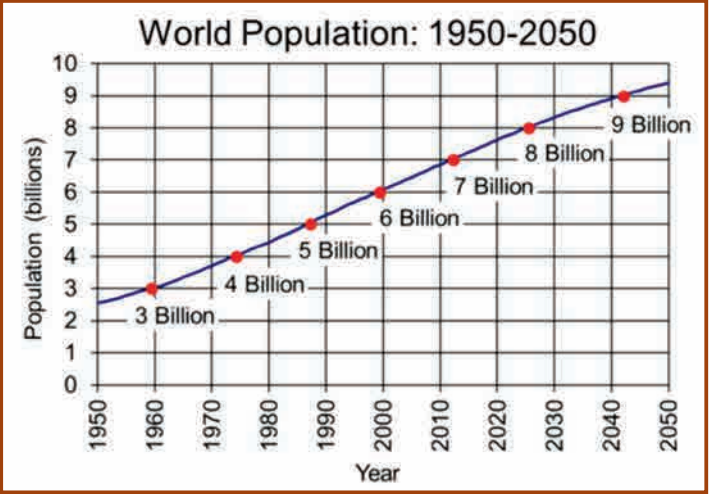


Figura 1. Projeção do crescimento da população mundial 1950-2050, segundo dados do censo Norte-Americano (2017). Fonte: https://www.census.gov/population/international/data/worldpop/graph_population.php

O crescimento contínuo da população mundial e o aumento no consumo dos alimentos demandarão incremento na sua produção em 70 a 100% até 2050, como discutido em diversos estudos.

Desse modo, temas relacionados ao aumento da população e à produção de alimentos, além da sustentabilidade do processo produtivo, são discutidos em diversas esferas da sociedade. A National Geographic Society, por meio de suas publicações, vem abordando o tema. Em meados de 2014, com o artigo “Comer: a nova revolução na alimentação” (<https://www.nationalgeographic.com/foodfeatures/feeding-9-billion/>), lançou uma plataforma exclusiva de reportagens (natgeofood.com) dedicada a discutir como nos alimentamos hoje e como podemos prover alimento para a crescente população mundial, além de abordar as mudanças climáticas e seus impactos nas regiões de produção.

Dentro das discussões atuais, a agricultura urbana e vertical *indoor*, sistemas de produção que facilitem o cultivo em ambientes fechados, economia de insumos, novos produtos ou genótipos mais produtivos e atrativos ao consumidor e a biofortificação agrônômica podem auxiliar a promover a agricultura do século XXI.

Agricultura urbana e cultivo vertical *indoor*

Considerando as tendências globais, como as alterações climáticas e a escassez de recursos, novas abordagens são necessárias para tornar as cidades mais sustentáveis, uma vez que o crescimento da urbanização é inevitável. A dinâmica do crescimento e do desenvolvimento urbano

tem colocado sérias questões de produção, processamento, transporte e consumo de alimentos. Assim, a produção de alimentos se encontra em um cenário desafiador: atender à rápida mudança na demanda por alimentos utilizando a mesma área (ou menos) agricultável com soluções sustentáveis para produção.

Uma das alternativas para enfrentar esse desafio é o uso de tecnologias que promovam a integração de produção de alimentos e grandes centros. Dessa forma, será possível auxiliar a mitigar o impacto do desenvolvimento urbano sobre a agricultura e o meio ambiente.

Nesse contexto, analistas de cenários futuros e empreendedores em todo o mundo compartilham uma visão de cidades como espaços de produção de alimentos a fim de atender a uma gama de necessidades sociais e ecológicas, o que tornou, nos últimos anos, a agricultura urbana um assunto de interesse de pesquisadores ao redor do mundo, além de ser tema de discurso público em alguns países.

A agricultura urbana é um meio de promover maior sustentabilidade às cidades e aproximar a produção de alimentos dos consumidores dos grandes centros, disponibilizando alimento fresco em quantidade e qualidade. A produção local de alimentos, além de aproximar produtores e consumidores, apresenta vantagens, como menor desperdício do produto, redução do custo financeiro com logística de distribuição, mitigação de impactos ambientais, como a redução da emissão de gases do efeito estufa e, ainda, contribui para a qualidade de vida pela inserção social e ambiental em grandes centros.

Dentro da agricultura urbana, um novo



Luis Felipe Villani Purquerio¹
Carolina Cinto de Moraes²
Thiago Leandro Factor³
Alex Humberto Calori⁴

1 Instituto Agrônomo – IAC/APTA, felipe@iac.sp.gov.br;
2 Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo – IAC/APTA, carolcmoraes@hotmail.com;
3 Polo Nordeste Paulista - DDD/APTA, factor@apta.sp.gov.br;
4 Aeroponica, contato.aeroponica@gmail.com



ramo vem se desenvolvendo nos últimos anos, a agricultura vertical, que consiste da produção de plantas dentro de uma estrutura localizada principalmente em centros urbanos, onde são adaptados espaços para produção em cultivo sem solo ou hidropônico. Segundo alguns autores, o conceito de agricultura vertical é uma expansão em larga escala da agricultura urbana dentro de um edifício. Esses mesmos autores ainda afirmam que um crescente número de projetos de agricultura urbana está sendo estabelecido utilizando espaços dentro dos prédios abandonados.

O cultivo *indoor* possibilita a produção em qualquer lugar sem luz, como salas existentes nos prédios de restaurantes, cozinhas industriais ou empresas localizadas dentro de grandes centros urbanos, aproximando o produto do consumidor final.

Em 1915, Bailey cunhou o termo 'agricultura vertical'. Desde então, arquitetos e cientistas, especialmente no final do século XX, trabalham a ideia de produzir alimentos em ambientes urbanos devido ao crescimento da população humana e às pressões exercidas sobre os recursos para a produção de alimentos. Cita-se o exemplo da Dinamarca, que foi o primeiro país, na década de 1950, a tentar cultivar agrião (*Nasturtium officinale*) em grande escala num ambiente fechado dentro de uma casa. Atualmente, a agricultura urbana vem atraindo atenção de empresários em vários países. Na Coreia do Sul, China, Cingapura, Itália, Holanda, Reino Unido, Jordânia, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos e Canadá, esse modelo agrícola vem avançando com maior velocidade. No Japão, Alemanha e Estados Unidos, a agricultura vertical *indoor* já é praticada para produ-

ção de alimentos em larga escala. Como exemplo, cita-se a fazenda urbana *Greenn Sense Farm*, nos Estados Unidos (<http://greensensefarms.com/>), que já utiliza o conceito de verticalização da produção, cultivando plantas de hortaliças folhosas e condimentares até a idade adulta (Figura 2). No Brasil, esse tipo de produção ainda não é explorado, no entanto já há um reconhecimento de que a agricultura urbana é promissora para o futuro.



Figura 2. Agricultura urbana com produção em larga escala, mostrando a verticalização do sistema e iluminação com LED (Diodo Emissor de Luz). Fonte: <http://www.greensensefarms.com/>

No cultivo *indoor*, existe a possibilidade de controle total das condições ne-

cessárias para alcançar ótimas produtividades, com vantagens sobre a agricultura tradicional no tocante à sazonalidade da produção (cultivo durante o ano todo) e ausência de perdas em função do clima, menor consumo de água (70-90%), otimização do espaço, bem como aumento na qualidade do produto pela ausência de contaminação biológica. Além disso, uma instalação ideal pode minimizar ou mesmo eliminar o uso de defensivos.

No entanto, o custo de implantação é o principal aspecto negativo no uso do cultivo *indoor* segundo diversos profissionais da área entrevistados no Reino Unido (Al-Chalabi, 2015), que afirmam que esta é uma área nova e mais estudos são necessários, principalmente com a redução de custos de tecnologias.

A produção hidropônica, em especial a aeropônica, pode ser um dos principais métodos para o cultivo vertical *indoor* para uma grande variedade de culturas, pois o consumo da água é muito menor em relação a outros sistemas de cultivo. Além disso, esse sistema de produção permite o melhor manejo de empilhamento de estruturas na agricultura vertical devido ao menor peso em comparação com lâminas de água nos sistemas DFT e NFT.

Devido aos avanços na tecnologia hidropônica e aeropônica, iluminação através de LEDs e energia fornecida por meio de painéis solares, é possível ter agricultura *indoor* nas cidades, o que propicia a criação de centros de produção e consumo integrados com as comunidades urbanas e suburbanas.

Pelo exposto, nota-se a importância e as vantagens da agricultura urbana no mundo e a possibilidade da sua verticalização para

otimizar o espaço de cultivo. No Brasil, existem poucos estudos no tocante à agricultura vertical *indoor*, sendo um campo aberto à pesquisa e ao desenvolvimento, além de negócios para empresas inovadoras.

Outro viés para a agricultura urbana, vertical, *indoor*, poupadores de insumo é o cultivo no espaço. Há décadas o espaço vem sendo explorado. Porém, na maioria das vezes, são enviadas sondas espaciais, que são naves sem tripulação, para a realização de estudos e experimentos. Após cumprir sua missão, as sondas, na maioria das vezes, não retornam ao planeta Terra.

Mais recentemente, entretanto, tem-se intensificado os esforços e os planos para a exploração do espaço e até de outros planetas por seres humanos. Um exemplo desse esforço é o projeto liderado pela equipe da Universidade do Arizona em parceria com a *Kennedy Advanced Life Support Research da NASA (National Aeronautics and Space Administration)*, chamado *Mars Greenhouse Project* (<https://www.nasa.gov/feature/lunar-martian-greenhouses-designed-to-mimic-those-on-earth>) (Figura 3).



Figura 3. Protótipo de estufa para a colonização de marte (A) e simulação do habitat (B). Fontes: <https://www.nasa.gov/feature/lunar-martian-greenhouses-designed-to-mimic-those-on-earth> e CEAC/Universidade do Arizona.



O protótipo envolve uma estufa agrícola inflável e desdobrável para apoiar a produção de plantas em sistema hidropônico, revitalização do ar, reciclagem de água e de resíduos. O processo é chamado de biogenerativo de sustentação da vida, porque prevê o máximo possível de sustentabilidade do sistema.

O protótipo prevê sistema híbrido de fornecimento de radiação para a fotossíntese, natural e artificial, sendo a luz solar capturada com o apoio de concentradores de luz que acompanham o sol e, em seguida, transportada até as plantas por meio de feixes de fibra óptica.

Apesar de aparentemente tratar-se de um filme de ficção científica, haja vista os desafios de cultivo em ambientes não terrestres, os esforços recentes da pesquisa mundial têm mostrado que em um futuro próximo talvez seja possível se produzirem alimentos em outros planetas.

Sistemas de produção: hidroponia e aeroponia

A hidroponia é um tipo de cultivo sem solo, em que é possível cultivar plantas com água e nutrientes ou apenas solução nutritiva. É uma técnica antiga. Os primeiros relatos de uso são datados de 600 a.c. nos jardins suspensos da Babilônia. Com séculos de aperfeiçoamento, passou de tecnologia rudimentar para técnica com potencial de uso para a produção de alimentos no espaço, inclusive em outros planetas, como descreve o objetivo do projeto CELSS (*Controlled Ecological Life Support System* - <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19910030115>). Os sistemas hidropônicos mais conhecidos são o *nutrient film technique* (NFT), o *deep flow*

technique (DFT), também chamado de *flo-ating* e aeropônico. No Brasil, predomina o sistema NFT, sendo a maior parcela para o cultivo de hortaliças folhosas, como alface, rúcula, almeirão, chicória, salsa, entre outras.

O sistema NFT é baseado no cultivo de plantas com circulação de solução nutritiva nas raízes com espessura laminar. A solução é bombeada para os canais de cultivo atravessando e retornando para o reservatório, constituindo um sistema fechado, ou seja, há o reaproveitamento da solução nutritiva. Dentre as vantagens do sistema NFT, destacam-se maior produtividade e velocidade de produção em relação às verificadas no cultivo convencional (solo), uso mais eficiente de água e fertilizantes, ausência de plantas daninhas, melhor qualidade do produto obtido, menor utilização de mão de obra, menor utilização de defensivos agrícolas. As desvantagens do sistema são o custo de instalação e manutenção, a dependência de energia elétrica e a exigência de conhecimento técnico para sua realização.

A aeroponia ou o cultivo aeropônico consiste na nebulização de gotículas (5 a 100 µm) de solução nutritiva nas raízes das plantas, que por sua vez estão suspensas no ar, em meio escuro, sem impedimento para o crescimento. O primeiro pesquisador a descrever esse tipo de cultivo de plantas no ar, com o objetivo de examinar o crescimento de raízes, foi Dr. Carter, em 1976. Quinze anos depois, Went (1957) cunhou o termo “aeroponia”.

As principais vantagens da aeroponia para o cultivo de plantas são maior oxigenação e menor impedimento físico para o crescimento das raízes, maior economia

de água (até 98%) e fertilizantes (até 60%), bem como facilidade de verticalização do cultivo, uma vez que não há uso de substratos e nem grandes quantidades de água na estrutura de cultivo que confiram peso e dificultem sua sustentação. Assim, o sistema aeropônico, construído com materiais leves, pode ser facilmente empilhado em prateleiras comerciais, como estantes e suportes metálicos, sendo uma excelente opção para o cultivo vertical *indoor*.

A aeroponia também apresenta desvantagens que devem ser levadas em consideração, como a vulnerabilidade à queda de energia, maior custo de investimento inicial e falta de informações para adoção e condução do sistema. Essa técnica já foi aplicada com sucesso, com ótima produtividade para diferentes espécies, incluindo alface, tomate, pepino, batata, plantas

medicinais, plantas ornamentais e flores, especificamente no Estado de São Paulo (<https://www.youtube.com/watch?v=a-J7RI06RtK4>).

Além de servir como sistema produtivo, a aeroponia tem sido utilizada para estudos sobre deficiências nutricionais, processos bioquímicos e moleculares nas raízes, desenvolvimento e exsudação das raízes, resposta da planta à salinidade e como ferramenta de seleção para o melhoramento genético de plantas.

Esse sistema produtivo pode ser montado na forma de módulos retangulares, painéis inclinados ou armações do tipo A e em tubos verticais de policloreto de vinila (PVC) (Figura 4). As raízes que ficam suspensas no escuro são pulverizadas com uma solução nutritiva em intervalos regulares (Figura 5).



Figura 4. Sistema de produção aeropônico para minitubérculos de batata em módulos retangulares (A), para *baby leaf* em painéis inclinados ou armações do tipo A (B) e para produção de hortaliças em tubos verticais (C). Fontes: Factor, T. L.; <https://www.aerospringgardens.com/>



Figura 5. Sistema radicular da planta de batata tuberezando em cultivo aeropônico. Fonte: Factor, T. L.



No Brasil, para o cultivo de hortaliças folhosas ou de *baby leaf*, nunca se estudou ou se desenvolveu sistema de produção aeropônico em escala comercial. A utilização desse sistema, pelas vantagens descritas, pode auxiliar a produtividade pelo aumento da densidade de plantas e verticalização de sistema de produção, entre outros fatores.

A equipe da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), mais especificamente do Instituto Agronomico de Campinas (IAC) e do Polo Nordeste Paulista, tem experiência com o sistema aeropônico, tendo desenvolvido a primeira estrutura aeropônica em escala comercial para produção de minitubérculos de batata semente, dentro do projeto “Desenvolvimento de sistema, avaliação da densidade de plantas e condutividade elétrica da solução nutritiva na produção de batata semente em aeroponia” (FAPESP nº 2012/50786-8). A orientação de um doutorado foi finalizada no início de 2017, na pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do IAC, tendo como resultado desenvolvimento de um sistema em dimensões comerciais de boa durabilidade e fácil manejo, assim como o aprimoramento do manejo nutricional e cultural da batata nesse ambiente e sistema de cultivo. Publicações decorrentes do projeto já estão à disposição, além de entrevistas em variadas mídias (Dia Rural/BAND-TV – Terra Viva http://tvuol.uol.com.br/videos/band-terra-viva_8tncj14f7l3t/; TVD Notícias <https://www.facebook.com/422692211134895/videos/694355483968565/?permPage=1>; Revista do Campo – RIT-TV <https://www.youtube.com/watch?v=aJ7RI06RtK4>).

O desenvolvimento tecnológico de um

sistema aeropônico para cultivo de hortaliças folhosas, com destaque para *baby leaf*, que possibilite posterior verticalização *indoor* é interessante para inserção e viabilização dessa forma de cultivo em grandes centros urbanos, como a cidade de São Paulo.

Novos produtos para o cultivo *indoor*: *baby leaf*, mini-hortaliças e *microgreens*

No Brasil, o consumo de hortaliças e frutas ainda é pequeno, com a média de 73,9 g por habitante por dia, segundo dados publicados da última Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF/IBGE. Quando comparado a alguns países desenvolvidos da Europa e América do Norte, a diferença é contrastante. A média de consumo nesses países é maior que 411,2 g por habitante por dia. Segundo recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da *Food and Agriculture Organization* (FAO), especialmente em países em desenvolvimento, é sugerida a ingestão de no mínimo 400 g de frutas e hortaliças (exceto as amiláceas) por dia para a prevenção de doenças crônicas como as cardíacas, câncer, diabetes e obesidade, bem como para suprimento de micronutrientes. Portanto, o Brasil tem muito para crescer no tocante à qualidade da alimentação da população.

Inovações como mini-hortaliças e *baby leaf* e *microgreens* podem ajudar a estimular a demanda de hortaliças por parte da população brasileira, inclusive das crianças, que têm simpatia por produtos de tamanho reduzido e de coloração diversificada, podendo ser uma contribuição para o combate da obesidade, principalmente a infantil. Esses produtos, pelo seu tamanho reduzido,

também têm grande possibilidade de cultivo na agricultura urbana vertical *indoor*.

As mini-hortaliças são hortaliças geneticamente miniaturizadas ou têm o tamanho reduzido por meio de processamento. As hortaliças *baby* são obtidas por meio de práticas culturais. No caso das folhas *baby* ou *baby leaf*, como são conhecidas, é realizada a colheita antecipada das folhas em relação ao tempo que tradicionalmente se costuma colher para o consumo, de modo que as folhas ainda são jovens e não estão expandidas completamente. As *microgreens* são plântulas jovens e tenras de dife-

rentes espécies herbáceas e aromáticas, colhidas entre 7 e 21 dias após a germinação, quando as folhas cotiledonares estão totalmente desenvolvidas e as primeiras folhas verdadeiras estão presentes.

O produto pode ser comercializado embalado, higienizado e pronto para o consumo *in natura* na forma de salada crua ou na forma de folhas soltas a granel. As folhas podem ser comercializadas separadamente por espécie ou na forma de *mix*, com folhas de diferentes espécies misturadas. A combinação de diferentes espécies oferece alto valor nutricional ao produto.



Figura 5. Minialface comercializada na forma de duas plantas por embalagem (A), *baby leaf* de rúcula comercializada com o sistema radicular para o consumo *in natura* (B), mix de espécies de *baby leaf* higienizada e pronta para o consumo *in natura* (C), comercialização a granel de *baby leaf* (D) e *microgreens* comercializadas separadamente e na forma de mix (E).





O cultivo de *baby leaf* pode ser realizado de diversas formas: no solo, dentro ou fora de ambiente protegido, e sem solo, em bandejas utilizadas para produção de mudas, em hidroponia NFT e até mesmo em aeroponia.

A produção de *baby leaf* em bandejas assemelha-se ao que é feito na produção de mudas de hortaliças folhosas, com cultivo em recipientes coletivos (bandejas). No caso de mudas, as plantas são cultivadas até a idade de transplante, pertinente a cada espécie. No caso da *baby leaf*, as plantas podem permanecer nos recipientes, por um período maior, até o momento da colheita, que também varia conforme a espécie cultivada e o comprimento da folha que se deseja para caracterizar o produto.

A fim de desenvolver sistemas para a produção de *baby leaf* em ambiente protegido no Brasil, as equipes do IAC e do Polo Nordeste Paulista desenvolveram projeto inicial que avaliou quatro diferentes espécies (alface, agrião, beterraba e rúcula) em bandejas para produção de mudas com diferentes volumes de células (15, 24, 27, 31, 55, 70 e 100 cm³). Como resultado, verificou-se a possibilidade da produção de *baby leaf* em bandejas, com destaque para as de volumes de célula de 24, 27 e 31 cm³, dependendo da espécie utilizada.

Posteriormente, com financiamento do CNPQ (Universal - 477615/2011-2), foi dada continuidade ao desenvolvimento do sistema de produção em bandejas para *baby leaf*, com avanços no reaproveitamento do substrato utilizado. Verificou-se a possibilidade de até três reusos do substrato de fibra de coco no cultivo de alface, bem como a eficiência da solarização na eliminação dos patógenos *Pythium apha-*

nidermatum e *Rhizoctonia solani*.

Entre os métodos de cultivo hidropônico, o sistema de *floating*, o NFT e a aeroponia podem ser utilizados para produção de *baby leaf*. No sistema NFT, também foi realizada pesquisa com financiamento do CNPQ (Universal - 477615/2011-2), visando ao seu desenvolvimento. Foram estudadas diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva e espaçamento entre plantas para alface, agrião, beterraba e rúcula. Verificou-se para agrião, beterraba e rúcula que a condutividade elétrica de 1,6 mS cm⁻¹ possibilitou as maiores produtividades de 5,5; 4,1 e 3,3 kg m⁻². Para alface, verificou-se 3,1 kg m⁻² com 1,4 mS cm⁻¹, condutividade inferior à observada para as demais espécies. Com relação ao espaçamento entre plantas, as maiores produtividades para todas as espécies foram observadas no menor espaçamento de 2,5 cm.

Em virtude de a *baby leaf* ser um novo produto no Brasil, que ainda atende a um nicho de mercado, seus sistemas de produção ainda não estão consolidados, e os produtores estão realizando adaptações para atender à demanda de mercado, como pode ser verificado no programa “Mini-hortaliças: nova tendência de mercado” (<https://www.youtube.com/watch?v=g1YQSE0S-qoQ>), porém ainda sem o suporte adequado fornecido pela pesquisa em todas suas etapas, apesar do desenvolvimento gerado com as pesquisas supracitadas.

No caso do crescimento da demanda do produto, existe a possibilidade de utilização de todos os sistemas de produção citados anteriormente, porém há necessidade de pesquisa para seu aprimoramento, bem como para o desenvolvimento de novos equipamentos, como máquinas

para plantio e colheita, que possibilitem a produção em escala.

Pelas características apresentadas anteriormente, o sistema aeropônico é uma das opções mais interessantes para a produção de minialface e *baby leaf* no cultivo vertical *indoor*, porém, no Brasil, esse sistema de cultivo nunca foi estudado ou construído em escala comercial com essa finalidade.

Biofortificação agrônômica e as hortaliças folhosas

Uma grande preocupação entre os profissionais da agricultura é aumentar a produtividade das culturas para atender à demanda de alimentos da população mundial; assim, técnicas de cultivo e de melhoramento genético de cultivares resistentes a condições adversas vêm sendo estudadas e desenvolvidas. Houve aumento da produtividade em diversos locais, porém, além das características produtivas, é importante considerar a qualidade nutricional dos alimentos produzidos, a qual tem sido negligenciada. Esse fenômeno, segundo alguns autores, tornou-se o principal responsável pelo aumento dos casos de desnutrição em seres humanos.

A baixa ingestão dietética do zinco, por exemplo, ocorre em decorrência dos baixos teores desse nutriente nos alimentos, sendo uma das principais razões para a deficiência do zinco na população humana. Sua deficiência prevalece nos países de baixa e média renda, o que prejudica uma vasta gama de funções bioquímicas e fisiológicas, provocando diversos tipos de câncer, infertilidade, diminuição de massa, queda de cabelo, unhas deformadas, perda do paladar, atraso no desenvolvimento esquelético, mental e maturidade sexual, di-

minuição da capacidade de aprendizagem, dermatites, diarreia persistente, diminuição do sistema imunológico e alta suscetibilidade a doenças infecciosas e dificuldade na cicatrização das feridas. Estima-se que pelo menos um terço da população mundial sofra com a deficiência de zinco, principalmente crianças. Cerca de 800.000 mortes por ano no mundo entre crianças menores de cinco anos podem estar associadas a essa deficiência.

Sendo assim, aumentar a concentração de nutrientes nas plantas de culturas alimentares, visando a uma melhor produtividade e a uma melhoria da saúde humana, é um importante desafio da agricultura do século XXI.

Uma estratégia seria o enriquecimento de nutrientes nas partes comestíveis das plantas cultivadas, o qual pode ser feito através de engenharia genética ou a partir de métodos agrícolas, em especial a fertilização, que é conhecida como biofortificação e tem como objetivo aumentar as concentrações biodisponíveis de micronutrientes nos alimentos. Assim, a ingestão de alimentos biofortificados pode manter teores adequados do nutriente no organismo humano, além de incrementar a produtividade das culturas em solos inférteis.

A biofortificação exige que a pesquisa agrícola seja vinculada aos setores de saúde e nutrição humana, o que requer uma abordagem de pesquisa multidisciplinar, ou seja, os cientistas devem estar abertos a ultrapassar as fronteiras disciplinares, além de consolidar estratégias de financiamento à pesquisa.

O melhoramento genético convencional tem sido o principal foco de programas para biofortificar as culturas alimentares





básicas com níveis suficientes de carotenoides de ferro, zinco e provitamina. Um dos grandes promotores da biofortificação genética é o programa *HarvestPlus*, uma aliança global de instituições e cientistas que procuram desenvolver novas variedades de feijão, mandioca, milho, arroz, batata doce e trigo que apresentam maiores teores de zinco, ferro e vitamina A, nutrientes essenciais que mais faltam na dieta humana, segundo a *World Health Organization*. Dentro do *HarvestPlus*, foi criado o *HarvestZinc*, que desenvolve estratégias de uso de fertilizantes aplicados ao solo e foliares para melhorar a concentração de zinco em trigo e arroz na China, Índia, Tailândia, Paquistão, África do Sul e Brasil; dessa forma, esse programa disponibiliza materiais e tecnologias de cultivo para a obtenção de alimentos mais nutritivos, além de produtivos.

A biofortificação de micronutrientes em alimentos por meio de fertilizantes, como a conduzida pela *HarvestZinc*, é denominada biofortificação agrônômica, uma solução rápida para a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos e que pode ser considerada uma complementação para o sucesso dos programas de biofortificação genética. Existe, portanto, a necessidade de unir o potencial genético das culturas com estratégias de adubação. A biofortificação agrônômica tem sido bastante estudada em algumas culturas, principalmente para grãos e cereais, o que é sensato, uma vez que essas culturas representam a maioria das calorias consumidas, especialmente em países em desenvolvimento, onde a necessidade de biofortificação é predominante. No entanto, uma estratégia complementar seria a biofortificação de

hortaliças folhosas atrelada à promoção do consumo, pois estas contêm muito mais zinco, por exemplo, do que os cereais.

Estudos indicam que as famílias *Brassicaceae*, *Euphorbiaceae* e *Asteraceae*, nas quais há uma vasta gama de espécies de hortaliças folhosas, contêm uma alta porcentagem de plantas hiperacumuladoras de elementos minerais. Plantas hiperacumuladoras são definidas como tendo concentrações de 50 a 100 vezes maiores de um elemento em relação às da vegetação que a circunda, ou equivalente a 100-10.000 mg do elemento por kg de massa seca.

Ainda há poucos estudos com biofortificação em hortaliças, no entanto sabe-se que algumas espécies desse grupo podem contribuir substancialmente para a ingestão dietética de micronutrientes, apesar do baixo teor calórico.

A alface, por exemplo, pertence à família de plantas hiperacumuladoras de zinco e está entre as espécies de plantas que toleram altas concentrações desse elemento. Em estudo prévio com cultivares do grupo crocante, houve indicação de que a cv. *Saladella*, lançada recentemente no mercado, tem potencial para o acúmulo de zinco, uma vez que o teor foi aproximadamente 25% maior em relação à cv. *Vanda* do tipo crespa, comumente consumida no Brasil. Esse novo cultivar apresenta características diferenciais que incentivam o consumo, como sabor adocicado e crocância, e, associado à biofortificação, pode trazer grande contribuição no combate à má nutrição de zinco em adultos e crianças.

Quando se trata de *baby leaf*, o produto por si só é potencial para a melhoria da nutrição humana, principalmente infantil, e se fizer parte de programas de pesquisa

com biofortificação, sua contribuição para a saúde da população deverá ser ainda maior.

Considerações Finais

O panorama traçado neste artigo ilustra não apenas a importância atual da bioeconomia da horticultura ligada ao cultivo sem solo no mundo, mas também deixa claro seu enorme potencial de crescimento no Brasil. Apesar de as primeiras iniciativas apontarem para a direção correta, ainda há muito por fazer e desenvolver. Além disso, o ritmo de implantação de novas medidas em prol do desenvolvimento de uma bioeconomia nacional deve ser intensificado, sob pena de o país perder oportunidades.

O cultivo protegido convencional (cultivo em estufas agrícolas) teve um rápido crescimento nos últimos anos em vários países, inclusive no Brasil. No entanto, o cultivo de plantas *indoor* ou em ambientes fechados ainda é incipiente no país, restrito a algumas iniciativas pontuais. Isso se deve, em boa parte, ao fato de existir no país muitas áreas agricultáveis e água suficiente para alimentar a população. Todavia, os últimos anos de crise hídrica e os conflitos pela água no Brasil reforçam a necessidade de se estudarem e se desenvolverem sistemas mais eficientes e racionais de produção de alimentos.

Nesse sentido, o cenário da agricultura do século XXI propõe grande desafio à ciência e à cadeia produtiva, pois necessitamos de multidisciplinaridade para produzir mais com menos e assim atingir alta produtividade de alimento com excelente qualidade, visando ao fortalecimento da nutrição humana, num cenário de população crescente. Dentro de diversas possibilidades para superar o presente desafio, a agricultura ur-

bana vertical *indoor*, com suas ferramentas de produção e produtos diferenciados, e a biofortificação podem e devem ser unidas para atingir esse objetivo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa Agrícola do Estado de São Paulo – FAPESP, (processos 2008/52305-1; 2009/01017-9; 2011/01407-1 e 2012/50786-8) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo apoio (processo 477615/2011-2).

Referências

- AL-CHALABI, M. Vertical farming: Skyscraper sustainability? *Sustainable Cities and Society*. 18: 74-77, 2015.
- ANDA, J.; SHEAR, H. Potential of vertical hydroponic agriculture in Mexico. *Sustainability* 140:2-17, 2017.
- BIDDINGER, E. J. Physiological and molecular responses of aeroponically grown tomato plants to phosphorus deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 123: 33033, 1998.
- BOHN, K.; VILJOEN, A. The edible city: Envisioning the continuous productive urban landscape (CPUL). *Field Journal*. 4: 149-161, 2011.
- BROCK, A. 2008. Room to grow: Participatory landscapes and urban agriculture at NYU. New York: New York University.
- CAETANO, M. Fazendas urbanas avançam em Tóquio, no Japão. 2011. *Revista Globo Rural*. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI184581-18281,-00-FAZENDAS+URBANAS+AVANCAM+EM+TOQUIO+NO+JAPAO.html>.
- CALORI, A. H. Cultivo de baby leaf em sistema hidropônico NFT em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e do espaçamento entre plantas. 2013. 72 f. Dissertação (Mestra-





do) – Instituto Agrônomo – IAC, Campinas.

CALORI, A.H.; FACTOR, T.L.; FELTRAN, J.C.; PURQUERIO, L.F.V. Aeroponia pode inovar a produção de minitubérculos de batata no Estado de São Paulo. *O Agrônomo* 66:42-51, 2014.

CALORI, A.H.; FACTOR, T.L.; LIMA JUNIOR, S.; MORAES, L.A.S.; BARBOSA, P.J.R.; TIVELLI, S.W.; PURQUERIO, L.F.V. Condutividade elétrica da solução nutritiva e espaçamento entre plantas na produção de beterraba e alface. *Horticultura Brasileira* 32:426-433, 2014.

CALORI, A.H.; MORAES, L.A.S.; PURQUERIO, L.F.V.; FACTOR, T.L.; JÚNIOR, S.L.; TIVELLI, S.W. Electric conductivity and space between plants on baby leaf production in NFT hydroponic system inside greenhouse. *Acta Horticulturae* 1:303-310, 2015.

CALORI, A.H.; FACTOR, T.L.; FELTRAN, J.C.; WATANABE, E.Y.; MORAES, C.C.; PURQUERIO, L.F.V. Electrical conductivity of the nutrient solution and plant density on seed potato production in aeroponic system under tropical conditions (winter/spring). *Bragantia* 76:23-32, 2017.

CAPLOW, T. Building integrated agriculture: Philosophy and practice. In Heinrich Böll Foundation (ed.). *Urban Futures 2030: Urban Development and Urban Lifestyles of the Future*. Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin, Germany. p. 54-58, 2009.

CHANG, D.C.; PARK, C.S.; KIM, S.Y.; LEE, Y.B. Growth and Tuberization of Hydroponically Grown Potatoes. *Potato Research*. 55: 69-81, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s11540-012-9208-7>.

CHIIPANTHENG, M.; MALIRO, M.; DEMO, P.; NJOLOMA, J. Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* L.) seed in developing countries. *African Journal of Biotechnology*. 17: 3993-3999, 2012.

DESPOMMIER, D. Cities dream of a second agricultural revolution. *Space Magazine* 488: 103-105, 2008.

DESPOMMIER, D. The rise of vertical farms. *Scientific American*. 301: 80-87, 2009.

DESPOMMIER, D. The vertical farm: feeding the

world in the 21st century. Macmillan, 2010.

DESPOMMIER, D. Farming up the city: the rise of urban vertical farms. *Trends in biotechnology*. 31: 388-389, 2013.

DI GIOIA, F.; Renna, M.; Santamaria, P. Sprouts, Microgreens and baby leaf vegetables. In: *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, Springer US, Editors: Fatih Yildiz, Robert C. Wiley, p.403-432, 2017.

DUTRA, M. Fazendas urbanas: como a tecnologia pode colocar alimentos orgânicos baratos no seu prato. 2015. Disponível em: <http://www.hypeness.com.br/2015/04/fazendas-urbanas-porque-elas-podem-resolver-o-nosso-problema-de-producao-de-alimentos-em-alta-escala/>.

FACTOR, T. L. Produção de minitubérculos de batata-semente em sistemas hidropônicos NFT, DFT e Aeroponia. 120f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ - UNESP: FCAV, Jaboticabal, 2007.

FACTOR, T. L., KAWAKAMI, F. P. C. & IUNCK, V. Produção de minitubérculos básicos de batata em três sistemas hidropônicos. *Horticultura Brasileira*, 25, 82-87, 2007.

FACTOR, T.L.; CALORI, A.H.; FELTRAN, J.C.; PURQUERIO, L.F.V. Aeroponia pode inovar a produção de minitubérculos de batata no Estado de São Paulo. *O Agrônomo*. 64-66: 42-61, 2014.

FACTOR, T.L.; CALORI, A.H.; PURQUERIO, L.F.V.; FELTRAN, J.C.; BARBOSA, P.J.R.; GONÇALVES, G.S.; MARTINS, J.G.M. Novo sistema de aeroponia para a produção de minitubérculos de batata-semente no Brasil. I – Descrição do sistema. *Revista Batata Show*. 40: 25-29, 2014.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. Produção de alface em hidroponia. *Lavras: UFLA/FAEPE*, 1996. 50 p.

FAQUIM, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente pro-

tegido. *Informe agropecuário* 20:99-104, 1999.

FARRAN, I.; MINGO-CASTEL, A. Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research*. 83: 47-53, 2006.

FISCHETTI, M. Growing vertical. *Scientific American*. 18: 74-79, 2008.

FOLEY, J. Feeding the world. 2014. *National Geographic Magazine*. Disponível em: <http://www.nationalgeographic.com/foodfeatures/feeding-9-billion/>.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L.C. P; BOLONHEZI, D; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Instituto Agrônomo (Boletim Técnico 180), 1999. 52p.

FUTURE IQ PARTNERS. The future of food: feeding the world – the coming food revolution. 2016. Disponível em: <http://www.aedg.org/wp-content/uploads/Future-iQ-Partners-Future-of-Food.pdf>

GERICKE, W. The Complete Guide To Soilless Gardening. 2010.

GODFRAY, H.C.J.; BEDDINGTON, J.; CRUTE, I.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. et al. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327: 812-818, 2010.

GRANATH, B. Moon or mars: lunar, matian, greenhouse designed to mimic those earth. *Kennedy Space Center's Magazine*. NASA, 5:28-29, 2017.

HAYDEN, A.L.; YOKELSON, T.N. Aeroponics: an alternative production system for highvalue root crops. *Acta Horticulturae*. 629: 207213, 2004.

IBGE – Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/default.shtm

JENSEN, M.H.; COLLINS, W.L. Hydroponic vegetable production. *Horticultural Reviews*. 7: 458483, 1985.

MATEUS-RODRIGUEZ, J.R.; HAAN, DE S.; ANDRADE-PIEDRA, J.L.; MALDONADO, L.; HAREAU, G.; BARKER, I.; CHUQUILLANQUI, C.; OTAZÚ, V.; FRISANCHO, R.; BASTOS, C.; PEREIRA,

A.S.; MEDEIROS, C.A.; MONTESDEOCA, F.; BENÍTEZ, J. Technical and Economic Analysis of Aeroponics and other Systems for Potato Mini-Tuber Production in Latin America. *American Journal of Potato Research*. 90: 357-368, 2013.

MOLITOR, H.D.; FISHER, M.; PAPADOULOS, A.P. Effect of several parameters on the growth of chysanthemum stock plants in aeroponics. *Acta Horticulture* 481: 179186, 1999.

MORAES, L.A.S.; CALORI, A.H.; FACTOR, T.L.; PATRICIO, F.R.A.; GHINI, R.; ABREU, M.F.; PURQUERIO, L.F.V. Baby leaf lettuce production in trays with reused and solarized substrate. *Horticultura Brasileira* 34:491-497, 2016.

NEHER, C. Fazenda urbana em Berlim produz verduras e peixes em larga escala. 2015. *BBC Brasil*. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150309_fazenda_urbana_berlim_cn

NELLEMANN, C. (Ed.). *The environmental food crisis: the environment's role in averting future food crises: a UNEP rapid response assessment*. UNEP/Earthprint, 2009.

PARK, H.S.; CHIANG, M.H. Effects of form and concentration of nitrogen in aeroponic solution on growth, chlorophyll, nitrogen contents and enzyme activities in *Cucumis sativus* L. plant. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 38: 642646, 1997.

POTHUKUCHI, K.; KAUFMAN, J.L. Placing the food system on the urban agenda: The role of municipal institutions in food systems planning. *Agriculture and Human Values*. 16: 213-224, 1999.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 25, p. 464-470, 2007.

PURQUERIO, L. F. V.; MELO, P. C. T. Hortaliças Pequenas e saborosas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 29, p.1-1, 2011.

PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S. W.; SANCHES, J.; CIA, P. Baby leaf, uma tendência de merca-

do? *O Agrônomo* 63:12-14, 2011.

PURQUERIO, L. F. V.; NASCIMENTO, W. M. Programa Dia de Camo na TV - Mini-hortaliças: nova tendência de mercado, 2015. Disponível em: < <http://https://www.youtube.com/watch?v=gIYQSE0SgoQ&list=PLuNMNJOfpC8L-JmWXZ2gYI3GYZe6pKNvwa>

PURQUERIO, L.F.V.; CALORI, A.H.; MORAES, L. A. S.; FACTOR, T. L.; TIVELLI, S. W. Produção de baby leaf em bandejas utilizadas para produção de mudas e em hidroponia NFT. In: NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B. (Org.). *Produção de mudas de hortaliças*. Brasília: Embrapa, p.221-253, 2016.

RITTER, E.; ANGULO, B.; RIGA, P.; HERRÁN, J.; RELLOSO, J.; SAN JOSE, M. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research*. 44: 127-135, 2001.

ROYAL SOCIETY OF LONDON. *Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture*. Royal Society, London, 2009.

SPECHT, K.; SIEBERT, R.; HARTMANN, I.; FREISINGER, U.B.; SAWICKA, M.; WERNER, A.; DIERICH, A. Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and Human Values*. 31: 33-51, 2014.

THOMAIER, S.; SPECHT, K.; HENCKEL, D.; DIERICH, A.; SIEBERT, R.; FREISINGER, U. B.; SAWICKA, M. Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems*. 30: 43-54, 2014.

UNITED NATIONS. *World population to 2300*. New York: Department of Economic and Social Affairs, United Nations, 2004.

ZANDONADI, V. Profissões do futuro: agricultura urbana. 2015. *O Estado de S. Paulo*. Disponível em: <http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral/profissoes-do-futuro-agricultura-urbana,1751145>.

Manejo de Plantas Daninhas em Cana-de-Açúcar



Introdução

Plantas daninhas, plantas infestantes ou mato são sinônimos para designar espécies vegetais dotadas de características de agressividade e que quando estabelecidas em canaviais interferem sobre seu desenvolvimento, podendo até mesmo reduzir a produtividade agrícola, principalmente devido à elevada capacidade de competição pelos recursos do meio (nutrientes, água e luz) e produção de substâncias tóxicas que dificultam a formação dos pelos absorventes nas raízes da cultura, chamadas de aleloquímicos ou substâncias alelopáticas.

Nos cultivos com cana-de-açúcar, são inúmeras espécies daninhas que se estabelecem, mas, geralmente, *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Ipomoea spp* (cordas-de-viola), *Merremia spp* (cipós), *Mucuna aterrima* (mucuna-preta), *Ricinus communis* (mamona), *Panicum maximum* (capim-colonião), *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária), *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) e *Rottboelia cochinchinensis* (capim-camote) são as mais frequentes.

Quanto maior o tempo de convivência das infestantes com a cultura, maior será o impacto causado, particularmente se a convivência ocorrer nos primeiros 90 dias do ciclo do canavial. Na literatura, são relatados prejuízos de até 85% sobre as soqueiras e até 100% sobre cana-planta.

O manejo praticado pelo profissional deve objetivar manter o canavial livre da convivência com as plantas daninhas, de modo que o desenvolvimento da cultura não seja influenciado negativamente. Há diferentes formas para se manter o cana-

vial livre da convivência com as plantas daninhas, como a capina manual, o controle mecânico e o químico.

A capina manual é o mais antigo dos métodos de controle, sendo ainda praticado. Essa modalidade é onerosa e usada apenas por grandes grupos do setor sucroenergético que objetivam a produção da cana orgânica. O controle mecânico, realizado com máquinas agrícolas, é praticado por considerável parte dos profissionais, porém os resultados são pouco eficientes. O controle químico, realizado pela aplicação de herbicidas, é amplamente utilizado devido ao baixo custo associado a benefícios interessantes.

Nesse cenário, diferentes pesquisas com o objetivo de apresentar herbicidas seletivos à cultura e direcionados à flora daninha dos canaviais têm sido desenvolvidas no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Particularmente, no Centro de Cana, o projeto de matologia (ligado ao Programa Cana IAC), em parceria com órgãos de fomento (Fapesp) e iniciativa privada, desde 2005, possibilitou o desenvolvimento de inúmeras pesquisas. Dentre elas, destacam-se as pesquisas com manejo de plantas daninhas com moléculas herbicidas inéditas (indaziflan, bicyclopyrone), formulações novas de herbicidas (diurom+sulfentrazone, tebuthiuron+sulfentrazone, imazapique “spin”), dissertações e teses em programas de pós-graduação do IAC, levantamento de plantas daninhas, seletividade de herbicidas para cana energia, cana-de-açúcar e mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, além do uso da eletroforese para estudos de seletividade de herbicidas. As pesquisas realizadas culminaram no desenvolvimento de um protocolo que

auxilia o produtor quanto ao posicionamento correto de herbicidas nos canaviais.

O protocolo é sustentado sobre quatro importantes pilares: a identificação das plantas daninhas, a época da aplicação, a físico-química dos herbicidas e a dose a ser ministrada. Assim que entendida cada uma das etapas por parte do produtor ou técnico, sua vivência de campo é enriquecida e a possibilidade de usar mais corretamente os herbicidas é evidente. Como consequência, a produtividade e a qualidade dos colmos nos canaviais serão aumentadas, bem como a geração de dividendos.

O objetivo é proporcionar ferramentas na forma de conhecimento, pois quando o profissional entende os conceitos básicos da dinâmica do herbicida no solo e na planta, por si só pode escolher os herbicidas mais aptos ao manejo de plantas daninhas no canavial. Com isso, a eficácia do controle sobre a flora daninha, a seletividade do herbicida sobre a cultura, o período residual no solo e a preservação dos recursos ambientais serão otimizados. O profissional, calcado em critérios técnicos-científicos, deixará de recomendar herbicidas e passará a posicionar herbicidas.

Informações técnicas

Para o correto manejo químico de plantas daninhas, como primeira etapa, o profissional precisa identificar as espécies daninhas predominantes no canavial e planejar a época da aplicação dos herbicidas. Também será necessário conhecer as características químico-físicas das moléculas e a dose a ser usada. Para fins didáticos, as quatro etapas necessárias ao posicionamento dos herbicidas são representadas na Figura 1, na qual se observa

um frasco com herbicida alocado sobre uma mesa.

Cada pé da mesa representa uma das etapas; se alguma delas for negligenciada, um dos pés da mesa se quebra e parte do herbicida será perdida. Quanto mais precisas forem as informações, mais eficazes serão os resultados de controle; ao contrário, a negligência de qualquer uma das etapas resultará em menor eficácia de controle sobre as plantas daninhas.

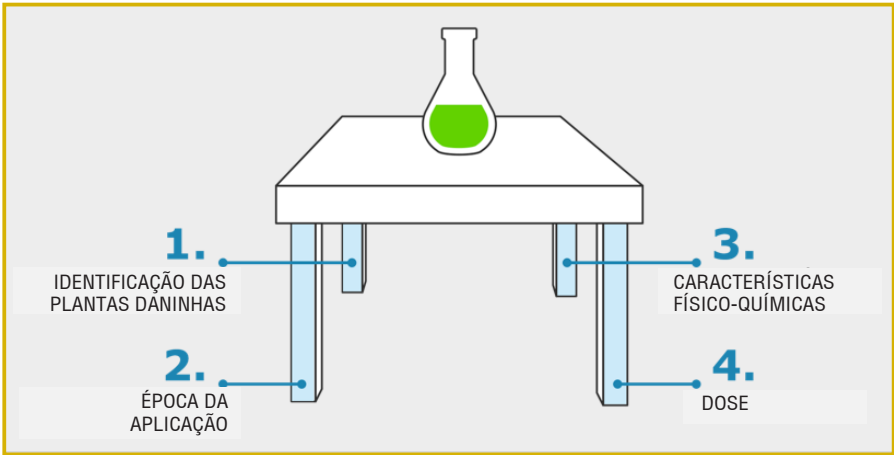


Figura 1. Critérios para recomendação de herbicidas em cana-de-açúcar. Instituto Agrônomo, 2017.

Na primeira etapa, sugere-se que o produtor monitore todos os anos a infestação de seus canaviais de modo a identificar as espécies mais representativas na comunidade infestante. Para isso, o produtor deve agrupar os canaviais em subáreas de 50 a 60 hectares. Ao considerar que talhões de cana-de-açúcar possuem entre 8 e 15 hectares, cada subárea será constituída por aproximadamente 3 a 5 talhões.

Definidas as subáreas, deve-se eleger um talhão para representá-las, no qual serão alocados aleatoriamente de 3 a 5 pontos

PqC Dr Carlos Alberto Mathias Azania¹

¹ pesquisador científico, azania.carlos@gmail.com



sem a aplicação do herbicida. Cada ponto será um tratamento testemunha, que deve ter dimensão de no mínimo 7 linhas de 10 a 15m de comprimento. Dentro de cada tratamento testemunha, é importante que seja identificado o número de espécies de plantas daninhas que representa entre 90 e 95% da infestação do canavial. Geralmente, 4 a 5 espécies serão predominantes na comunidade infestante e juntas representarão até 95% da infestação (Figura 2). Sugere-se que o levantamento a campo seja feito com intervalos de 30 dias até o fechamento do canavial, que geralmente ocorre próximo aos 120 dias do plantio ou colheita. A forma de identificar as plantas daninhas é visual, seguindo adaptações feitas nas tabelas de cobertura vegetal existentes na literatura.

Para cada parcela testemunha, o profissional deve caminhar pela área e aplicar notas sobre a cobertura das plantas daninhas presentes na superfície do solo, a partir de escala com variação de 0 (zero) a 100%, sendo 0% correspondente à ausência de plantas daninhas e 100% para a total cobertura do solo pelas infestantes. Exemplo: 85% de cobertura de solo representa que 85% da área da testemunha esteja coberta por plantas daninhas.

Na segunda observação, identificam-se as 4 ou 5 plantas daninhas mais presentes na parcela testemunha, na sequência atribui-se uma nota de 0 a 100% para cada espécie de modo que a soma das notas não superem 100%. Exemplo: a parcela testemunha apresentou área coberta de 85% (primeira nota), sendo a espécie A

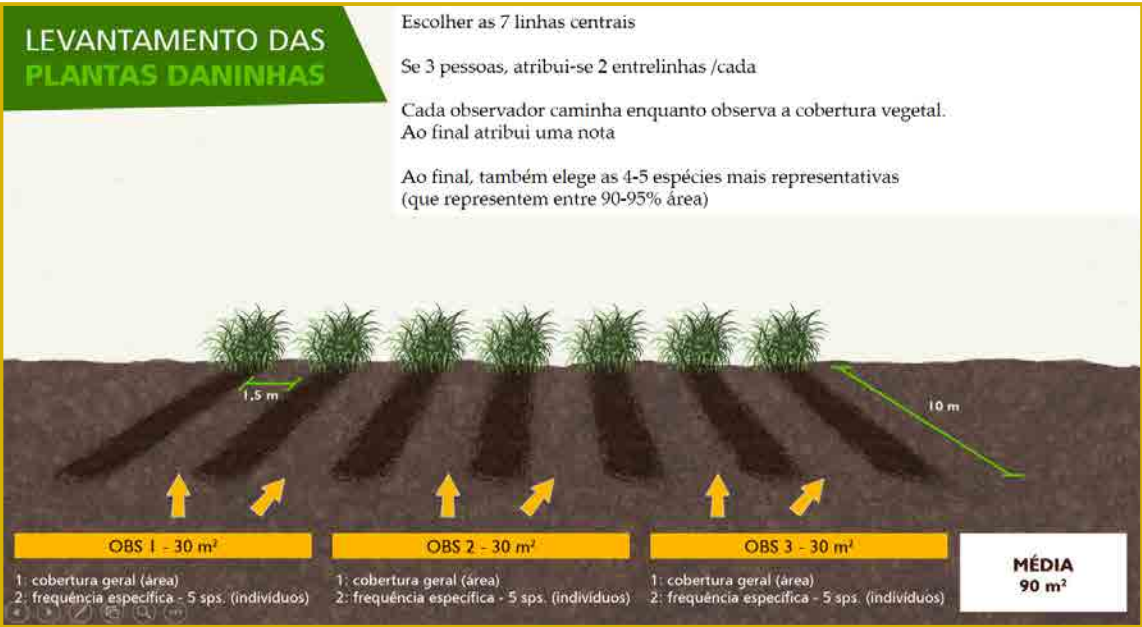


Figura 2. Modelo para levantamento da comunidade infestante em talhões de cana-de-açúcar. Instituto Agrônômico, 2017.

responsável por 55% da infestação, a espécie B por 15%, a C por 15%, a D por 10% e demais espécies por 5% da infestação. Esse procedimento deve ser repetido anualmente, revezando-se os talhões de cada subárea e o profissional deve constituir um banco de dados a partir do qual usará as daninhas identificadas para escolha dos herbicidas.

Dentre as plantas daninhas, geralmente predominantes em canaviais, sugere-se maior atenção às mamonas (*Ricinus communis*), cordas-de-viola (*Ipomoea* spp), merremia (*Merremia* spp), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), capim-brachiária (*Brachiaria decumbens*), capim-marmelada (*Brachiaria horizontalis*), capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), tiri-rica (*Cyperus rotundus*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), dada suas características de agressividade.

Na segunda etapa, o profissional deverá identificar a época que será feita a aplicação dos herbicidas. Nesse caso, sugere-se observar o histórico de chuva referente aos três meses seguintes à data da aplicação almejada, pois os herbicidas no solo (herbicidas residuais) têm sua dinâmica facilitada ou não em detrimento da água disponível. Há herbicidas que precisam de maior quantidade de água do que outros para sua dinâmica ser facilitada no solo.

Na cana-de-açúcar, na região Centro-Sul do Brasil, as épocas do ano são segmentadas em período úmido, semiseco, seco e semiúmido (Figura 3). Como a necessidade de água no solo é diferente entre as moléculas herbicidas, é necessário identificar a disponibilidade de água para, então, elencar os herbicidas.

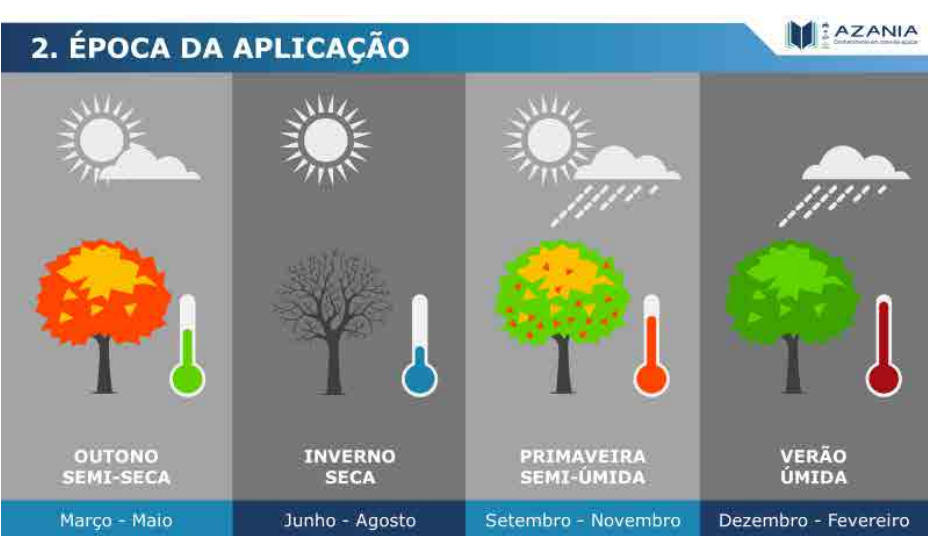


Figura 3. Esquema sugestivo de representar as épocas de aplicação de herbicidas em canaviais ao longo do ano agrícola.

Finalizadas as duas primeiras etapas, o profissional deve confeccionar uma lista de herbicidas que têm eficácia de controle sobre as espécies levantadas e a época do ano que se pretende aplicar o manejo químico. A partir dessa listagem, inicia-se a terceira etapa, que se resume em anotar as características físico-químicas dos herbicidas, particularmente a solubilidade em água (Sw), coeficiente de sorção padronizado para carbono orgânico (Koc) e o coeficiente octanol-água (Kow). Essas informações podem ser facilmente encontradas com o fabricante do herbicida.

A solubilidade permite identificar se o herbicida precisa de maior ou menor quantidade de água no solo. No campo, herbicidas com menores solubilidades (até 350 ppm) precisam ser aplicados quando há maior umidade no solo (período semiúmido até o final do verão). Moléculas com



solubilidade intermediária (350 a 5000 ppm) são menos exigentes em água no solo (final do período de verão até o início do período semiúmido). Moléculas com solubilidade elevada (> 5000 ppm) precisam de menor quantidade de água para manter sua dinâmica no solo e geralmente são aplicadas durante o período seco do ano (Figura 4).

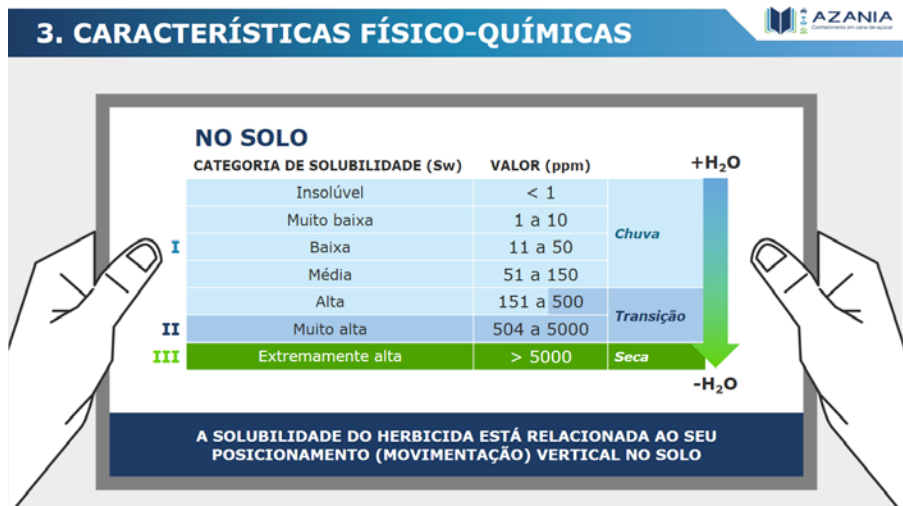


Figura 4. A solubilidade dos herbicidas (Sw) e sua aplicabilidade em relação à época de aplicação dos herbicidas no solo.

O coeficiente de sorção padronizado para carbono orgânico (koc) também precisa ser observado na lista de herbicidas. Essa característica permite ao profissional conhecer a disponibilidade dos herbicidas no solo. Geralmente, dentre os herbicidas usados em cana-de-açúcar, valores de koc inferiores a 600 mg g⁻¹ indicam que a retenção das moléculas nos colóides do solo é fraca. Com isso, o processo de dessorção para a solução do solo ocorre durante o período de meia vida do herbicida, garantindo o residual para controle em pós-emergência.

O coeficiente octanol-água (kow) também é necessário de ser observado, pois herbicidas que possuem kow maiores que 10 (log kow >1) são indicativos de que a molécula possui afinidade com lipídeos. Como são constituintes de membranas, a capacidade de penetração nos tecidos e células vegetais é maior, sendo indicativos de herbicidas de ação também em pós-emergência. Finalizadas as três etapas iniciais e com posse do levantamento das plantas daninhas de maior predominância (etapa 1), o produtor deve retomar a listagem de herbicidas que tenham eficácia de controle (informação disponível na bula dos produtos ou com o fabricante). Dessa lista, devem ser descartados os herbicidas que não são compatíveis com a época da aplicação almejada (etapa 2), e para auxiliar basta ter identificado a solubilidade da molécula (etapa 3). Os herbicidas restantes na listagem inicial serão os que possuem solubilidade adequada à época de aplicação e às plantas daninhas levantadas.

Definidas as moléculas de herbicidas que comporão o manejo, as informações sobre o koc e kow podem ser utilizadas. Respectivamente, indicarão se a molécula terá residual no solo (efeito pré-emergência sobre as plantas daninhas) e se poderá ser aplicada também em pós-emergência. Para finalizar todo processo, analisa-se a dose a ser aplicada (etapa 4). A quantidade do herbicida deve ser aplicada de acordo com a textura do solo: solos argilosos exigem doses mais elevadas e solos de textura média ou arenosa doses menores de herbicidas. As doses para cada tipo de solo são preconizadas pelos fabricantes e estão na bula do produto.

Os solos argilosos necessitam de maiores doses porque parte das moléculas

ficarão retidas aos colóides e parte permanecerá disponível na solução do solo. Ao contrário, solos médios e arenosos precisam receber menores quantidades de herbicidas, pois possuem menores quantidades de colóides e os processos de retenção são diminuídos.

O processo de retenção aos colóides do solo e dessorção (desprendimento) à solução do solo é fundamental para manter a capacidade pré-emergente do herbicida e ocorre durante a meia vida do herbicida (período em que as moléculas ainda não foram degradadas por microrganismos). Enquanto houver molécula de herbicidas na solução do solo, o controle em pré-emergência está garantido.

À medida que as sementes das plantas daninhas iniciam seu processo de germinação, absorvem água da solução do solo. Como em meio à água há moléculas herbicidas (desorvidas), o efeito do produto inicia-se logo nas primeiras células do processo mitótico de desenvolvimento das sementes. O resultado final é a morte das plantas daninhas ainda no estágio de plântula.

Diferencial da tecnologia

O diferencial proporcionado pelo protocolo sobre o posicionamento de herbicidas é a identificação de moléculas para uso em cana-de-açúcar calcada em conhecimento técnico-científico. Com isso, os profissionais do setor sucroenergético deixam de recomendar herbicidas (visão prática) para posicionar os herbicidas (visão prática mais técnico-científica).

O processo de recomendação é menos abrangente porque é calcado na prática do dia a dia, ou seja, na observação de controle que moléculas herbicidas proporcionam

sobre as espécies daninhas. O posicionamento é mais abrangente e complementa a visão prática usada na recomendação porque se utiliza de critérios técnicos como a identificação das espécies, avaliação da época em que se pretende fazer o manejo, na físico-química das moléculas e na dose a ser utilizada. Ressalta-se que os critérios técnicos foram elucidados nas pesquisas realizadas pelo Projeto Matologia, pertencente ao Programa Cana IAC desde 2005.

Aspectos relacionados à difusão e à adoção

No que se refere à transferência da tecnologia, também foram realizados treinamentos e palestras, particularmente na divulgação do protocolo de posicionamento de herbicidas. Em parceria com a iniciativa privada, foram realizados diferentes treinamentos sobre o tema “Posicionamento de herbicidas em cana-de-açúcar” (SAA 5469/2017), direcionados ao setor sucroenergético. No total foram treinados aproximadamente mil profissionais entre técnicos e produtores.

As pesquisas desenvolvidas pelo Projeto Matologia, que resultaram no protocolo exposto, foram divulgadas em diferentes revistas, tanto científicas como “tipo magazine”. O leitor pode encontrar as pesquisas publicadas em Revistas Científicas (Planta Daninha, Sugar Tech, Bragantia) ao utilizar o portal Capes de periódicos, bem como sites específicos de cada Revista (CooperCitrus, Cultivar, Stab, Canavieiros e CanaMix).

Capítulos de livros, Congressos e Simpósios também foram usados na divulgação das pesquisas. Destaque maior pôde ser observado no Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, com a divulgação da





técnica da eletroforese como ferramenta nos estudos de seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar (2014) e do manejo químico das plantas daninhas em mudas pré-brotadas (2016), ambos assuntos inéditos. Outro destaque também pode ser observado com a publicação do capítulo “Herbicidal Potentiality of Fusel Oil”, que atingiu 7500 downloads (Figura 5) e “The Use of Glyphosate in Sugarcane: A Brazilian Experience”, com 1765 downloads.

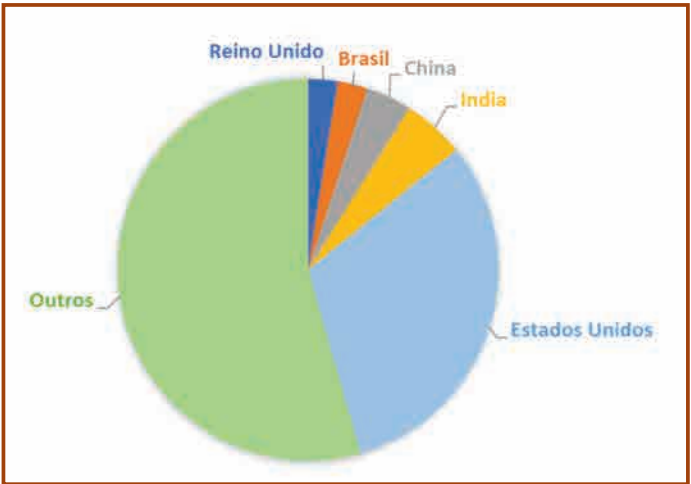


Figura 5. Número total de downloads (7500) por países do capítulo “Herbicidal Potentiality of Fusel Oil”.
Fonte: www.intechopen.com

Possíveis impactos

A transferência das pesquisas por meio de treinamento contribuirá diretamente com a formação de conceitos aos profissionais que gerenciam o uso dos herbicidas em canaviais. Com isso, a alocação dos herbicidas será feita de forma técnica com ganhos sobre a produtividade de colmos.

Os herbicidas, mesmo sendo seletivos, causam efeitos secundários no desenvolvimento das culturas, inclusive em

cana-de-açúcar. Geralmente, os herbicidas controlam as plantas daninhas, mas comprometem a produtividade da cultura, que pode ser prejudicada em até 8%. Mas, quando tecnicamente alocados os herbicidas, o desenvolvimento da cultura também é desfavorecido, porém os prejuízos sobre a produtividade são diminuídos. Quanto à produtividade média brasileira para cana-de-açúcar (80 t ha⁻¹), a cada 1% que se reduz o prejuízo sobre a produtividade se tem um ganho de colmos de 800 kg ha⁻¹.

Outro impacto positivo do posicionamento correto de herbicidas está relacionado à questão ambiental. Ao alocar herbicidas com solubilidade propícia à época de aplicação, sua movimentação no solo é favorecida e as perdas por lixiviação e/ou volatilização diminuídas. Por fim, o ajuste da físico-química às condições de clima e à flora infestante levantada proporciona controles interessantes, superiores a 95%. Assim, diminui-se o período de convivência entre cana-de-açúcar e plantas daninhas no terço inicial do ciclo, permitindo que os colmos se desenvolvam mais rapidamente.

Conclusão

Ao se identificarem a flora daninha, a época da aplicação, a físico-química (Sw: solubilidade, kow: coeficiente octanol-água, koc: coeficiente padronizado para carbono orgânico) e a dose dos herbicidas, o profissional do agronegócio abrange critérios técnico-científicos que o auxiliarão no posicionamento do herbicida na cultura cana-de-açúcar. Com isso, as moléculas proporcionarão controles eficazes e seletividade sobre o desenvolvimento da cana-de-açúcar, além de amenizar sua lixiviação e volatilização e, assim, contribuir com a preservação dos recursos ambientais.

A Importância da Normatização

História da qualidade de vestimentas de proteção para aplicadores de agrotóxicos no Brasil

Introdução

Com as primeiras aplicações de agrotóxicos no Brasil, relatadas na década de 1940, inicia-se a preocupação com a segurança do trabalhador e com o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) na agricultura. Naquela época, os EPIs eram adaptados da indústria, confeccionados com material grosso, pesado e impermeável que, além de proporcionar baixo conforto e segurança, dificultava as operações no campo. Apesar disso, em 1977, a Lei 6.514 torna obrigatórios o fornecimento e a manutenção dos EPIs e especifica que só poderiam ser expostos à venda ou utilizados com a indicação do Certificado de Aprovação (CA) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A partir de então, inicia-se um processo de obrigação do uso de EPIs não apropriados e que em muito contribuem para a rejeição à utilização frequentemente observada nos trabalhadores rurais. São heranças daquela época, por exemplo, a utilização de capas de material impermeável, como a trevira, causando desidratação dos trabalhadores. Em 1989, o problema é agravado com a Lei 7.802, também conhecida como Lei dos Agrotóxicos, com a obrigação de que se conste no rótulo dos agrotóxicos os EPIs a serem utilizados. A partir de então, os EPIs passam a ser recomendados apenas segundo a classe toxicológica do produto. Existem aí dois problemas principais: os EPIs tanto para o preparo de calda quanto para a aplicação são apresentados nos rótulos na forma de pictogramas, cujo entendimento por parte do trabalhador é muito dificultado; além disso, desconsidera-se totalmente que o risco é função da toxicidade e da exposição, e que esta última pode mudar

significativamente segundo o método de aplicação empregado. Dessa maneira, um trabalhador que utilize um trator cabinado (baixa exposição ao produto) e outro que faça uso de um pulverizador costal manual (alta exposição ao produto), desde que aplicando um mesmo agrotóxico, devem utilizar o mesmo EPI especificado no rótulo. Somente em 1990, inicia-se a preocupação com o desenvolvimento de EPIs adaptados ao trabalho na agricultura, por parte de técnicos da FUNDACENTRO, surgindo assim o conceito da utilização das vestimentas elaboradas em algodão tratado com hidrorrepelente, até hoje amplamente utilizado na confecção de vestimentas para aplicação de agrotóxicos. Entretanto, a segurança do trabalhador rural ainda enfrentava outros problemas; um deles é que a falta de normas para o setor de vestimentas de proteção, inexistentes até então, fazia com que o CA fosse emitido apenas através da apresentação de uma Anotação de Responsabilidade Técnica por parte do fabricante, na qual ele se responsabilizava pela qualidade do equipamento de proteção fornecido, sem, no entanto, haver qualquer ensaio para comprovação efetiva da sua eficácia. Tal fato permitia que o trabalhador estivesse em conformidade com a lei, trajando uma vestimenta que possuía o CA para manipulação de agrotóxicos, mas que, no entanto, proporcionava-lhe pouca ou nenhuma proteção contra o risco a que estava exposto. Durante todo esse tempo, portanto, a recomendação dos EPIs foi feita de maneira indiscriminada, como única forma de segurança, esquecendo-se de que eles apenas atenuam a probabilidade de acidentes e que podem representar uma considerá-

Hamilton Humberto Ramos¹
Viviane Corrêa Aguiar¹

¹ Centro de Engenharia e Automação
Instituto Agrônomo

vel carga de desconforto, principalmente térmico. Além disso, até então, apesar de a percepção do risco ser influenciada por fatores de ordem cultural, social, econômica e psicológica, nenhuma preocupação com treinamentos foi observada. Apenas em 2005, com a publicação da NR 31, pelo MTE, é que se pode observar na legislação a preocupação com treinamento e com fornecimento de EPIs e vestimentas adequadas aos riscos e que não causem desconforto térmico prejudicial ao trabalhador.



Figura 1. Exemplos de aplicação de defensivos.

Marco histórico

O marco histórico da segurança do trabalhador foi a publicação, em 30 de setembro de 2009, da Portaria nº 121, do MTE, extinguindo, no Brasil, o CA por

responsabilidade e instituindo normas de qualidade para todos os EPIs, com prazos para que os fabricantes pudessem se adequar à nova regulamentação. Só a partir de então é que todo o esforço desenvolvido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e seus parceiros, para o estudo e discussão dessas normas e da sua adequação às condições brasileiras, ficou evidente para a área rural. Nesse sentido, destaca-se o trabalho conjunto de fabricantes e usuários de EPIs com instituições de pesquisa e governamentais, desde 2004, junto à Comissão de Estudos CE-32:006.03 – Comissão de Estudos de Luvas e Vestimentas de Proteção – Riscos Químicos, do CB-32 – Comitê Brasileiro de Equipamentos de Proteção Individual (ABNT/CB-32), que funciona sob os auspícios da Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho (ANIMASEG), com o objetivo de desenvolver normas que atestem a qualidade dos EPIs disponibilizados ao agricultor, sempre em sintonia com os trabalhos desenvolvidos também na Organização Internacional de Normatização (ISO), uma vez que o Brasil é signatário de acordos que o impedem de especificar normas próprias para assuntos em que haja uma norma internacional.

Programa IAC de qualidade de equipamentos de proteção individual na agricultura (QUEPIA)

Em paralelo aos trabalhos desenvolvidos na CE-32:006.03, outro esforço na área de pesquisa e desenvolvimento mostrou-se necessário em função da seguinte visão: se o setor agrícola preocupar-se apenas com a elaboração de normas,

quando estas forem definidas, os materiais e equipamentos então existentes poderão não estar aptos para atendê-las na integridade, sendo impedidos de obter a renovação do CA. Assim, o trabalhador poderá ainda continuar nu em relação à proteção. Dessa forma, nasceu, em 2006, o Programa IAC de Qualidade de Equipamentos de Proteção Individual na Agricultura (QUEPIA), parceria entre o Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo (CEA/IAC), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), e empresas fabricantes de vestimentas de proteção por meio da Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (Fundag), cujos objetivos principais eram desenvolver estrutura de laboratório para realizar e avaliar as normas em estudo para discussão na CE-32:006.03 e ISO; analisar materiais e vestimentas de proteção disponíveis no mercado brasileiro quanto à sua adequação às normas em estudo e auxiliar no processo de desenvolvimento de novos materiais mais seguros. Essa parceria entre fabricante, usuário, pesquisa e instituição normativa mostrou-se fundamental na definição dos padrões de qualidade para vestimentas de proteção para trabalhadores com agrotóxicos como existem hoje no Brasil.

A Portaria No 121 dividiu as vestimentas para riscos químicos em duas partes distintas: risco químico geral e risco químico com agrotóxicos. Para ambas, a norma base de qualidade era a ISO 16602, publicada em 2007, desenvolvida para risco químico geral e que divide as vestimentas em 6 níveis decrescentes de proteção. Essa norma já vinha sendo estudada na CE-32:006.03 desde 2004 e, em vários pontos,

não se mostrava adequada a vestimentas para aplicação de agrotóxicos. Como exemplo, avaliou-se no laboratório do QUEPIA a resistência à penetração química proporcionada por 52 diferentes materiais usados na confecção de vestimentas de proteção, utilizando-se soluções de ácido sulfúrico (H_2SO_4), hidróxido de sódio (NaOH), butanol e ortoxileno, que são os líquidos para teste especificados na ISO 16602; para aprovação, o material deve atender aos padrões estabelecidos para pelo menos um deles. Nesse teste, observou-se que a grande maioria dos materiais foi aprovada apenas para o NaOH, tendo altos índices de penetração para outros líquidos. Como não se espera que os agrotóxicos tenham uma natureza química sempre semelhante ao NaOH, julgou-se que a proteção poderia não ser adequada. Exatamente nesse ponto do processo, a Portaria No 121 foi publicada. Felizmente, já havia em discussão no âmbito da ISO, e consequentemente da CE-32:006.03, a ISO DIS 27065, uma norma em desenvolvimento especificamente para qualidade de vestimentas de proteção para aplicação de agrotóxicos, que, apesar dos estudos preliminares, já havia se mostrado mais adequada que a ISO 16602. Em função disso, abriu-se discussão com o MTE e, em 22 de julho de 2010, por meio da publicação da Portaria No 189, do MTE, o Brasil passa a adotar a ISO 27065, mesmo em final de desenvolvimento, como padrão de qualidade para vestimentas de proteção para riscos químicos com agrotóxicos, tornando-se o primeiro país no mundo a ter lei específica para isso. A importância dessa lei em relação à segurança do trabalhador é evidenciada pelos fatos posteriores obtidos pelo QUEPIA, que passou a não mais

fazer apenas pesquisa, mas também a realizar ensaios de qualidade com a finalidade de emissão de laudos a serem utilizados no processo de renovação dos CA. Até 2012, dos 163 modelos diferentes de vestimentas ensaiados, cerca de 51% foram reprovados. Considerando-se que só são enviadas ao laboratório vestimentas em que se acredita na qualidade, estima-se que o problema no campo poderia ser ainda maior. Norma é algo dinâmico, e a ISO 27065, apesar do pouco tempo de publicação, já está em revisão. Além disso, já se discute também a ISO 18889, específica para luvas para o trabalho com agrotóxicos, e a ISO 19918, um novo método para análise de permeação do produto químico a ser utilizado tanto na ISO 27065 quanto na ISO 18889 para análise da qualidade de materiais desenvolvidos para proporcionar maior nível de segurança.



Figura 2. Ensaio de penetração (esquerda) e permeação (direita).



Importância do Melhoramento Genético na Produção de Alimentos Funcionais

Em todos esses processos, os trabalhos da CE-32:006.03 e do QUEPIA são considerados e muitas das inovações em estudo hoje foram propostas pelo Brasil, que, além de resultados de pesquisas com o necessário embasamento técnico para isso, deixou nos últimos 5 anos de ser membro observador para ser membro efetivo no ISO/TC94/SC13 – Vestimentas de Proteção, participando de todas as reuniões anuais e dos ensaios interlaboratoriais propostos.

Através da normatização, a qualidade é sempre um processo em desenvolvimento, com parâmetros claros a serem seguidos por aqueles que a buscam e que se preocupam com a segurança, com benefícios a toda cadeia. Todos podem participar do processo, as reuniões do CE-32:006.03 são abertas e ocorrem normalmente no Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agronômico, em Jundiaí (SP), onde também está o labo-

ratório do QUEPIA. Maiores informações podem ser obtidas nos sites www.abnt.org.br/cb-32 ou www.quepia.org.br.

Consideração finais

Pelo exposto, a evolução dos EPIs para a área agrícola demorou a ser iniciada, entretanto ações sistematizadas e coordenadas estão sendo tomadas para que possa ser acelerada, o que está levando a uma melhoria significativa em curto espaço de tempo. Mais do que buscar culpados pela situação, o Brasil tem buscado soluções, e o estabelecimento de padrões por meio da normatização foi um importante passo para isso. Muito há ainda a se realizar, e as pesquisas do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agronômico, por meio do QUEPIA, serão ainda por muitos anos importante ferramenta para a segurança e a saúde do trabalhador na agricultura.

O relatório *World Health Statistics 2017*, da Organização Mundial da Saúde (OMS), aponta que, em 2015, 17,7 milhões de pessoas morreram por doenças cardiovasculares, o que representa 45% das mortes no mundo. As mortes por doenças cardiovasculares foram seguidas das ocasionadas por câncer (22%), doença respiratória crônica (10%) e diabetes (4%). Essas quatro enfermidades representaram 70% das mortes causadas por doenças não transmissíveis, e mais de 10 milhões de pessoas morrem antes dos 70 anos por decorrência de doenças cardiovasculares e câncer. A maioria das doenças cardiovasculares está relacionada a fatores comportamentais de risco, como alimentação inadequada, tabagismo, consumo excessivo de álcool, obesidade e sedentarismo.

Pesquisa científica tem comprovado a relação direta entre a dieta e a saúde e que a incidência de doenças pode ser minimizada por meio da adoção de bons hábitos alimentares, predominantemente por meio do consumo de alimentos de origem vegetal, como frutas, legumes e verduras. Nos povos mediterrâneos, a dieta rica em frutas e vegetais tem sido associada à baixa incidência de doenças cardiovasculares e câncer (que são as principais causas de morte no mundo) devido à elevada proporção de compostos bioativos, como vitaminas e antioxidantes, presentes nesses alimentos. Esquimós, que têm alimentação baseada em peixes e produtos do mar ricos em ácidos graxos poli-insaturados (ômega 3 e 6), apresentam baixo índice de problemas cardíacos. Os orientais apresentam baixa incidência de câncer de mama devido ao consumo de soja, que contém fitoestro-

gênios. Assim, nota-se a importância de hábitos alimentares saudáveis na saúde populacional.

Nos últimos anos, o interesse por moléculas naturais com atividade antioxidante aumentou entre pesquisadores, profissionais de saúde, indústria de alimentos e inclusive consumidores; assim, na busca por uma alimentação de qualidade, foram introduzidos os alimentos funcionais e nutracêuticos com o objetivo de aumentar a ingestão de compostos bioativos com possíveis ações benéficas, diminuindo, principalmente, a ação prejudicial do estresse oxidativo no organismo. Naturalmente, o organismo possui mecanismos para a eliminação dos radicais livres, porém sua presença excessiva no organismo muitas vezes ultrapassa sua capacidade de controle, causando problemas de saúde. Doenças como Parkinson, Alzheimer, esclerose múltipla e demência têm sido associadas ao estresse oxidativo.

Os antioxidantes são substâncias que protegem o organismo contra a ação dos radicais livres, podendo ser ingeridos pela alimentação, sendo amplamente encontrados em frutas e verduras.

O mercado voltado à alimentação saudável está em expansão e o Brasil ocupa a quarta posição, com crescimento de 98% entre os anos de 2009 e 2014, movimentando, em 2015, no mercado mundial, US\$27 bilhões, com potencial de crescimento em torno de 20% para os próximos anos. Esse crescimento do mercado de alimentos saudáveis é alavancado pela conscientização e preferência dos consumidores por alimentos que tragam benefícios à saúde.

O conceito de alimentos funcionais



Figura 3. Ensaio de vestimenta (esquerda) e resistência química (direita).

Marcia Ortiz Mayo Marques¹
Veridiana Zocoler de Mendonça

¹ Pesquisadora científica, Instituto Agronômico, Centro de Recursos Genéticos Vegetais. E-mail: mortiz@iac.sp.gov.br



surgiu na década de 1980, através de um programa do governo japonês, para estimular o desenvolvimento e o consumo de alimentos mais saudáveis com vistas ao aumento da expectativa de vida da população.

No Brasil, a Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), do Ministério da Saúde, define que propriedade funcional “é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”, enquanto propriedade de saúde “é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”. Portanto, segundo a ANVISA, entende-se que:

O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode produzir, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

Dessa forma, os alimentos funcionais, além de possuírem a função nutricional para o corpo, oferecem outros benefícios, pois contêm substâncias bioativas que atuam como promotoras da saúde e estão associadas à diminuição dos riscos de desenvolvimento de doenças crônicas, como as doenças cardiovasculares, crônico-degenerativas, hipertensão, diabetes, osteoporose, entre outras. No entanto, apenas quando tais substâncias são isoladas e/ou inseridas em determinado alimento, diz-se que ele é nutracêutico. Embora não haja um consenso acerca de sua definição, refere-se ao termo nutracêutico uma substância de ocor-

rência natural que possui efeito benéfico comprovado à saúde pela capacidade de alterar funções metabólicas e fisiológicas, contribuindo para um melhor desempenho do organismo. Assim, os alimentos nutracêuticos podem sofrer variações de apresentação desde sua formulação em cápsulas, comprimidos, nutrientes isolados, suplementos dietéticos ou produtos processados, como as barras de cereais. É importante frisar que esses alimentos não devem apresentar risco de toxicidade ou efeitos adversos (contraindicação) e devem ser seguros para o consumo mesmo que não haja supervisão médica.

Para realçar a diferença entre alimentos funcionais e nutracêuticos, os ácidos graxos ômega-3, por exemplo, encontrados em peixes de alto mar, como sardinha, salmão e atum, quando ingeridos no alimento que o contém, no caso um filé de peixe, diz-se que é um alimento funcional, pois o ômega-3 pode atuar na redução dos níveis de colesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*), conhecido como “colesterol ruim”, e possuir ação anti-inflamatória. No entanto, se o ômega-3 for ingerido individualmente em forma de cápsulas ou comprimidos ou ainda inserido em outro alimento, então tem-se um alimento nutracêutico. Dessa forma, a nutracêutica surge como uma ramificação da nutrição funcional com o objetivo de explorar as potencialidades terapêuticas dos alimentos.

Várias classes de substâncias bioativas em alimentos funcionais foram identificadas, como os fitoesteróis, as fibras solúveis e insolúveis, pré-bióticos e pró-bióticos, ácidos graxos poli-insaturados e compostos fenólicos e pigmentos, estes últimos conferem cor aos vegetais. Tais

substâncias podem atuar nos sistemas gastrointestinal, cardiovascular e antioxidante; no metabolismo de substratos; na diferenciação, crescimento e desenvolvimento celular; e na modulação de funções fisiológicas.

As fibras estão presentes em muitos vegetais, como, por exemplo, em frutas (manga e abacaxi), hortaliças (rabanete, chuchu, couve), grãos e sementes (aveia, trigo, linhaça e chia), e atuam na redução dos níveis de colesterol sanguíneo, no controle da glicemia, no controle da obesidade pela maior sensação de saciedade. Aumentam a velocidade do trânsito intestinal, promovendo a rápida eliminação do bolo fecal e assim diminuem a capacidade de retenção de substâncias tóxicas ingeridas ou produzidas no trato gastrointestinal durante os processos digestivos, o que impede a formação de tumores (desenvolvimento de câncer).

Derivados de leite, como iogurtes, leite fermentado e queijos, são considerados pró-bióticos, pois possuem microrganismos que proporcionam equilíbrio à flora intestinal e auxiliam na prevenção de câncer de cólon. Os pré-bióticos possuem a mesma atuação dos pró-bióticos no organismo. Constituem as partes não digeríveis de vegetais, são carboidratos ou fibras hidrossolúveis, como os fruto-oligosacarídeos presentes na batata yacon, pectinas presentes em citrus e inulina em alho, cebola e raiz de chicória.

As isoflavonas, classe de substâncias encontradas em leguminosas, principalmente em grãos de soja, e denominadas fitoestrógenos, são conhecidas pelas suas propriedades antioxidantes e redução dos sintomas da menopausa. Sua ação está

associada ao poder imunomodulador, com potencial anti-inflamatório e antitêrmico.

O gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) é uma das especiarias mais importantes e valorizadas no mundo. O tecido sob a casca do gengibre é constituído por numerosas glândulas de oleorresinas, responsáveis pela maior parte do princípio ativo que a planta contém. A oleorresina dos rizomas é rica em compostos fenólicos, como os gingeróis e shogaóis, substâncias com propriedade anticancerígena, antioxidante, anti-inflamatória, antialérgica e várias atividades do sistema nervoso central com potencial para o desenvolvimento de agentes terapêuticos para o tratamento de várias doenças humanas. Os polifenóis (ou compostos fenólicos) extraídos do chá verde também apresentam efeitos protetores contra o câncer, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas.



Figura 1. Rizoma de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*)

A uva (*Vitis* sp.) é uma fruta que se destaca quanto à presença de compostos bioativos, dentre eles os flavonoides (antocianinas, flavanóis, flavanóis) e os estilbenos



(resveratrol). Tanto a fruta quanto seus derivados, como o suco e o vinho, constituem fontes naturais de compostos relacionados à saúde por contribuírem para a eliminação de radicais livres, e a quelatação de metais pró-oxidantes. Apesar de a polpa ser o principal alvo de consumo e processamento, os compostos de interesse funcional são encontrados principalmente na casca e na semente. Dentre algumas substâncias presentes na uva e seus derivados, têm-se as antocianinas (substâncias responsáveis pela coloração azul, roxa e vermelha das uvas) e o resveratrol, compostos com comprovada ação antioxidante, anti-inflamatória e relacionados à redução do risco de doenças cardiovasculares, o câncer, a obesidade e a osteoporose, entre outras patologias. A ingestão de flavonoides (classe de compostos fenólicos) presentes na uva foi significativamente associada à redução da mortalidade por doença cardíaca coronária e de infarto do miocárdio. A principal antocianina presente nas cascas de uvas tintas é a malvidina-3-glicosídeo, um potente anti-inflamatório.

Os pigmentos denominados carotenoides são os mais difundidos na natureza, conferindo coloração amarela, laranja e vermelha aos vegetais. São subdivididos em seis tipos, dentre eles o licopeno e o betacaroteno. O licopeno é encontrado no tomate e seus derivados, na goiaba vermelha, melancia e pimentão vermelho; possui atividade antioxidante, reduz o colesterol e o risco de certos tipos de câncer, como o de próstata. O betacaroteno é encontrado em vegetais de coloração predominantemente alaranjada, como a cenoura e a abóbora. O betacaroteno é um potente antioxidante

com ação protetora contra doenças cardiovasculares. Atua inibindo a oxidação das moléculas de LDL, fator crucial para o não desenvolvimento da aterosclerose (inflamação dos vasos sanguíneos), além de ser o principal precursor da vitamina A, agindo, assim, na redução do risco de catarata.

O consumo de vegetais crucíferos (brócolis, repolho, couve, couve-flor) está associado à diminuição do risco de câncer. A propriedade anticancerígena está relacionada a um composto presente nos vacúolos celulares desses vegetais, denominados glicosinatos, que sofrem a ação de uma enzima, a mirosinase, responsável por catalisar seus compostos derivados que possuem as propriedades quimiopreventivas do câncer.

No campo agrônomo, o melhoramento genético tem revolucionado a agricultura com o desenvolvimento de novos cultivares mais ricos em compostos funcionais. O tradicional melhoramento genético, que visa obter cultivares resistentes a pragas, doenças e adaptabilidade a diversas condições edafoclimáticas, tem sido aliado ao melhoramento que objetiva o incremento de substâncias associadas à prevenção de doenças, sendo, portanto, um dos focos mais modernos nos programas de melhoramento genético.

A mandioca, raiz de grande importância para a segurança alimentar no Brasil, é um exemplo do processo de biofortificação de alimentos realizado por meio do método de melhoramento genético clássico. Cruzando diferentes variedades, buscam-se plantas com resistência a doenças, alta produção e boas características nutricionais, com mais vitaminas e mine-

rais. Nesse contexto, algumas variedades de mesa foram desenvolvidas pelo Centro de Horticultura do Instituto Agrônomo (IAC), como a IAC 576-70, que é o principal cultivar plantado no Estado de São Paulo, tem alto desempenho agrícola e qualidade culinária e foi rapidamente adotado por pequenos agricultores. É o primeiro cultivar de polpa amarela, contendo maior teor de carotenoides (em especial betacaroteno) do que as variedades anteriormente produzidas, de polpa branca. O Clone 6/01 tem raízes com polpa de tom amarelo mais acentuado, ou seja, alto teor de betacarotenos, equivalente a 900 UI (unidade internacional) de vitamina A, enquanto o IAC 576-70 apresenta, em média, 250 UI e os antigos cultivares de polpa branca têm apenas, aproximadamente, 20 UI (MELO; FABRI, 2017).



Figura 2. Raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de polpa branca e amarela Foto: Sígila R. Souza. Fonte: <https://www.embrapa.gov.br/busca-de-imagens/-/midia/2041001/mandioca>.

A cenoura, uma das poucas plantas capazes de acumular alfa e betacaroteno, as duas formas principais de pró-vitamina A, teve a produtividade aumentada em apro-

ximadamente 14 kg ha⁻¹ com o desenvolvimento do cultivar Brasília na década de 1980 pela Embrapa Hortaliças, devido à resistência a várias doenças foliares e ao nematoide-das-galhas, permitindo o cultivo durante todo o ano e em todo o Brasil. Esse cultivar derivou outro, o Alvorada, nos anos 2000, mais rico em carotenoides. Em 2005, foi lançado o cultivar Esplanada e os ganhos foram cumulativos em relação aos teores de carotenoides, partindo de 70 µg g⁻¹ no cultivar Brasília, 110 µg g⁻¹ no cultivar Alvorada a 153 µg g⁻¹ no cultivar Esplanada (CARVALHO et al., 2006).

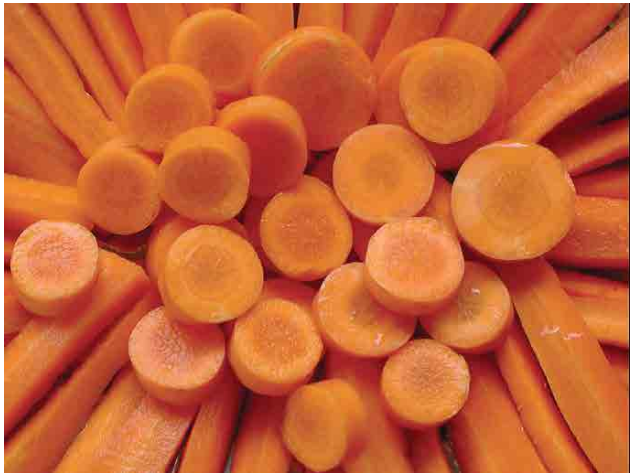


Figura 3. Cenoura 'Esplanada' após o corte. Foto: Jairo V. Vieira. Fonte: VIEIRA et al. (2005).

O tomate, rico em licopeno, conforme citado anteriormente, possui, em média, teor de 30 µg g⁻¹ de fruto. O tomate BRS San Vito, um dos primeiros resultados das pesquisas realizadas pela Embrapa Hortaliças especialmente a partir do ano 2000, apresenta o dobro desse teor (61 µg g⁻¹). Porém, para que o consumo de hortaliças enriquecidas de compostos funcionais



seja intensificado, não basta possuir altos teores de substâncias bioativas, o vegetal deve estar associado a características sensoriais desejáveis, como crocância, suculência, *flavor* (relação balanceada entre ácidos orgânicos e açúcares), cor, formato, entre outros. Portanto, o desafio é incorporar aos cultivares maiores teores de compostos funcionais, atributos sensoriais atrativos ao consumidor e características agrônomicas desejáveis, permitindo o cultivo em larga escala.



Figura 4. Tomate BRS San Vito. Fonte: Embrapa Hortaliças (2014).

O cultivar de uva BRS Núbia, desenvolvido pela Embrapa Uva e Vinho em 2000, é uma uva de mesa com sementes, resultante do cruzamento entre os cultivares Michele Palieri e Arkansas 2095. Esse cultivar é vigoroso, necessita de menos mão de obra, possui coloração uniforme sob condições de clima quente, sabor marcante e expressa cor preta acentuada, fator apreciado pelos consumidores. A coloração preta é devida ao elevado teor de antocianinas, substância

de alto poder antioxidante.

Além dos fatores benéficos à saúde decorrentes das antocianinas, a BRS Núbia apresenta ciclo mais curto que o cultivar Brasil (resultante da mutação genética espontânea do cultivar Benitaka e até então o único produzido em maior escala tratando-se de uva preta de mesa com sementes), o que acarreta economia de aplicação de fungicidas e, consequentemente, perspectiva de produção mais sustentável. Outra característica favorável é a aptidão para a conservação pós-colheita e tolerância ao míldio, oídio e *Botrytis* observadas por produtores da região noroeste paulista. A coloração mais escura e uniforme da casca da BRS Núbia atribui a esse cultivar um teor de antocianinas e polifenóis total de cinco vezes e 60% maior, respectivamente, em comparação ao cultivar Benitaka (MAIA et al., 2013).



Figura 5. Cacho da videira BRS Núbia. Fonte: MAIA et al. (2013).

Novos cultivares de videiras americanas foram avaliados visando ao potencial para elaboração de vinho. Vinhos produzidos das uvas ‘BRS Violeta’, ‘BRS Cora’, ‘BRS Rúbea’, ‘BRS Magna’ e ‘BRS

Carmem’ apresentaram coloração violácea mais intensa e alto conteúdo de polifenóis em relação ao cultivar ‘Isabel’, considerado padrão, assim os demais cultivares apresentam potencial para elaboração de vinhos comuns além de maior teor de compostos bioativos presentes na bebida.

O feijão, alimento presente na mesa diária dos brasileiros, também se tornou alvo de estudos para o melhoramento de compostos funcionais. Desde 1932, o IAC desenvolve trabalhos com melhoramento genético em feijoeiro no Brasil. Inicialmente, os trabalhos buscavam capacidade produtiva da espécie, porte de planta e resistência a doenças, sendo muitos cultivares lançados no mercado. Atualmente, as pesquisas conduzidas no Programa de Melhoramento Genético do Feijoeiro buscam qualidade tecnológica do grão, aumento dos índices de produtividade, tolerância à escassez hídrica além da adoção de características funcionais ao feijão comum. Entre os cultivares obtidos pelo IAC, tem-se o IAC Formoso, lançado em 2010, com alta produtividade, tolerância ao déficit hídrico, menor tempo de cozimento do grão e, ainda, destaca-se por possuir teor significativo de isoflavonas: 10 vezes maior em relação a outros cultivares de feijão presentes no mercado e equivalente a 10% da porcentagem média de isoflavonas encontrada na soja.

Ainda em relação às propriedades funcionais em feijoeiros desenvolvidos pelo IAC, foram encontrados nos genótipos compostos como isoflavonoides, dentre eles a aglicona daidzeína e genisteína, e os flavonóis miricetina, kaempferol e quercetina. Os flavonóis kaempferol e quercetina possuem comprovada ação

antioxidante e anti-inflamatória.

O cultivar IAC Una (grão do tipo preto) destaca-se pelos teores de isoflavonoides de 5,25 a 14,03 mg kg⁻¹, sendo este um cultivar que também apresentou o isoflavonoide daidzeína. O IAC Formoso, já citado (grãos do tipo carioca), possui, aliado ao alto teor de proteínas e resistência à ocorrência de carunchos, níveis elevados de kaempferol e maior teor de genisteína (aproximadamente, 11% do teor presente na soja).



Figura 6. Grãos de feijão cv. IAC Formoso. Fonte: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/feijao.php>

O amendoim é rico em fibras, proteínas, vitaminas e antioxidantes, sendo o estado de São Paulo responsável por 90% da produção do Brasil. Quatro cultivares de amendoim desenvolvidos pelo Centro de Grãos e Fibras do IAC já são comercializados em larga escala. Através do melhoramento genético, foram desenvolvidos com alto teor do ácido oleico (70% a 80%), ácido graxo insaturado da família ômega-9, enquanto os cultivares tradicionais têm entre 40% e 50%. Devido a essa característica, os cultivares são conhecidos como “alto oleico” e além das características funcionais para a saúde, o maior teor de ácido oleico no grão





proporciona maior estabilidade oxidativa e, conseqüentemente, maior vida de prateleira tanto para o grão quanto para os produtos que o contenham, característica de mercado importante para as indústrias de alimentos.



Figura 7. Vagens de amendoim.

O abacate (*Persea americana* Mill.) também apresenta composição rica em ácidos graxos, como o ácido oleico presente no amendoim. O óleo de abacate possui características semelhantes ao óleo ou azeite de oliva, muito consumido no Brasil. Tanto o óleo de oliva como o de abacate são ricos em ômega 9 (ácido oleico), que possui efeitos benéficos à saúde, como a prevenção de doenças cardiovasculares. A extração de óleo de abacate possui potencial para consumo alimentício, reduzindo-se custo e volume de importação do azeite de oliva. Uma pesquisa desenvolvida no Centro de Fruticultura do IAC apontou maior teor de lipídios na variedade Hass (31,1%) quando comparada com outras 23 variedades do banco de germoplasma, como as variedades Fortuna e Pollock, com menores teores (5,9 e 5,3% respectivamente). Segundo o estudo, as variedades de abacate Anaheim, Carlsbad, Collinson, Fuerte, Glória, Hass, Itzamna, Mayapan, Ouro Ver-

de e Wagner são alternativas para extração de óleo devido ao alto teor de lipídeos de suas polpas. No entanto, devido à grande variação da composição do óleo, as variedades Quintal, Fuerte, Ouro Verde, Collinson, Linda e Pollock, com maiores teores de ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico e palmitoleico), são as mais indicadas para o consumo humano com vistas ao controle do colesterol.

A manga (*Mangifera indica* L.), uma das frutas mais consumidas no mundo, originária do Sul da Ásia, foi introduzida no Brasil no século XVI. Estudos desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo com os cultivares IAC 103 Espada Vermelha e IAC 109 Votupa, resistentes à seca-da-mangueira, sob as perspectivas agrônômica e nutricional, comparados aos cultivares tradicionalmente comercializados no Estado de São Paulo (Tommy Atkins, Van Dyke, Palmer, IAC Haden 2H) demonstraram superioridade do cultivar IAC 103 Espada Vermelha quanto às características químicas, em especial, o teor de carotenoides totais (9,4 mg/100g), classe de substâncias com comprovada atividade antioxidante, protegendo as células pela ação dos radicais livres, auxiliando na prevenção de doenças como o câncer, arteriosclerose, catarata e redução do processo de envelhecimento.



Figura 8. Mangas da cv. IAC 103 Espada Vermelha. Fonte: Nilberto Soares.

Vale ressaltar que os alimentos funcionais são naturais e que, além do valor nutritivo básico, promovem benefícios à saúde, ao bem-estar e contribuem para a qualidade de vida e, principalmente, que as propriedades funcionais das substâncias biologicamente ativas devem possuir embasamento científico comprovado.

Em conclusão, para a constante promoção e melhoria da saúde por meio do consumo de alimentos, é imprescindível a continuidade e o avanço das pesquisas de melhoramento genético vegetal, incrementando não somente a produtividade das culturas agrícolas como também a qualidade dos alimentos produzidos, fato que contribuirá também para a agregação de valor à produção agrícola do país e para a conquista de novos mercados.



A produção brasileira de uvas em 2016 foi de 958.676 toneladas, sendo o Estado de São Paulo o segundo em área plantada e o terceiro em volume de produção (143000 ton.) (Verdi e Otani, 2016). Grande parte da uva plantada no Estado de São Paulo - 93% da produção paulista dessa cultura - é baseada nos cultivares para consumo *in natura*, chamados uvas para mesa. No entanto, há um cenário de mudança para os próximos anos, uma vez que o consumo de vinho e de suco tem aumentado gradativamente, necessitando dessa forma de produção de uvas para processamento. De acordo com o Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN, 2015), o consumo de suco de uva no Brasil aumentou 570% em apenas 10 anos, passando de 15,8 milhões de litros em 2005 para 90,3 milhões de litros em 2014. Esse acréscimo está atrelado ao consumo de alimentos funcionais, já que o suco de uva e o vinho possuem capacidade antioxidante e compostos fenólicos que apresentam ação anticarcinogênica, antiviral e antioxidante.

Assim, para abastecer a demanda de produção de sucos e vinho, existe a necessidade de variedades que sejam adaptadas às condições de clima e relevo do Estado de São Paulo. Para tanto, o melhoramento genético e as técnicas de produção têm sido realizados no Instituto Agrônomo desde sua fundação, em 1887.

O Melhoramento Genético e Manejo Cultural da Uva no Instituto Agrônomo

O melhoramento genético da videira teve seu início no Instituto Agrônomo por meio da introdução de variedades europeias e americanas pelo então diretor da antiga estação experimental, Franz Daffert. Vale ressaltar que os primeiros estudos dessas variedades culminaram na seleção de variedades adaptadas à região, como a Seibel 2, Catawba Rosa, Herbemont, Golden Queen, Seyve Villard, entre outras que, por décadas, tiveram importância para a viticultura paulista, tanto de vinho quanto de mesa, e que depois foram suplantadas pelos cultivares americanos introduzidos - Isabel, Bordô e Niagara - e hoje plantados em todo o Estado devido a suas melhores características, principalmente de fertilidade e rusticidade. Não obstante, os programas de melhoramento genético foram iniciados visando à obtenção de variedades de uvas para o consumo *in natura*, uvas para vinho e também para portaenxertos. Eram três os programas de melhoramento genético desenvolvidos no IAC: o primeiro em São Roque, coordenado pelo pesquisador Wilson Corrêa Ribas; o segundo em Jundiaí, coordenado pelo pesquisador Júlio Seabra Inglez de Souza; e em Campinas, coordenado pelo pesquisador José Ribeiro de Almeida Santos Neto. Desses três programas de melhoramento, culminaram diversos cultivares de uvas para consumo *in natura*, como IAC Patrícia, IAC



Figura 1. Coleção de germoplasma – avaliação a campo.

Mara Fernandes Moura¹
José Luiz Hernandez¹
Mário José Pedro Júnior²

¹ Centro APTA de Frutas, mouram@iac.sp.gov.br;
² Centro de Ecofisiologia e Biofísica



Piratininga, IAC Juliana; uvas para vinho, como a IAC Máximo, IAC Rainha, IAC Madalena, e os portaenxertos, como IAC 766 Campinas, IAC 572 Jales, IAC 313 Tropical e IAC 571-6 Jundiaí.



Figura 2. Avaliação física e química das uvas.

Vale ressaltar que os portaenxertos IAC 313 e IAC 572 foram a base para o plantio de uvas em região semiárida do Vale do Rio São Francisco, e o IAC 766 Campinas é o portaenxerto base da vitivinicultura paulista.

Atualmente, o Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica de Frutas conta com o programa de melhoramento e manejo cultural da videira e vem trabalhando na obtenção de novas variedades para processamento e técnicas culturais para a melhoria da uva, do vinho e suco, como inversão de podas, estudo da interação copa e portaenxerto, cultivo protegido e sistemas de condução.



Figura 3. Emasculação das flores – cruzamentos dirigidos e plântulas originadas dos cruzamentos.



No programa de melhoramento, o trabalho começa com a avaliação da coleção de germoplasma, que hoje conta com aproximadamente 300 variedades de uvas para vinho, suco e mesa. Essa avaliação tem como objetivo identificar e selecionar genitores com boas características do fruto, como coloração, maior teor de antioxidantes, maior teor de sólidos solúveis e o balanço entre sólidos solúveis e acidez. Também nessas avaliações tem-se estudado o ciclo, a produção e a tolerância às principais doenças. Uma vez selecionados genitores, realizam-se os cruzamentos para a obtenção da progênie e, então, a seleção de indivíduos superiores em relação a todas essas características. Uma vez selecionados genótipos com boas características, outros estudos são requeridos, como compatibilidade de copa e portaenxerto, sistema de condução mais adequado, entre outros. Outro trabalho que tem sido realizado é a introdução de novas variedades de uvas europeias (italianas e alemãs) para o estudo de adaptação em nossas condições. Há um forte apelo pelos produtores locais por uma variedade vinífera que tenha origem italiana, uma vez que houve importante colonização italiana na região de Jundiaí (SP).

Assim, o programa de melhoramento de uva do Instituto Agrônômico tem como principal finalidade obter variedades de uvas para vinho e suco que sejam produtivas e que agreguem valor nutricional para o consumo, visando à sustentabilidade do produtor e à qualidade de vida do consumidor. Desse modo, diversas colaborações têm sido realizadas com outras áreas, como citogenética, fitoquímica, fertilidade e adubação, climatologia, fitopatologia, entre outras.



Figura 4. Isabel Precoce – uva de múltipla finalidade (vinho, suco e mesa) em sistema de condução em Y, associando a precocidade e rusticidade do cultivar à produtividade, redução de mão de obra e redução significativa de defensivos do sistema em Y, quando associado ao cultivo protegido.



Figura 5. IAC 138-22 'Máximo' – cultivo em sistema de condução em Y – rusticidade e alta produtividade associadas a elevados teores de polifenóis (antocianinas e taninos).



Referências

Verdi, A.R., Otani, M.N. Vitiviniculture in the State of São Paulo (Brazil): Governance and technological strategies meeting market challenges. BIO Web of Conferences Volume 7, 2016.

39th World Congress of Vine and Wine.

IBRAVIN. (2015). Pesquisa mapeia hábitos de consumo do suco de uva 100%. Pesquisa em Outubro, 2016, pelo site <http://www.ibraevin.org.br/noticias/245.php>

Laranjeiras Sanguíneas: Potencialidades para Cultivo no Brasil

1. Introdução

1.1 Aspectos econômicos e baixa variabilidade genética em cultivos comerciais de citros

A cadeia citrícola pode ser considerada um dos segmentos mais globalizados do agronegócio brasileiro. Com grande parte de sua produção voltada ao mercado externo, esse setor exporta anualmente aproximadamente 1,1 milhão de toneladas de suco de laranja [somatório do suco de laranja concentrado congelado (FCOJ) e do suco de laranja NFC (*Not from concentrated*), exportado em 2016 - relatório do CitrusBr (2017), disponível em http://www.citrusbr.com/download/Relatorio_AGOSTO_2017_ano_civil.pdf], o que resulta na entrada anual de aproximadamente 1,8 bilhão de dólares. Dessa forma, os produtos citrícolas (suco e subprodutos) constituem um dos principais produtos da pauta das exportações agrícolas do país.

A agroindústria brasileira detém a liderança mundial na produção de laranjas (frutas) e dos sucos FCOJ e NFC: representa mais de 50% da produção mundial de suco de laranja e exporta 98% do que produz. O suco de laranja é a bebida à base de frutas mais consumida no mundo, com 35% de participação.

Por meio de uma análise da produção de laranjas no país, verifica-se que o cinturão citrícola (Estado de São Paulo e triângulo mineiro) é a maior região produtora de laranjas, com aproximadamente 80% da produção.

Um dos principais problemas da cadeia comercial da laranja brasileira é o baixo consumo no mercado interno de frutos e de sucos, pois, anualmente, apenas 30% do total de frutos produzidos são comer-

cializados no país, geralmente na forma de frutas frescas. Nesse sentido, a citricultura brasileira, que já tem apresentado nos últimos anos notável desenvolvimento do setor de frutas para processamento industrial (suco), deveria também adotar novas tecnologias de condução dos pomares, com o uso de mudas de melhor qualidade e novos materiais genéticos específicos para a comercialização como frutas de mesa ou para produção de suco NFC, preferido pelo consumidor brasileiro.

Os citros são plantas perenes, de ciclo vegetativo longo, isto é, levam muitos anos para iniciarem a produção, o que torna o melhoramento genético para essas espécies um processo longo e trabalhoso. Entretanto, observa-se uma grande vulnerabilidade genética da cultura devido às poucas variedades que constituem os plantios comerciais, o que tem se tornado uma preocupação constante para o melhoramento dos citros.

O sistema de cultivo basicamente monoclonal (com um ou poucos clones), de variedades com base genética estreita (baixa variabilidade) e em grandes extensões de terra, vem fazendo com que novas doenças ou pragas apareçam, o que resulta em elevados custos de produção. Diante desse quadro, há grande interesse na seleção e lançamento de novas variedades cítricas, incluindo-se as laranjas que tenham aptidão para a comercialização visando ao consumo como fruta de mesa e/ou para a produção de suco NFC, o que resultaria também numa maior diversificação varietal para a citricultura brasileira.

1.2 Variedades de laranja pigmentadas

Algumas laranjeiras doces apresentam frutos com coloração de polpa e suco diferentes dos observados em frutos de varia-

des tradicionais, sendo denominadas como laranjeiras pigmentadas. Esse grupo inclui as laranjeiras de polpa vermelha e as laranjeiras sanguíneas. As primeiras produzem frutos com polpa com coloração vermelha devido ao maior acúmulo de carotenoides totais, betacaroteno e, principalmente, licopeno (Figura 1). Já as laranjeiras sanguíneas produzem frutos com polpa e suco contendo coloração vermelho-intenso devido ao acúmulo de antocianinas (Figura 2).



Figura 1. Fruto de laranja da variedade Sanguínea-de-mombuca, do grupo das laranjeiras de polpa vermelha, que apresentam coloração vermelha na polpa devido principalmente ao acúmulo de licopeno.



Figura 2. Fruto de laranja da variedade Moro, do grupo das laranjeiras sanguíneas, que apresentam coloração vermelho-intenso (violácea) na polpa devido ao acúmulo de antocianinas. Fruto cultivado na região da Sicília (Itália).

As laranjeiras sanguíneas são originárias da região Mediterrânea, provavelmente de Malta ou da região da Sicília (Itália), e têm sido cultivadas há vários séculos naquela região, mas principalmente na Itália, Espanha, Marrocos, Argélia e Tunísia.

As variedades de laranjeiras sanguíneas mais cultivadas na Itália são as dos grupos varietais: Moro, Tarocco e Sanguinello, com aproximadamente 70% da produção total. As diversas variedades comerciais de Tarocco possuem aptidão principalmente para a produção de frutos de mesa devido às suas excelentes qualidades de fruta e por apresentarem frutos com menor acúmulo de antocianinas, enquanto as variedades Moro e Sanguinello geralmente possuem os frutos destinados ao processamento de suco (frutos com maior acúmulo de antocianinas na polpa).

O acúmulo de antocianinas nos frutos de laranjeiras sanguíneas é influenciado positivamente pelo cultivo de plantas em locais com temperaturas amenas (outono e inverno frio) ou com alta amplitude térmica diária (outono e inverno). Isso pode ser comprovado pelo fato de várias variedades sanguíneas apresentarem frutos com forte coloração violácea quando cultivadas nas regiões de clima mediterrâneo (sul da Europa e norte da África), e apresentarem frutos com coloração amarelo-claro quando cultivadas em regiões com clima mais quente, como no município de Cordeirópolis, SP (Figura 3).



Figura 3. Fruto de laranja da variedade Moro, do grupo das laranjeiras sanguíneas, com pequeno acúmulo de antocianinas quando cultivadas em Cordeirópolis, SP.

Rodrigo Rocha Latado¹
Fernando Rafael Alves Ferreira¹
Vanessa Voigt¹

¹ Centro APTA Citros "Sylvio Moreira"/IAC, Rod. Anhanguera, Km 158, Caixa Postal 04, Cordeirópolis, SP, CEP 13490-970
e-mail de contato: rodrigo@iac.sp.gov.br





Uma característica importante é a possibilidade de se incrementar a concentração de antocianinas nos frutos de laranjas sanguíneas por meio da conservação pós-colheita dos frutos em câmara fria, sob baixa temperatura (entre 4 e 10°C), durante um período de tempo que pode variar entre 30 e 90 dias.

Como não há relatos disponíveis a respeito da avaliação do potencial produtivo e da caracterização agrônômica de variedades de laranjas sanguíneas no Brasil, é importante avaliar suas performances agrônômicas e de qualidade de frutos em diferentes regiões citrícolas do Estado de São Paulo e com plantio sobre diferentes portaenxertos. Assim será possível selecionar as melhores variedades, os portaenxertos mais produtivos e que induzem a produção de frutos com melhores qualidades, além dos efeitos do clima na performance agrônômica e nas características físicas e químicas de frutos e sucos.

Concomitantemente aos experimentos de avaliação agrônômica, é necessário desenvolver um pacote tecnológico para cultivo e processamento de laranjas sanguíneas a fim de a) determinar as variedades mais produtivas e que acumulam os maiores teores de antocianinas na polpa e no suco; b) determinar os locais de cultivo que apresentam clima mais adequado para maximizar o acúmulo de antocianinas em frutos de laranjas sanguíneas; c) identificar os efeitos dos estádios de maturação de frutos no acúmulo de antocianinas; d) determinar os efeitos da temperatura e tempo de armazenamento de frutos em baixas temperaturas na qualidade e no acúmulo de antocianinas no suco de frutos de variedades sanguíneas; e) determinar o

efeito do processamento do suco (pasteurização e/ou concentração) na manutenção do conteúdo de antocianinas presentes no suco dos frutos.

2. Informações técnicas sobre laranjas sanguíneas e seu cultivo no brasil

Os estudos envolvendo laranjas sanguíneas foram iniciados no ano de 2005, no Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”/IAC, com a avaliação preliminar de todas as laranjeiras sanguíneas pertencentes ao BAG-Citros (Banco de Germoplasma de Citros) dessa instituição. Nessa avaliação, concluiu-se que havia 18 variedades que podem ser consideradas como laranjas sanguíneas, originadas de diversos países, tais como Itália, Marrocos, Córsega, Espanha e também do Brasil (Tabela 1). Todas elas foram originadas de introduções antigas, realizadas no BAG-Citros, para as quais há poucas informações relevantes.

Tabela 1. Nome e número do acesso das laranjeiras sanguíneas presentes no BAG-Citros do Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”/IAC.

Nome do acesso	Número do acesso
Blood Oval	CV 87
Moro Palazelli	CN 44
Moro Acireale-1	CN 45
Moro Acireale-2	CN 46
Moro Acireale-3	CN 47
Tarroco	CN 67
Sanguinelli Marrocos	CN 73
Sanguinelli Polidari	CN 74
Malta Blood Argentina	CN 75

Nome do acesso	Número do acesso
Moro – 4	CN 77
Ruby Blood	CN 157
Sanguinelli cv. - Faz. Reserva	CN 430
Moro cv. – IPEACS	CN 432
Doble Fina Blood	CN 1333
Sanguinea Vascaro	CN 1349
Tarocco Blood	CN 1371
Rotuma Blood	CN 1372
Blood Red	CN 1375

CN – clone novo, CV – clone velho.

As avaliações realizadas em frutos colhidos de plantas dessas 18 variedades, mantidas no BAG-Citros, nos anos de 2007 e 2008, demonstraram que, apesar de serem consideradas como laranjeiras sanguíneas, todas essas variedades produziam frutos com coloração amarelo-alaranjado quando as plantas eram cultivadas em região com clima ameno (como Cordeirópolis, SP, por exemplo). O acúmulo máximo obtido foi de 9,4 mg.L-1 de antocianinas no suco quando os frutos foram colhidos do campo e o suco extraído no mesmo dia. Algumas variedades não conseguiam acumular antocianinas nos frutos nessas condições de cultivo (Figura 4).



Figura 4. Frutos e sucos de frutos de laranjas sanguíneas colhidas do campo e sem conservação no frio.

No entanto, quando os frutos foram colhidos de plantas desse mesmo pomar e foram posteriormente submetidos à conservação pós-colheita no frio (10 °C, durante até 60 dias), todas as variedades apresentaram frutos contendo antocianinas no suco, mas com concentrações distintas (Figura 5). As variedades do grupo da Moro foram as que apresentaram frutos com colorações mais intensas aos 60 dias de conservação no frio, com concentrações de antocianinas entre 100 e 230 mg.L-1 no suco. As variedades do grupo da Sanguinelli vieram em seguida, com concentrações entre 70 e 110 mg.L-1 de antocianinas no suco, seguidas das demais variedades (entre 1,5 e 70 mg.L-1 de antocianinas no suco).



Figura 5. Frutos e sucos de frutos de laranjas sanguíneas colhidas do campo e seguidas de conservação durante 60 dias a 10 °C.

A maioria das laranjeiras sanguíneas produziu frutos com tamanho médio (massa entre 120 e 170 g e tamanho médio dos frutos entre 7,0 x 6,5 cm - alt. x larg.), frutos maduros contendo teores de sólidos solúveis entre 9,2 e 11,9 °brix, acidez titulável entre 1,1 e 2,1, o que resultava em *ratios* do suco entre 7,0 e 11,0. As porcentagens médias de suco encontradas nos frutos dessas variedades variaram entre 47,5 e 56,2%.



Para sumarizar, esses estudos preliminares demonstraram que os frutos das laranjeiras sanguíneas avaliadas apresentavam qualidades adequadas ao processamento de suco, à exceção da acidez titulável do suco dos frutos, que demonstrava ser mais elevada que a das variedades tradicionais (com polpa amarela) cultivadas e processadas no Brasil, mesmo quando os frutos atingiam o estágio máximo de maturação (para comparar: nas laranjas de polpa amarela, a acidez titulável do suco era menor do que 1,0 quando os frutos estavam maduros).

De modo geral, as laranjeiras sanguíneas apresentavam frutos com maturação precoce ou de meia-estação, com o estágio máximo de maturação sendo atingido anualmente nos meses de junho, julho ou agosto nas condições de cultivo de Cordeirópolis, SP. Coincidentemente, essa época geralmente apresenta os meses com as temperaturas diárias mais baixas de cada ano (final da estação de outono e início da estação do inverno). Sendo assim, os frutos dessas variedades, cultivados tanto no hemisfério norte como no sul do planeta, permanecem nas plantas e completam o seu período de maturação nos meses mais frios, o que possibilita o maior acúmulo natural de antocianinas nas polpas dos frutos. Nos países de clima mediterrâneo, as baixas temperaturas diárias nas estações de outono e inverno possibilitam a produção natural de frutos contendo até 250-320 mg.L⁻¹ de antocianinas no suco (exemplo: região da Sicília, Itália), sem a necessidade de conservação pós-colheita no frio.

Um desafio tecnológico para o Brasil para a produção de laranjas sanguíneas é encontrar alguma região propícia ao culti-

vo dos citros que apresente as estações do outono e inverno com clima semelhante ao observado nas regiões Mediterrâneas.

Em busca de superar esse desafio, a partir de 2008 foram instalados dois experimentos de campo visando à avaliação de diversas laranjeiras sanguíneas em regiões com características edafoclimáticas distintas dentro do Estado de SP. Os portaenxertos utilizados nesses experimentos foram o citrumelo Swingle, tangerina Sunki e limão Cravo.

Os resultados parciais possibilitaram o avanço do conhecimento nas seguintes questões: a) até o presente momento, somente a variedade Tarocco apresentou incompatibilidade gráfica severa com o portaenxerto citrumelo Swingle, e com indução de mortalidade de plantas após o terceiro ano de cultivo; b) as produtividades médias das plantas dessas variedades eram adequadas em comparação com as da laranjeira Valência, importante variedade cultivada no Brasil. No entanto, as laranjeiras Sanguinelli apresentavam plantas com grande produtividade já nos primeiros anos dos experimentos, enquanto as variedades Moro apresentavam plantas com maior crescimento vegetativo nos primeiros anos de cultivo e demoravam um pouco mais para iniciar a produção intensa de frutos nas plantas (Figura 6); c) as variedades do grupo da Moro foram as que apresentaram frutos com coloração mais intensa aos 60 dias de conservação no frio devido às maiores concentrações de antocianinas acumuladas, seguidas das variedades do grupo da Sanguinelli e, por último, a Tarocco; d) os experimentos mantidos em regiões com clima mais quente resultaram na produção de frutos

e sucos de frutos com melhor qualidade (menor acidez titulável do suco e maior ratio do suco), porém os frutos colhidos desses locais mais quentes tiveram tendência a acumular menores teores de antocianinas nas polpas quando foram conservados na pós-colheita em câmara fria, durante 60 dias, a 10 °C.

Algumas dúvidas ainda persistem e deverão ser sanadas nos próximos anos de experimentação. A influência do estágio de maturação dos frutos (não completamente maduro ou maduro, por exemplo), no conteúdo de antocianinas produzidas posteriormente, durante conservação na pós-colheita em câmara fria, ainda não foi completamente elucidada. Também não se pode ainda concluir sobre os efeitos do processamento do suco (pasteurização e/ou concentração) na manutenção do conteúdo de antocianinas. As influências das

variedades de portaenxerto ainda não foram observadas.

Estudos recentes revelaram que a conservação pós-colheita dos frutos pode ser afetada pela temperatura de armazenamento, com melhores resultados durante a armazenagem à temperatura de 9 °C, que resultou em frutos com coloração púrpura mais escura e maiores teores de antocianinas na polpa, em vez de 4 °C. Em resumo, os experimentos de avaliações de variedades de laranja sanguínea serão mantidos durante o maior número de anos possível, em busca de respostas para as questões mais importantes e mais intrigantes. Espera-se que, com esses avanços científicos e tecnológicos, num futuro breve, possa-se observar o cultivo e o processamento industrial de laranjas sanguíneas em larga escala no Estado de São Paulo e no Brasil.



Figura 6. Planta da variedade Moro Palazelli (CN 44) com idade de 3 anos.



Cultivares de amendoim alto oleicos: uma inovação para o mercado produtor e consumidor brasileiros

Introdução: Os Ácidos Graxos do Amendoim

Os grãos de amendoim contêm diversos compostos orgânicos e elementos minerais. Quantitativamente, as duas frações que predominam são a lipídica (45% a 50% de óleo) e a proteica (cerca de 25% de proteína). O óleo é composto de ácidos graxos, constituídos de longas cadeias de carbono (16 a 24, no caso do amendoim). Os diversos cultivares de amendoim contêm os mesmos ácidos graxos na sua composição, mas podem variar bastante quanto aos teores dos diversos ácidos, trazendo implicações em aspectos relacionados à qualidade do produto.

Entre os ácidos graxos que compõem o óleo de amendoim, os que mais se destacam quantitativamente são o oleico e o linoleico. Os teores desses dois ácidos são inversamente correlacionados por serem originados da mesma rota metabólica. Teores mais altos de ácido oleico resultam em teores mais bai-

xos de ácido linoleico, e vice-versa. O amendoim, conhecido como alto oleico, possui aproximadamente 80% desse ácido.

Os diversos ácidos graxos que compõem o amendoim diferem entre si não só pelo tamanho da molécula, mas também pela presença de ligações duplas em determinados pontos da cadeia ou pela ausência dessas ligações. Ácidos graxos sem duplas ligações são chamados saturados, os de uma ligação são os monoinsaturados e os de duas duplas ligações são os poli-insaturados. As duplas ligações são os pontos da molécula que sofrem oxidação, fazendo com que ela se rompa e dê origem a moléculas menores. No processo de metabolismo, elas se ligam a outros compostos ou radicais, dando origem a inúmeras outras substâncias.

A Tabela 1 abaixo ilustra a composição de ácidos graxos em três cultivares de amendoim, sendo um deles alto oleico e os outros tradicionais, do tipo Runner e do tipo Valência.

Tabela 1. Composição de Ácidos Graxos (%) do óleo de três cultivares de amendoim.

ÁCIDOS GRAXOS	CULTIVARES		
	IAC 503 Alto Oleico	RUNNER IAC 886 Tipo Runner Normal	IAC TATU-ST Tipo Valência
SATURADOS	14,9	20,6	20,3
Palmítico (16:0)	5,4	9,4	10,5
Estearíco (18:0)	2,7	2,6	2,8
Araquídico (20:0)	1,3	1,8	1,6
Beênico (22:0)	3,3	4,0	3,5
Lignocérico (24:0)	2,2	2,8	1,9
MONOINSATURADOS	82,1	53,4	42,5
Oleico (18:1) (*)	79,8	51,6	41,3
Eicosenoico (20:1)	2,3	1,8	1,2
POLI-INSATURADOS	3,0	26,0	37,2
Linoleico (18:2)	3,0	26,0	37,2

(*) 18:1 – exemplo de tamanho da molécula de ácido graxo; cadeia de 18 átomos de carbono com uma ligação dupla.



Os ácidos graxos saturados (abundantes na gordura animal, por exemplo) são considerados indesejáveis do ponto de vista nutricional. No organismo humano, sua presença favorece a formação de triglicérides e colesterol. Os ácidos graxos monoinsaturados vão formar muitos compostos considerados benéficos para a saúde, como no caso do ácido oleico (Figura 1). Uma das vantagens é a sua maior resistência à oxidação por ter apenas uma dupla ligação na molécula.

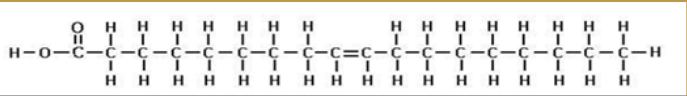


Figura 1. Representação gráfica da molécula de ácido oleico com 18 carbonos e uma dupla ligação.

Na prática, um benefício do ácido oleico é propiciar uma “vida de prateleira” mais longa para o óleo ou para o produto, ou seja, tempo mais longo para que o óleo ou produto entre em processo de oxidação/rancificação. Pesquisas mostram que os cultivares de amendoim que possuem 80% do ácido oleico na sua composição mantêm suas qualidades inalteradas por muito mais tempo do que amendoins que apresentam apenas 40% a 50% desse ácido.

Aspectos nutricionais dos ácidos graxos monoinsaturados

Outra vantagem do amendoim alto oleico (com 80% desse ácido graxo monoinsaturado) é nutricional (Grundy, 1989; Kris-Etherton P.M. et al., 1999; Clifford, J.; Kozil, A., 2017). Gorduras (óleos) ingeridas nas dietas são conhecidas por afetar as concentrações de colesterol total e lipoproteínas, entretanto os componentes

dos triglicérides (ácidos graxos saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados) não têm efeitos idênticos nos níveis de colesterol do soro sanguíneo. Pesquisas recentes mostraram que os ácidos graxos monoinsaturados produzem efeitos mais favoráveis quando substituem ácidos graxos saturados na dieta. Observou-se que os monoinsaturados reduzem os níveis de colesterol de “lipoproteínas de baixa densidade” (LDL, o “mau” colesterol), sem diminuir os níveis de “lipoproteínas de alta densidade” (HDL). Na ingestão dos ácidos graxos poli-insaturados (também considerados

“saudáveis”), notou-se redução das “lipoproteínas de alta densidade” (HDL), o que não é desejável. Além disso, verificou-se que os monoinsaturados parecem alterar as lipoproteínas mais favoravelmente do que os carboidratos (que podem aumentar os triglicérides). Os carboidratos são muitas vezes indicados em dietas como substitutivos das gorduras, o que é um equívoco. O que importa é a qualidade dessa gordura (óleo). Portanto, os monoinsaturados são os ácidos graxos com maior potencial para uso em dietas visando à redução do colesterol.

Cultivares IAC alto oleicos

O primeiro genótipo com a característica “alto oleico” surgiu espontaneamente, de uma mutação natural, na década de 1980, no programa de melhoramento da Flórida (EUA). Estudos posteriores comprovaram que a característica é estável e condicionada por genes recessivos (Moore, K.M.; Knauft, D.A., 1989).

No IAC, os primeiros cruzamentos que



utilizaram o germoplasma “alto oleico” datam de 2000 (Godoy, et al., 2005). O programa IAC vem desenvolvendo uma série de cultivares com essa característica, buscando inovar no mercado de amendoim quanto à qualidade, bem como atender à demanda dos produtores quanto ao comportamento agrônomo nas diversas regiões e sistemas de produção (Godoy et al., 2009; Godoy et al., 2014; Godoy et al., 2017).

São cinco os cultivares IAC aqui apresentados com essa característica:

IAC 503



Figura 2. Imagem dos grãos e vagem do cultivar IAC 503.

O cultivar IAC 503 apresenta hábito de crescimento rasteiro, com moderada resistência a doenças foliares, principalmente mancha preta e ferrugem. Possui crescimento vegetativo acentuadamente indeterminado, com plantas vigorosas. Seu ciclo é longo, de 130 a 140 dias, podendo estender-se por 145 a 150 dias dependendo das condições climáticas do ano. Sua resistência e capacidade de estender o ciclo até a colheita, mantendo a sanidade e o vigor vegetativo, conferem a esse cultivar uma maior estabilidade produtiva em relação a outros amendoins rasteiros, ou seja, seu desempenho produtivo

destaca-se quando se considera a média de vários plantios. Sua produtividade média situa-se em 4.500 kg ha⁻¹ em casca, e seu potencial produtivo é de 6.500 kg ha⁻¹. Os grãos contêm aproximadamente 48% de óleo, com 70% a 80% de ácido oleico. O mercado preferencial para esse amendoim é o de confeitaria (Figura 2). Seus grãos são de formato alongado e de tamanho médio maior do que de outros do padrão “runner”, e, predominantemente, de calibres 38/42 a 40/50, especialmente indicados para elaboração de grãos branqueados (sem pele).

IAC 505



Figura 3. Imagem dos grãos e da vagem do cultivar IAC 505.

O cultivar IAC 505 apresenta hábito de crescimento rasteiro com moderada resistência a doenças foliares, principalmente mancha preta e ferrugem. Também possui crescimento vegetativo indeterminado e plantas vigorosas. Seu ciclo é de 130 a 140 dias, porém não se estende tanto quanto o do cultivar IAC 503. Também se destaca pela estabilidade de produção, apresentando excelente desempenho produtivo na média de vários plantios. Sua produtividade média é de 4.500 kg ha⁻¹, com potencial para 6.000 kg ha⁻¹. O cultivar

IAC 505 apresenta teor de óleo nos grãos um pouco acima dos de outros cultivares (49%-50%), e seu teor de ácido oleico é de 70% a 80%. É indicado também para o mercado de confeitaria devido ao tamanho dos grãos do padrão “runner”, com maior proporção de calibre 40/50 (mais adequado para produtos drageados) (Figura 3). Pelo seu maior teor de óleo, esse cultivar é especialmente interessante para projetos focados na produção de óleo comestível (usado em culinária), tendo a característica “alto oleico” como um diferencial em relação aos outros óleos.

Recomendações: IAC 503 e IAC 505 são indicados para todas as regiões e sistemas de produção de amendoim exceto as áreas de renovação da cana-de-açúcar, onde há limitação para cultivares de ciclo que excedam os 130 dias. A resistência desses cultivares às doenças de parte aérea permite um planejamento de pulverizações com fungicida com um menor número de aplicações durante o ciclo em relação a cultivares suscetíveis.

IAC OL 3



Figura 4. Imagem dos grãos e da vagem do cultivar IAC OL 3.

O cultivar IAC OL 3 apresenta hábito de crescimento rasteiro e crescimento vegetativo mais rápido e mais determinado do

que os dos cultivares anteriores, ou seja, uma vez formada a frutificação, as plantas praticamente cessam seu crescimento vegetativo e priorizam o enchimento das vagens. Em consequência, o ciclo desse cultivar é marcadamente mais próximo de 130 dias, podendo ser reduzido em alguns dias, dependendo das condições do ambiente. O ciclo do plantio à colheita varia geralmente entre 125 e 130 dias, fazendo com que esse cultivar seja mais adequado para as áreas de renovação de cana-de-açúcar, onde o ciclo muito longo prejudica o cronograma de atividades de plantio.

Como esse cultivar tem ciclo mais determinado e é suscetível a doenças foliares, as plantas ficam mais vulneráveis a estresses, requerendo eficiente proteção com fungicidas. A média de produtividade esperada para esse cultivar é de 4.500 kg ha⁻¹, mas seu potencial produtivo pode ultrapassar 7.000 kg ha⁻¹. Os grãos da IAC OL 3 são de formato que tende para arredondado, mas com tamanho médio um pouco maior do que outros do padrão “runner”, com predominância dos calibres 38/42 e 40/50 (Figura 4). O teor de óleo é moderado (na escala de teores para amendoim), ou seja, varia entre 46% e 47%, e os grãos também são “alto oleicos” (70%-80%).

IAC OL 4



Figura 5. Imagem dos grãos e da vagem do cultivar IAC OL 4.



Sorgo-Vassoura de Porte Baixo IAC 10V50

Tecnologia verde para produção de vassoura

O cultivar IAC OL 4 apresenta hábito de crescimento rasteiro, com características vegetativas semelhantes às do cultivar IAC OL 3, sendo também de crescimento e ciclo mais determinados (125-130 dias). Esse cultivar também tem ciclo adequado para plantio na renovação da cana-de-açúcar e também é suscetível a doenças foliares, que devem ser controladas com fungicidas. Sua produtividade está no mesmo patamar do cultivar IAC OL 3, alcançando médias de 4.500 kg ha⁻¹ em casca, e potencial produtivo que pode ultrapassar 7.000 kg ha⁻¹.

Os grãos de IAC OL 4 são de formato arredondado, mas com tamanho médio, porém menor do que os grãos do IAC OL 3 (Figura 5). Na granulometria, produz proporções maiores de grãos 40/50, enquadrando-se, portanto, na faixa de maior demanda, no mercado de grãos tipo “runner”. Seu teor de óleo é moderado (ao redor de 47%), e também apresenta a característica “alto oleico” (70% a 80% deste ácido).



Figura 6. Imagem dos grãos e da vagem do cultivar IAC OL 5.

O cultivar IAC OL 5 apresenta hábito de crescimento rasteiro e características

vegetativas semelhantes às dos cultivares IAC OL 3 e IAC OL4, sendo também de crescimento e ciclo mais determinado (125-130 dias), possuindo, assim, ciclo adequado para plantio na renovação da cana-de-açúcar. Apresenta plantas rústicas e moderadamente resistentes a manchas foliares e alcança produtividade de 4.500 kg ha⁻¹ em casca, e potencial produtivo na faixa de 6.500 kg ha⁻¹.

Os grãos de IAC OL 5 são de formato arredondado e a granulometria concentra-se nos grãos de calibre 40/50, enquadrando-se, portanto, na faixa de maior demanda no mercado de grãos tipo “runner” (Figura 6). Seu teor médio de óleo é de 48%, e também possui a característica “alto oleico” (70% a 80% deste ácido).

Recomendações: IAC OL 3, IAC OL 4 e IAC OL 5 são indicados para áreas onde o esquema de rotação com a cana-de-açúcar não permite exceder 130 dias.

Referências

Clifford, J.; Kozil, A. Dietary fat and cholesterol. Food Nutrition, Fact Sheet 9313, Colorado State University, Extension, 2017.

Godoy, I. J.; Oliveira, E. J.; Carvalho, C. R. L. Análise de populações segregantes de amendoim para a característica “Alto Oleico”. II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Varginha, MG, 2005.

Godoy, I. J.; Carvalho, C. L.; Martins, A. L. M.; Bolonhezi, D.; Freitas, R. S.; Kasai, F. S.; Ticelli, M.; Santos, J. F.; Oliveira, E. J.; Moraes, L. K. IAC 503 e IAC 505: cultivares de amendoim com a característica “alto oleico”. In: 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Guarapari -ES, 2009.

Godoy I. J., Santos J. F., Carvalho C. R. L., Michelotto M. D., Bolonhezi D., Freitas R. S., Ticelli, M., Finoto E. L.; Martins, A. L. M. IAC OL3

e IAC OL4: new Brazilian peanut cultivars with the high oleic trait. Crop Breeding and Applied Biotechnology 14: 200-203, 2014.

Godoy, I. J.; Santos, J. F.; Michelotto, M. D.; Moraes, A. R. A.; Bolonhezi, D.; Freitas, R. S.; Carvalho, C. R. L.; Finoto, E. L.; Martins, A. L. M. IAC OL 5 - New high oleic runner peanut cultivar. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 17: 289-292, 2017.

Grundy, S. M. Monounsaturated fatty acids and cholesterol metabolism: implications for dietary recommendation. Journal of Nutrition, 119: 529-533, 1989.

Kris-Etherton P. M., Pearson T. A., Wan Y. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. American Journal of Clinical Nutrition, 70(6):1009-1015, 1999.

Moore, K. M.; Knauff, D. A. The inheritance of high oleic acid in peanut. Journal of Heredity, 80:252-253, 1989.



Introdução

O sorgo-vassoura (*Sorghum bicolor*) é um tipo de sorgo caracterizado pela inflorescência (panícula) com fibras longas e grãos encapsulados pelas glumas, cujo uso tem sido exclusivamente para confecção de vassouras resistentes e duráveis, conhecidas como vassoura caipira ou vassoura de melga. Segundo matéria da Opinião & Notícias, de 12/05/2012, o historiador Gregory H. Nobles relata, em 1797, que um agricultor de Hadley, Massachusetts, chamado Levi Dickinson, teve a ideia de usar plantas de sorgo para fazer uma vassoura, amarrando um amontado de panículas em uma vara, que resultou em uma vassoura durável e eficiente. Outro fato marcante relatado por ele foi a inovação da vassoura redonda para uma vassoura plana, feita pelos Shakers, uma seita religiosa cristã do nordeste dos Estados Unidos, que teve a ideia de amarrar as panículas com arame, achatando-as com uma prensa, e fixando com costuras, resultando no tipo de vassoura produzido até hoje (Figura 1).



Figura 1. Vassouras de sorgo.

No Brasil, não se sabe quando o sorgo-vassoura foi introduzido. No Estado de São Paulo, segundo Glauco Pinto Viegas (1941), na década de 1930, a indústria da vassoura de sorgo estava no auge, com

cerca de 34 fábricas instaladas no Estado; a produção nacional não era suficiente para atender à demanda: importavam-se anualmente cerca de 1000 a 1800 toneladas de palha, principalmente da Argentina, Itália e Uruguai. A falta de dados estatísticos sobre a cultura do sorgo-vassoura pelo fato de estar cultivado em pequenas propriedades fez com que essa cultura fosse sempre considerada de pouca importância econômica. Para acabar com a dependência das fábricas pela palha importada, iniciou-se, no Instituto Agrônomo, em 1933/34, um trabalho de melhoramento do sorgo-vassoura, visando à obtenção de linhagens puras de variedades locais e importadas dos Estados Unidos, Itália e Argentina. Esse trabalho contou com a participação de pesquisadores da Instituição, como Carlos A. Krug, que delineou as bases do projeto de obtenção de linhas puras, cuja execução coube a Glauco Pinto Viégas, que, ao longo das décadas de 1930 e 1940, avaliou e obteve linhagens de variedades nativas e exóticas, de porte alto e anão, trazidas dos Estados Unidos, Argentina e Itália. As linhagens de variedades nativas foram mais produtivas, com menos defeitos na panícula, e foram utilizadas para estudos de época de plantio, adubação e espaçamentos entre linhas e entre plantas, mais adequados ao sorgo-vassoura.

O declínio da vassoura de sorgo começou com o desenvolvimento de fibras sintéticas em 1940, que passaram rapidamente a ser usadas pela indústria vassoureira. Mesmo com o fechamento das fábricas de vassouras de palha de sorgo, sua cultura persistiu nas pequenas propriedades rurais, principalmente nas regiões Sul e Centro do país, sendo as fábricas substituídas por

Eduardo Sawazaki¹
Rogerio Soares de Freitas²

¹ Centro de Grãos e Fibras – IAC; sawazaki@iac.sp.gov.br.
² Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais– IAC; Freitas@apta.sp.gov.br



pequenos artesãos que mantêm variedades próprias, produzindo sementes e palha para confecção de suas vassouras. Predominam atualmente no mercado vassouras de fibras sintéticas, mas em muitos locais encontram-se as vassouras de sorgo à venda, cujo modelo e padrão são muito variáveis devido ao grande número de artesões existentes, com seu modo peculiar de fabricação da vassoura.

Em 1991/92, retomamos a pesquisa com sorgo-vassoura, estudando a densidade de plantas. Um dos grandes problemas do sorgo-vassoura era excesso de plantas na linha devido à alta densidade de semeadura, causada pelo uso de sementes próprias com baixa germinação. Em 2003, iniciamos um projeto de melhoramento do sorgo-vassoura com apoio da UPD de Tietê, avaliando-se 24 entradas originárias de produtores das regiões de Tietê, Jurumirim, Cerquilha, Monte Alegre do Sul, Siderópolis (SC) e uma variedade do IAC. Entre essas variedades, havia apenas uma variedade anã, proveniente da semente Maschietto, sendo as demais de porte alto. Esse trabalho selecionou uma variedade coletada na região de Tietê como a mais produtiva e com melhor qualidade de palha, uma variedade de Saltinho. Em 2004/05, estudou-se o efeito de três densidades de plantas e três doses de N em cobertura nas variedades Catanduva e Tietê, destacando-se a densidade de 7 plantas/m e a dose de 80 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (Sawazaki et al.2006).

Com o objetivo de obter uma variedade de porte baixo e resistente ao acamamento, foram realizados, em 2006 e 2007, cruzamentos entre as variedades Tietê e Anã da Maschietto, que tinha panículas curtas

e com muitos defeitos. Após vários ciclos de seleção nas gerações segregantes realizados em Campinas, Tietê e Votuporanga, com a colaboração dos pesquisadores Dulcinéia Elizabete Foltran e Rogerio Soares de Freitas, chegou-se a linhagens de porte anão a médio com panículas compridas. Em 2012 e 2013, foram realizados os ensaios de VCU (valor de cultivo e uso) em Campinas, Tietê e Votuporanga, quando foram avaliadas cinco linhagens de porte anão a médio, e as variedades de porte alto, Tietê, Saltinho e IAC Catanduva. Com base nesses ensaios, foram registradas, em 2015, no MAPA, as variedades IAC 10V50 porte baixo, IAC 10V60 Tietê e IAC 10V70 Saltinho.

Qualidade da palha do sorgo-vassoura



Figura 2. Palha do sorgo-vassoura IAC 10V50.

A palha do sorgo para confecção de vassouras precisa ter fibras compridas (>50cm), uniformes, roliças e flexíveis, saindo de uma raque curta. A melhor época para o corte da palha é a fase de grãos leitosos, com fibras esverdeadas. Com atraso na colheita, pode haver avermelhamento das fibras causado por fungos; no caso das variedades de porte reduzido, devido ao menor comprimento dos internódios, parte da panícula pode

ficar recoberta pela última folha, o que favorece o ataque de fungos (antracnose) na base da panícula (Figura 2). Existe uma série de defeitos que aparecem nas panículas, causados pelo ambiente ou pela genética da variedade. Os principais defeitos são:

a) Raque grossa ou Miolo Grosso (tipo M, Figura 3): a raque fica comprida com as fibras saindo ao longo desse eixo central. Também é considerado tipo M, com a raque curta tendo uma fibra central bem mais grossa, como se fosse um prolongamento dela. É causado principalmente pelo ambiente de alta população de plantas e dos plantios tardios.



Figura 3. Panícula com defeito tipo M.

b) Panícula caída (tipo J, Figura 4). As fibras se inclinam logo após sua saída da planta, parecendo um J. O crescimento rápido da panícula causa seu inclinação devido ao seu próprio peso. Excesso de nitrogênio e panículas muito compridas favorecem a ocorrência desse defeito. A redução desse defeito pode ser por meio da seleção de fibras mais grossas e panículas de tamanho médio, e com manejo adequado de fertilizantes.



Figura 4. Panícula com defeito tipo J.

c) Panículas com fibras retorcidas (Tipo R, figura 5): A panícula apresenta todas as fibras ou parte delas retorcidas ou engruvinhadas. É o defeito menos frequente, principalmente nas variedades melhoradas.



Figura 5. Panícula com defeito tipo R.

Características do IAC 10V50 - porte baixo

O cultivar IAC 10V50 apresenta, nos plantios de verão (outubro/novembro), porte médio, com altura de planta, medida do solo até a ponta da panícula, em torno de 210 cm, florescimento de 70 a 75 dias após plantio, dependendo da região (Figura 6). Apresenta alta tolerância à seca e ao calor, e resistência ao acamamento





das plantas. A colheita das panículas para aproveitamento da fibra pode ser iniciada aos 20 dias após florescimento, com os grãos no estágio leitoso. Para aproveitamento dos grãos para semente, a colheita deve ser realizada quando os grãos estiverem bem granados e duros, resistindo à pressão das unhas. Apresenta, em relação à variedade Tietê, uma redução de 33% na altura da planta, facilitando a colheita manual das panículas que não precisam ser dobradas, pois corte com cabo de 50 cm pode ser feito em torno de 1,5 m de altura. Nos plantios tardios (fevereiro/março), reduz-se mais ainda a altura das plantas, podendo suportar espaçamentos reduzidos entre linhas, com até 180 mil plantas.ha⁻¹, com menos perda na qualidade da palha que as variedades de porte alto (Figura 7). Possui a mesma qualidade de palha que a variedade Tietê no plantio de verão, entretanto, no plantio tardio - fevereiro/março -, sua qualidade de palha é superior, com comprimento médio de palha de 62cm.



Figura 6. IAC 10V50 em plantio de outubro.



Figura 7. IAC 10V50 em plantio de abril.

Impacto da variedade IAC 10V50 – porte baixo na cultura do sorgo-vassoura

A expansão de qualquer cultura sempre esteve aliada à disponibilidade de sementes melhoradas com alto potencial produtivo e com boas características agronômicas. Na Sérvia, onde a cultura e a indústria da vassoura de sorgo têm grande importância econômica, o desenvolvimento da cultura se deve principalmente pela utilização de cultivares de porte baixo com alta produtividade e qualidade de palha.

No sorgo-vassoura de porte baixo, tem-se menor custo na colheita mecânica das sementes, o que viabiliza sua produção comercial; já para as variedades de porte alto, há necessidade de mão de obra na colheita, mesmo nos plantios tardios quando a planta fica mais baixa, sendo preciso fazer a dobra manual das plantas para viabilização da colheita mecânica.

Outra grande vantagem do sorgo-vassoura porte baixo é suportar redução do espaçamento entre linhas e aumento da população de plantas, melhorando sua produtividade. Nos ensaios de VCU com espaçamento de 80cm entre linhas, o IAC 10V50 foi 33% mais produtivo que a melhor variedade de porte alto. Outra vantagem é a ampliação da época de plantio até março/abril, quando se verificou menor perda de qualidade da panícula em relação às variedades de porte alto. Em plantio de início de abril, obteve-se boa qualidade da panícula no IAC 10V50, enquanto a variedade Tietê em plantio de março apresentou elevada porcentagem de defeitos do tipo M.

Com a disponibilização de sementes do IAC 10V50 de porte baixo aos produtores para safra de 2017/18, esperam-se

aumento da produtividade e maior rentabilidade aos pequenos produtores e artesões, que poderão incrementar sua produção de vassouras, adquirindo equipamentos que facilitam o “amarrio” e a costura (Figura 8), diminuindo mão de obra no custo de produção. As vassouras de sorgo atualmente

têm maior custo que as de fibras sintéticas. A redução do custo da palha pelo aumento da produtividade e a diminuição da mão de obra com uso de equipamentos darão maior competitividade às vassouras de sorgo, que têm a vantagem de ser um produto de tecnologia verde.



Figura 8. Máquina para “amarrio” das vassouras, prensa para costura, guilhotina para corte das fibras e máquina para retirada das sementes da palha. Fonte: www.maquinadosespecializados.com

Qualidade de Mudas de Seringueira: Relação com a Pesquisa e Transferência de Tecnologia no Contexto da Bioeconomia

Bioeconomia: pesquisa em prol de soluções para a sociedade

Os conceitos mais amplos que definem bioeconomia a relacionam com as diferentes áreas do conhecimento focadas em soluções para os desafios sociais por meio dos recursos biológicos e das matérias-primas oriundas da agricultura. A Comissão Europeia define o termo como o conhecimento baseado na produção e uso de recursos renováveis para se fazer produtos, processos e serviços disponíveis para os vários setores da economia. Nesse aspecto, a bioeconomia aborda a importância da ciência e tecnologia para equalizar crescimento econômico e sustentabilidade ambiental, como alternativas para o uso de combustíveis fósseis, contenção das mudanças climáticas e atendimento das demandas da população em prol do bem-estar da sociedade moderna.

Nesse contexto, que papel teria a seringueira?

Inicialmente, assim como todo produto agrícola, a seringueira produz matérias-primas renováveis e se insere no grande grupo constituído pelos recursos biológicos, produtores de uma ampla gama de substâncias orgânicas e metabólitos, conhecidos ou a serem descobertos, utilizados de várias maneiras, como alimento, materiais, compostos e energia para suprir as necessidades do ser humano.

Muito já se conhece sobre o potencial e os subprodutos possíveis de serem fabricados com as matérias-primas principais da *Hevea brasiliensis*, diga-se a borracha natural (inclusive o látex) e a madeira: duas importantíssimas matérias-primas. A pri-

meira é insumo estratégico ao desenvolvimento das economias modernas, sendo consumida em torno de 70% no mundo somente para a fabricação de pneus. Os restantes 30% da borracha natural produzida são utilizados na indústria de artefatos leves, produtos relacionados à saúde, artefatos médicos etc. Vários outros produtos e processos que levam borracha natural em sua composição estão sendo testados e utilizados mundo afora, especialmente em infraestrutura na construção civil, visando ao aumento da resistência e qualidade das estruturas prediais e pontes para a proteção contra abalos sísmicos, comuns em determinadas regiões do globo. Outros exemplos são o *Rubberized Road*, asfalto adicionado de 3 a 5% de aditivo composto por borracha para melhoria da qualidade do pavimento e das condições de tráfego, e o *Hydroseeding*, um composto de borracha e sementes de grama para contenção de solo em áreas declivosas, ao redor de cidades e em estradas. Cada vez mais a borracha natural faz-se presente na sociedade e com possibilidades a serem descobertas.

A segunda matéria-prima possui importância indiscutível; no caso da seringueira, sua madeira possui tecnologia de utilização já definida, seja no Brasil ou no exterior, pois vem sendo estudada desde a década de 1950 e utilizada na indústria em larga escala desde a década de 1970 com a produção de madeira serrada na Malásia e Tailândia. Para o Brasil, fica o desafio de consolidar a indústria de madeira de seringueira, aproveitando a tecnologia já existente e permitindo seu processamento, o que estimularia ainda mais a renovação e novos plantios, tendo como

modelo a velocidade em que a madeira de seringueira se estabeleceu como um importante produto nos mercados internacionais.

Agora que sabemos um pouco mais do porquê necessitamos das matérias-primas oriundas da seringueira, saibamos também que elas se enquadram no modelo da economia circular, inserida no contexto da bioeconomia, um novo modelo de gestão dos processos de transformação, que preza o reaproveitamento, a redução de resíduos e de recursos, em confronto ao atual modelo de economia linear, baseada em produção, utilização e descarte.

Potencial da heveicultura brasileira e novos desafios

As principais indústrias pneumáticas estão instaladas em nosso país e, atualmente, produzimos apenas metade da borracha natural, ou seja, 50% da demanda interna, o que se traduz em oportunidades para esse setor do agronegócio.

As vantagens do cultivo da seringueira no Brasil são ainda maiores quando se levam em conta as possibilidades de real potencial de inserção de nossa heveicultura em modelos de “selos verdes”, pois naturalmente ela se enquadra no modelo de agricultura de baixo carbono (ou zero), com potencial de novos plantios em 200 milhões de hectares, em áreas hoje constituídas por pastagens em diferentes graus de degradação e que podem ser perfeitamente utilizadas, pois são áreas edafoclimáticas favoráveis para a *Hevea brasiliensis*. Dessa forma, não necessitamos derrubar áreas com vegetação nativa para incremento da atividade, questão amplamente divulgada em respeitosos agentes de comunicação, pois

muitos países estão em pleno desenvolvimento da cultura com base em intenso desmatamento.

A cadeia produtiva da borracha natural brasileira deve se preparar em relação a novas oportunidades e novas demandas relativas à certificação internacional, amplamente debatidas, tanto para os setores primário como secundário, para a melhoria da qualidade e valoração da matéria-prima, do trabalhador rural e dos produtos processados, com respeito à proteção do meio ambiente.

O tema da Conferência Internacional de Seringueira de 2017, em Jacarta, Indonésia, foi relacionado à discussão de desafios para a cadeia visando a novas oportunidades na Economia Verde, “*Current and Future Challenges in Natural Rubber Industry: Capturing Opportunities in the Green Economy*”, ou seja, como capitalizar o potencial sustentável da cultura.

Nesse contexto, a heveicultura brasileira é competitiva em seu atual modelo em relação aos aspectos ambiental e trabalhista, o que agrega vantagens e potencialidades diante dos novos desafios impostos pelo mercado mundial, cada vez mais exigente. Para continuar prosperando com responsabilidade social e ambiental, o passo inicial da atividade heveícola ocorre com novos plantios.

A importância da certificação do processo de produção de mudas

São comuns relatos na literatura de casos de insucesso de produtividade envolvendo diferentes culturas agrícolas em diferentes partes do mundo, quando a expansão de seus cultivos ocorreram exponencialmente e de maneira não ordenada,



Erivaldo José Scaloppi Junior¹
Rogério Soares de Freitas¹
Paulo de Souza Gonçalves¹

¹ Pesquisador Científico do Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, IAC. scaloppi@iac.sp.gov.br



ou seja, com ausência de qualidade sanitária e principalmente genética do material de propagação. Situações como essa são ainda mais problemáticas quando relacionadas a culturas permanentes, como no caso da seringueira, em que os reflexos do desastre permanecem por vários anos.

Nesse sentido, o Brasil deu um importante passo para a regularização da qualidade genética e fitossanitária do material de propagação de seringueira, inicialmente no contexto nacional, com a promulgação da Instrução Normativa n. 29, de 06 de agosto de 2009 e, posteriormente, no Estado de São Paulo, com a Resolução da Secretaria de Agricultura n. 23, de 26 de junho de 2015.

Essas legislações estabelecem que o viveiro de produção de mudas, o jardim clonal, a área de produção de sementes e o depósito de mudas devem ser cadastrados e devem seguir normas específicas visando à completa idoneidade varietal e sanitária das plantas. Todo esse processo assegura a total rastreabilidade da produção de mudas, permitindo transparência e segurança, fundamentais para tomada de decisão.

Processo de pesquisa e transferência de tecnologia de material propagativo no IAC: da oferta de novos clones à certificação genética de jardins clonais

O IAC possui um programa de melhoria próprio que tem oferecido soluções para a heveicultura desde a década de 1950, quando introduziu clones elites, dentre os quais o clone RRIM 600, hoje constituinte da maioria do plantel estadual e nacional. O programa de melhoramento de seringueira do IAC trabalha na obtenção de clones próprios e na avaliação e validação de materiais

oriundos de outras instituições. Como frutos de sua pesquisa séria e persistente, o IAC lançou, até o momento, 31 clones, que possuem seu devido registro junto ao MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Dentre os materiais clonais, vale ressaltar os novos clones IAC da série 500, que possuem excelente vigor e potencial produtivo até 74% superior ao clone RRIM 600.

Para a difusão da tecnologia gerada pela instituição, mantemos as plantas matrizes dos clones como jardim clonal, área destinada à produção de material de propagação, especificamente as borbulhas das variedades clonais para o processo de enxertia das mudas, que estão à disposição dos viveiristas. Nossas plantas matrizes possuem as devidas certificações no âmbito nacional junto ao MAPA e a nível de Estado junto à Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo (CDA SP).



Figura 2. Enxertia precoce realizada em portaenxertos de seringueira cultivados em bancadas suspensas em tubetes de 280 ml. IAC, Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Votuporanga, 2017.

A instituição vem se preparando constantemente para possibilitar a adequação do setor produtivo diante das exigências

da legislação, tendo hoje condições de oferecer materiais clonais com qualidade e em quantidade suficiente.

O material propagativo idôneo e sadio de clones potencialmente produtivos e vigorosos é a peça-chave para o sucesso na implantação de novos empreendimentos heveícolas, e, nesse processo, o IAC desempenha papel fundamental como disseminador de tecnologia para o Brasil.

Contribuição e novos desafios do IAC para o processo de produção de mudas de seringueira

A grande mudança de paradigma prevista pela legislação foi em relação ao novo sistema de produção de mudas de seringueira, que até então era realizada tradicionalmente, em solo, como em muitos outros países. O Brasil deu uma grande guinada nesse assunto ao estabelecer um novo sistema baseado no modelo de produção de mudas cítricas, na qual as mudas são cultivadas em bancadas suspensas a 40 cm de altura do chão para evitar o alcance de possíveis respingos de água contaminada. O solo, como substrato, deixou de ser utilizado. A partir de agora, apenas substratos isentos de pragas, como os nematoides e plantas daninhas como *Cyperus rotundus* e *Cynodon dactylon*, consideradas limitantes e inaceitáveis.

Um novo padrão de exigência sobre mudas foi estabelecido. Por se tratar de uma nova tecnologia, temos à frente um grande desafio científico para se estabelecer um novo protocolo para a produção de mudas de seringueira em bancadas suspensas.

O IAC deu um importante passo ao priorizar a linha de pesquisa em produção de mudas e aprovar o primeiro projeto de

pesquisa com fomento da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), sob o título “Desenvolvimento e qualidade nutricional de mudas de seringueira, sob as novas normas de produção”, Processo 2013/23188-5. Inicialmente realizamos testes de germinação de sementes e avaliamos o índice de velocidade de germinação (IVG). Plantas que germinaram após 20 dias da semeadura não apresentaram desenvolvimento satisfatório e, por isso, não devem ser utilizadas. Verificamos a importância do manejo da quantidade de água aplicada para o sucesso da germinação. Especificamente, o objetivo principal do projeto foi realizar três experimentos. No primeiro deles, determinamos a extração e o acúmulo de nutrientes no portaenxerto clonal GT 1, fundamental para adequação de fórmulas de adubação, visando à correta nutrição das plantas. Avaliamos a viabilidade do uso de três tipos de substratos - fibra de coco, casca de pinus e a mistura de ambos - sendo que a casca de pinus apresentou maior porcentagem de plantas aptas à enxertia, ou seja, possibilitou melhor desenvolvimento das plantas. As causas de insucesso da fibra de coco provavelmente estejam relacionadas ao alto teor de potássio ali encontrado. Por isso, recomendamos a análise prévia do substrato antes da sua utilização para a produção de mudas. O terceiro experimento desse projeto objetivou avaliar cinco portaenxertos clonais: PR 255, PB 235, GT 1, IAN 873 e RRIM 600, em ordem decrescente de desempenho quanto ao vigor. Durante nossa participação no X Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, tivemos a oportunidade de conhecer os avançados sistemas de produção de mudas de várias





espécies de plantas e constatar que o solo praticamente não é mais utilizado para tal finalidade. Portanto, naturalmente, o sistema tradicional de mudas de seringueira cultivadas em solo teria que evoluir.



Figura 1. Portaenxertos de seringueira em bancadas suspensas em recipientes de 115 ml. IAC, Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Votuporanga, 2017.

Ao longo do primeiro ciclo de produção de mudas em bancadas suspensas, conseguimos avançar na produção dos portaenxertos vigorosos e com excelente desenvolvimento radicular. O desafio imposto, naquele momento, foi com relação ao baixo índice de sucesso do método de propagação por borbulhia de placa, independentemente do portaenxerto ou substrato utilizado. Com a continuidade de nossos estudos, notamos a necessidade de se trabalhar com o vigor das plantas e com a intensificação do sistema de produção, visando à racionalização dos insumos e à otimização do espaço no ambiente de produção.

Assim, realizamos estudos para manejar a altura dos portaenxertos e facilitar os tratos culturais, principalmente para o controle de moléstias, pela diminuição da massa aérea das plantas. Qual a influência da poda sobre o vigor de portaenxertos de seringueira? Quatro lançamentos foliares

se mostraram suficientes para garantir o crescimento em diâmetro das plantas, ou seja, os portaenxertos apresentaram aptidão para enxertia (diâmetro igual ou superior a 10 mm) com altura inferior a 70 cm.

Na literatura, encontramos trabalhos da década de 1980 em que eram recomendados recipientes com cerca de 10 litros de volume para a produção de mudas de seringueira no Brasil. Estudos posteriores demonstraram ser possível a diminuição de volume e passou-se a recomendar recipientes com volume superior a dois litros. No início da década de 1980, com o advento da cultura do eucalipto, alguns pioneiros estudos foram realizados na tentativa de se cultivarem portaenxertos de seringueira em tubetes. Tais trabalhos nos inspiraram a empregar os recipientes de baixa capacidade volumétrica para, inicialmente, serem utilizados no transplântio, o que mostrou ser perfeitamente possível na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Posteriormente, realizamos o cultivo do portaenxerto em definitivo em tubetes de diferentes tamanhos (115 a 280 ml), em comparação com recipientes maiores (2,7 L), atualmente mais utilizados, para servirem de comparativo. Os resultados indicam, até o momento, viabilidade no crescimento das plantas em recipientes de baixa capacidade volumétrica, devendo essas mudas ter seu desenvolvimento aferido em condições de campo.

Além de diminuir os insumos aplicados para a produção das plantas, a redução do volume propicia a maximização do espaço, o que é vantajoso, pois as bancadas suspensas têm considerável investimento inicial que deve ser amortizado logo no primeiro ou segundo ciclos de produção.

Com recipientes de tamanho tradicional, ou seja, 2,7 litros, podemos arranjar 27 plantas por metro quadrado nas bancadas suspensas, enquanto que 140 plantas dispostas em tubetes de 115 ml podem ocupar a mesma área, com otimização superior a quatro vezes. Mesmo com o emprego de recipientes de volume intermediário, com aproximadamente um litro, as vantagens da utilização ainda são muito significativas.

Portanto, estamos obtendo sucesso em melhorar a ocupação do espaço no ambiente de produção. O novo desafio está agora em maximizar o tempo de produção das mudas enxertadas para que elas possam ser produzidas com prazo inferior a doze meses, permitindo que a estrutura do ambiente de produção possa ser utilizada para ocupação com novos portaenxertos e mudas enxertadas do próximo ano agrícola. Para alcançar esse novo desafio, estamos realizando uma série de experimentos sobre enxertia precoce em seringueira, cuja literatura apresenta alguns casos de sucesso, principalmente na Índia.

Em nossos experimentos iniciais, estamos conseguindo demonstrar a viabilidade da enxertia precoce em portaenxertos a partir de 5 mm de diâmetro, ou seja, metade do vigor tradicionalmente utilizado para esse método de propagação, e estamos obtendo até 100% de sucesso na borbulhia em alguns tratamentos, a depender, fortemente, da origem e dos tratos culturais realizados nas plantas do jardim clonal, fonte das borbulhas e do manejo da irrigação. O melhor disso tudo é que essas enxertias estão sendo realizadas em portaenxertos cultivados em tubetes de baixa capacidade volumétrica.

Estamos no caminho certo para desenvolver um protocolo para a produção de mudas de seringueira que alie precocidade e qualidade, com redução na utilização de insumos, permitindo a otimização da estrutura de produção e melhorando a viabilidade do sistema.

O IAC trabalha na geração e difusão de novas tecnologias e serviços para que o setor heveícol almeje, cada vez mais, sucesso no agronegócio.



Figura 3. Muda enxertada, pronta para plantio, com dois lançamentos foliares, produzida em bancadas suspensas em tubete de 280 ml. IAC, Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Votuporanga, 2017.



Para saber mais

BELINI, R. M.; ADEODATO, S. (Org.). Economia da Restauração Florestal. The Nature Conservancy. 2017. 136p. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal.pdf>> Acesso em: novembro de 2017.



BERNARDO, G. F.; FREITAS, R. S.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. Desenvolvimento de porta-enxertos de seringueira em recipientes de baixa capacidade volumétrica para aptidão à enxertia a curto e longo prazos. In: XI Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017, 2017, Campinas.

BERNARDO, G. F.; MARQUES, R.; CARVALHO, E. F. A.; FREITAS, R. S.; SCALOPPI JUNIOR, E. J. Crescimento de porta-enxertos clonais de seringueira GT1 em função de épocas de transplantio. In: X Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016, 2016, Campinas.

CARVALHO, E.F.A. Produção de porta-enxertos de seringueira em tubetes: escalonamento do transplantio no sistema de bancada suspensa. 2017. Dissertação (Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

CHEERAKUZH Y NURSERY. Free delivery and production of Cheerakuzhy young bud root trainer rubber plants. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2dE8V5yM-jU>> Acesso em: novembro de 2017.

CHEERAKUZH Y NURSERY. Young bud rubber. Disponível em: <<http://www.cheerakuzhy.com/youngbud.html>> Acesso em: novembro de 2017.

EUROPEAN COMMISSION. Bioeconomy in everyday life. 2015. 43 p. Disponível em: <https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/eu_bioecnomoy_apartment_katalog.pdf> Acesso em: novembro de 2017.

MARQUES, R.; RIVA, L. C.; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; FREITAS, R. S. Germinação de sementes de cinco porta-enxertos clonais de seringueira em bancada suspensa. In: IV Congresso Brasileiro de Heveicultura, 2015, São José do Rio Preto.

PEREIRA, A.C. Efeito do desponte no desenvolvimento e parâmetros fisiológicos do porta-enxerto clonal de seringueira GT1 em viveiro suspenso. 2016. 55p. Dissertação (Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

RIVA, L. C.; MARQUES, R.; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; FREITAS, R. S. Germinação de sementes

de seringueira em substratos em bancada suspensa. In: IV Congresso Brasileiro de Heveicultura, 2015, São José do Rio Preto.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARQUES, R.; BERNARDO, G. F.; DIAS, F. S.; FREITAS, R. S. Desempenho de porta-enxertos de seringueira cultivados em bancadas suspensas. In: X Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, 2016, Campinas.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARQUES, R.; BERNARDO, G. F.; DIAS, F. S.; FREITAS, R. S. Substratos para a produção de mudas de seringueira em bancadas suspensas. In: X Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, 2016, Campinas.



Uso Eficiente de Fósforo: Necessidade e Desafio para uma Agricultura Sustentável do Século XXI

Devemos nos preocupar com o uso mais eficiente de fósforo na agricultura?

O uso eficiente dos recursos naturais disponíveis nas mais diversas cadeias de produção agrícola tem recebido cada vez mais atenção por parte de toda a sociedade. Esse fenômeno pode ser explicado, ao menos em parte, pela maior consciência da população em relação aos impactos positivos dos ganhos na eficiência produtiva em termos de conservação do ambiente, sustentabilidade socioeconômica e, por fim, em melhorias de qualidade de vida das pessoas.

A eficiência de uso diz respeito ao quanto é gerado em termos de produto (ou trabalho) para uma determinada quantidade do recurso que foi adicionada ao sistema, ou seja, uma relação direta entre *output* e *input*. A partir dessa definição, argumenta-se que maior eficiência de uso reduziria a quantidade de recursos a ser adicionada para a manutenção de uma produção almejada. Isso, por sua vez, criaria ainda a possibilidade de diminuirmos a dependência por recursos não renováveis sem, ao mesmo tempo, comprometermos o atendimento da demanda crescente por serviços e produtos.

Em escala global, a atividade agrícola desempenha papel de destaque para alcançar de maior qualidade de vida da população, pois simultaneamente garante a produção de alimentos e depende largamente da adição contínua de recursos naturais não renováveis, como o nutriente fósforo. De fato, abordando de maneira mais específica a sustentabilidade da agricultura na região tropical, surge a necessidade de alcançarmos uso mais eficiente desse nutriente nos mais diversos sistemas de produção agrícola, contemplando desde

pequenas propriedades com agricultura familiar até sistemas produtivos intensivos em grandes extensões de terras. A preocupação sobre uso mais eficiente de fósforo surge primariamente da sua carência generalizada em solos tropicais. Essa situação, por sua vez, provoca a necessidade de altas doses e frequentes aplicações de fertilizante fosfatado. Além disso, existe o agravante de que a maior parte do elemento adicionado ao solo sofre rápidas transformações que resultam em significativa redução de disponibilidade e baixa eficiência de absorção pelas plantas.

A combinação de baixos teores disponíveis com ineficiente aproveitamento do nutriente adicionado ao solo via fertilizantes faz com que a produção agrícola nos trópicos seja cada vez mais dependente da adição de fontes externas de fósforo. Contudo, a solução para esse problema não reside apenas em adotarmos a estratégia de adubação intensiva, pois o uso de fertilizantes fosfatados na agricultura deve ser cada vez mais restringido pelos seguintes aspectos: i) problemas ambientais associados com a contaminação dos corpos de água (eutrofização); ii) projeção de exaustão das reservas de rochas fosfáticas; iii) elevação dos preços dos fertilizantes ao agricultor. Existe, portanto, um complexo contexto que envolve a correção da deficiência por fósforo e desafios a serem superados no manejo desse nutriente para proporcionar ganhos na produtividade das culturas.

A fim de entendermos um pouco mais o papel do fósforo como componente essencial da produção de alimentos nos solos de baixa fertilidade da região tropical, seria importante descrever suas principais funções no metabolismo vegetal, e, assim, caracterizar o impacto da sua deficiência no

Fernando César Bachiega Zambrosi¹

¹ Centro de Solos e Recursos Ambientais, Instituto Agrônomo de Campinas, 13020-902, Campinas-SP. zambrosi@iac.sp.gov.br



potencial produtivo das culturas. O fósforo atua como elemento estrutural, participando da constituição de ácidos nucleicos e fosfolípidos, além de ser indispensável para o metabolismo energético, atuando nas reações de transferência de energia e regulação de rotas metabólicas (Marschner, 1995). Essas funções e as interações com o ambiente, espécie de planta e genótipo, fazem com que, na condição de deficiência, os seguintes sintomas visuais possam ser observados: arroxamento e necrose no tecido foliar, senescência precoce das folhas, menor produção de perfilhos e de área foliar, e, por fim, crescimento pouco vigoroso da parte aérea e do sistema radicular (Figura 1). Diante disso, poderíamos explicar o comprometimento do potencial produtivo das plantas cultivadas em campo sob suprimento insuficiente do nutriente como consequência de menor eficiência na absorção de água e nutrientes e prejuízos no processo fotossintético.

De acordo com o conceito inicialmente apresentado, podemos definir eficiência de uso de fósforo como a quantidade colhida de produto (grãos, frutos, raízes, tubérculos, etc) por unidade do nutriente aplicado por meio de fertilizante mineral e/ou orgânico. Essa relação nos permite as seguintes interpretações práticas: i) uso mais eficiente de fósforo proporcionaria a manutenção da produtividade mesmo com a redução das quantidades adicionadas de fertilizantes; ii) a produtividade poderia ser aumentada sem ser acompanhada de maiores adições de fontes externas do elemento. Diante disso, concluímos que a aplicação de altas doses de fertilizantes fosfatados para incrementos ou mesmo a manutenção da produtividade agrícola é apenas parte da solução do problema quando pensamos em uma agricultura que proporcione uso mais eficiente de recursos não renováveis. Porém, é válido ressaltar que um sistema de produção altamente eficiente pode ser pouco produtivo

quando o *input* de fósforo é muito baixo e o crescimento das plantas depende das reservas do nutriente no solo. É muito comum encontrarmos a combinação de baixa eficiência de uso e elevados níveis de produtividade, sobretudo em áreas que recebem doses do nutriente em excesso ou quando a produção é limitada por outros fatores.

Embora a eficiência de uso de fósforo seja um parâmetro importante para a avaliação da sustentabilidade de um dado sistema de produção, ele não deve ser avaliado isoladamente, mas sim dentro de um contexto mais amplo, incluindo, por exemplo, nível de produção atual, espécie de planta, teor do nutriente no solo e retorno econômico com as adubações. De tal modo, o conceito de uso eficiente de fósforo poderia alternativamente ser posto como um alerta para reduzir perdas do nutriente mediante aplicações excessivas ou evitar o empobrecimento do solo quando ocorrem adições abaixo da remoção pelos produtos agrícolas. Atendendo esses conceitos, estaríamos mais próximos de alcançarmos um melhor equilíbrio entre produtividade, eficiência de uso e balanço de nutrientes. Nesse contexto, um sistema de produção mais eficiente poderia ser considerado ainda como aquele em que a produção de máxima eficiência econômica é mantida com menor adição de fontes externas de fósforo e sem ocorrer a depauperação dos níveis de fertilidade do solo: esse é um dos grandes desafios para uma agricultura sustentável do século XXI.

Alternativas básicas para o agricultor aumentar a eficiência de uso de fósforo

As pesquisas direcionadas ao aumento da eficiência de uso de fósforo têm apresen-

tado grandes avanços ao longo do tempo e são o fruto do trabalho de pesquisadores em inúmeras instituições ao redor do mundo. Contudo, não é objeto deste artigo fazer revisão detalhada das estratégias que poderiam ser adotadas para uso mais eficiente de fósforo. Para o leitor com maior interesse no assunto, alguns trabalhos mais recentes que têm abordado esse tema são sugeridos (Schröder et al. 2011; Balemi & Negisho, 2012). Basicamente, os estudos têm sido desenvolvidos para promover

maior recuperação da fração do nutriente oriunda do fertilizante ou daquela já presente no solo (eficiência de absorção), e contribuir para que as plantas tolerem eventos de deficiência, o que permitiria maior conversão do nutriente acumulado no tecido vegetal em produto (eficiência de utilização). A combinação das eficiências de absorção e utilização determinam a eficiência final de uso de fósforo, e alguns dos fatores que influenciam esses componentes estão apresentados na figura 2.

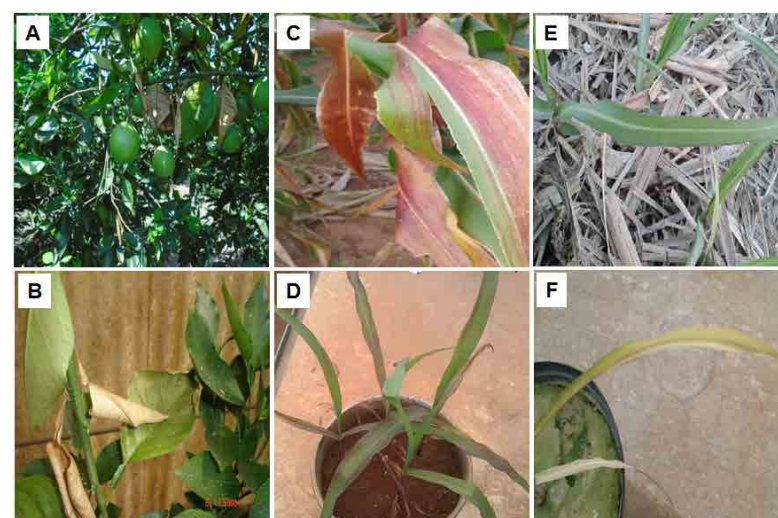


Figura 1. A e B: Sintomas de deficiência de fósforo nos citros; os sintomas ocorrem nas folhas velhas, sendo caracterizado pela senescência e queda precoce das folhas. C e D: arroxamento de folhas de milho, com sintoma severo de deficiência do nutriente durante a fase reprodutiva e no crescimento inicial em casa de vegetação. E e F: sintomas na cana-de-açúcar durante a brotação da soqueira, mostrando um crescimento pouco vigoroso e o arroxamento da margem das folhas; e, por fim, sintoma severo de deficiência (completa senescência foliar) em cana-de-açúcar fertirrigada em areia com solução nutritiva deficiente em fósforo. Fonte: F.C.B. Zambrosi, IAC.

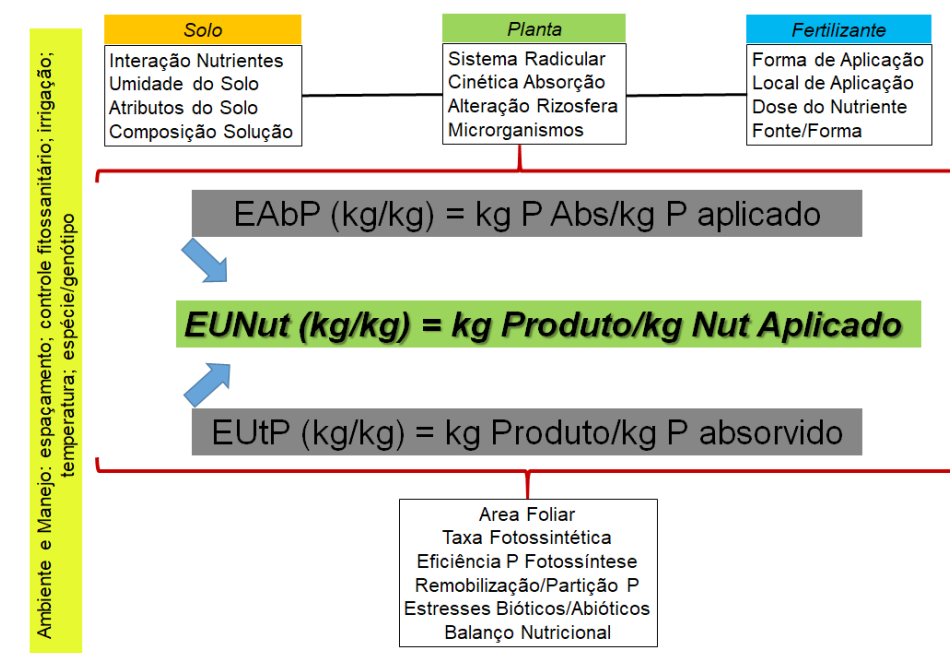


Figura 2. Esquema geral dos fatores que influenciam a eficiência de uso de fósforo pelas plantas e os seus componentes (eficiência de absorção e eficiência de utilização). Destaque para a interação com o ambiente e as práticas de manejo.



Observa-se, portanto, a complexidade dos fatores que governam a eficiência de uso de fósforo e a subsequente dificuldade para controlá-los. Porém, a fim de simplificar tal cenário, poderíamos analisar as alternativas possíveis para transformar uma área de cultivo com condições subótimas de fertilidade num ambiente menos restritivo à exploração agrícola. Basicamente, duas estratégias podem ser consideradas: i) adequar as condições atuais do solo às necessidades da planta (aplicação de fertilizantes); ii) utilizar espécie e/ou genótipo mais adaptado às condições de solo ou que necessitem de intervenções menos drásticas. Embora, numa primeira análise, tais opções pudessem ser vistas como opostas, argumenta-se que maiores sucessos na exploração dos solos tropicais de baixa fertilidade poderiam ser alcançados quando adotadas como medidas complementares. De fato, essas estratégias, de forma equivocada, têm sido ao longo do tempo classificadas de maneira simplista como de alta e de baixa tecnologia, desde que altas doses de fertilizantes fosfatados passaram a ser, erroneamente, sinônimo de agricultura de alta tecnologia. Consequentemente, esses conceitos têm conduzido o agricultor a aplicar adubos em excesso ou desconsiderar a possibilidade de escolher genótipos mais tolerantes à deficiência de fósforo como uma alternativa viável para atingir maiores produtividades em ambientes restritivos. Isso é um desafio para pesquisa científica porque a produtividade não pode ser penalizada pelo uso de genótipos mais adaptados a solos pobres, mas que apresentem menor potencial produtivo.

A adequação das condições de solo à

exigência das plantas contempla a aplicação de fertilizantes fosfatados com o objetivo de aumentar o teor do nutriente no solo a um valor estabelecido em curvas de calibração, definido como nível crítico. Esse teor corresponde àquele no qual se alcança a produção máxima e a probabilidade de resposta econômica à adubação é baixa. Ao ser atingido o nível crítico, recomenda-se a adubação de manutenção, baseada na reposição das quantidades removidas com os produtos agrícolas e nas perdas potenciais do nutriente. Dessa forma, vale a pena a oportunidade para lembrarmos que independentemente da fase em que a fertilidade do solo se encontra, o sucesso no manejo da adubação é dependente da adequada avaliação da fertilidade (análise química de terra). O uso dessa técnica está plenamente ao alcance dos produtores, o que permite ganhos significativos na eficiência de uso de fósforo devido a aplicações de fertilizantes em acordo com as necessidades das culturas. De fato, grandes avanços no manejo mais eficiente de fósforo somente foram possíveis com a adoção de métodos de análise química de terra mais adequados para estimativa do nutriente disponível em solos ácidos, como o uso da resina trocadora de íons. Para maiores detalhes, sugere-se a leitura de Raij et al. (1997; 2001).

Além do uso da estratégia baseada exclusivamente no uso de fertilizantes, a manutenção ou mesmo a melhoria da produtividade de uma área poderia ser alcançada mediante uso de espécies e/ou genótipos mais tolerantes à deficiência de fósforo. Nesse contexto, pesquisadores do Instituto Agronômico de Campinas têm

desenvolvido estudos que avaliam diferenças na eficiência de uso de fósforo entre genótipos de várias culturas, tais como arroz (Furlani et al., 1983), feijão (Silva et al., 2014), milho (Furlani et al., 1985), soja (Furlani et al., 2002) e sorgo (Furlani et al., 1984). Existem vários cenários que poderiam sugerir o uso de genótipos mais eficientes como estratégia complementar de manejo, como: i) solos com teores muito baixos de fósforo; ii) maior interesse no aproveitamento do efeito residual de adubações anteriores (área de reforma de cana-de-açúcar); iii) cultivo de risco (safriinha tardia). Esses exemplos dizem respeito à integração dos conceitos de construção de fertilidade do solo e adequação das plantas às condições de solo, pois deveria ser utilizada nesse caso uma espécie de planta e/ou genótipo mais eficiente no uso de fósforo para uma condição com maior probabilidade de eventos de deficiência. Dessa forma, o uso de um material genético mais eficiente atuaria como um “seguro” na ocorrência de eventos de estresses. Logicamente, isso deve ser acompanhado de análise química de terra e estimativa do balanço de nutrientes para evitar o empobrecimento do solo e prejuízos nas culturas subsequentes.

Outro contexto que deve justificar a utilização de genótipos mais eficiente no uso de fósforo diz respeito ao manejo da adubação fosfatada de plantas perenes e/ou semiperenes, como as frutíferas e a cana-de-açúcar. Essas culturas apresentam, relativamente às culturas anuais, um manejo mais dificultado da adubação fosfatada, devido ao cultivo por longos períodos na mesma área. Essa condição faz com que as culturas perenes e/ou semiperenes so-

fram com a redução da disponibilidade de fósforo ao longo do tempo, pois ocorrem as reações de fixação no solo e a reaplicação é normalmente realizada na superfície do solo. De fato, isso cria uma oportunidade para que genótipos mais eficientes favoreçam uma melhor performance das plantas em condições de campo sem causar um empobrecimento do solo, pois o nutriente exportado poderia ser repostado nas adubações. Diante de tal desafio, as plantas frutíferas proporcionam a oportunidade de aumentar a eficiência de uso de fósforo mediante escolha de portaenxertos mais adaptados para a condição de deficiência. Na cana-de-açúcar, esse mesmo raciocínio pode ser aplicado, uma vez que a queda de vigor da soqueira, provocando declínio de produtividade, deve estar intimamente associada à redução da disponibilidade de fósforo (Zambrosi 2012). Dessa forma, a seleção de variedades mais tolerantes à deficiência do nutriente poderia contribuir para ampliar a longevidade do canavial em solos pobres. Nossos estudos recentes de pesquisa têm revelado diferenças entre materiais genéticos quanto à eficiência no uso de fósforo na cultura dos citros (Zambrosi et al., 2011; 2012ab; 2013) e da cana-de-açúcar (Zambrosi et al., 2015; 2017) e a oportunidade para serem usados em condições de campo.

Apesar da destacada importância, a seleção e a adoção de materiais genéticos mais adaptados à condição de baixa disponibilidade de fósforo não é o principal gargalo para um uso mais eficiente do nutriente na produção agrícola. É válido ressaltar que mesmo que o manejo da adubação fosfatada seja um dos temas mais abordados nos estudos de nutrição





mineral de plantas, existem ainda assuntos controversos que têm contribuído para baixa eficiência de uso de fósforo. A localização, por exemplo, do fertilizante fosfatado no solo em relação ao sistema radicular merece especial consideração. No caso de plantas perenes, temos observado que a melhor forma de aplicação diz respeito à distribuição do fertilizante em profundidade, uma vez que favorece o

crescimento das plantas e a absorção do nutriente, comparativamente à concentração do adubo na camada mais superficial (Tabela 1). Esse também é um aspecto crítico para o manejo da adubação fosfatada em áreas de sistema de plantio direto com a produção de grãos, em que a aplicação localizada no sulco de semeadura deve ser mais eficiente do que aplicação na superfície em área total (Figura 3).

Tabela 1. Crescimento e eficiência de absorção de fósforo (EAP) de árvores jovens de citros em função de doses e formas de aplicação desse nutriente no solo.

Tratamentos de P	MS-folhas	MS-parte aérea	MS-raiz	EAP
	----- g planta ⁻¹ -----			mg g ⁻¹
P ₀ /P ₀	73,0	165,3	104,0	0,61
P ₁ /P ₀	79,4	178,8	118,7	0,64
P _{0,5} /P _{0,5}	88,1	188,7	121,7	0,77
P ₂ /P ₀	92,1	192,2	125,7	0,82
P ₁ /P ₁	98,0	211,4	126,5	0,94
Contrastes ortogonais				
P ₀ /P ₀ vs P ₁ /P ₀ + P _{0,5} /P _{0,5}	*	*	*	*
P ₀ /P ₀ vs P ₂ /P ₀ + P ₁ /P ₁	*	*	*	*
P ₁ /P ₀ + P _{0,5} /P _{0,5} vs P ₂ /P ₀ + P ₁ /P ₁	*	*	ns	*
P ₁ /P ₀ + P ₂ /P ₀ vs P _{0,5} /P _{0,5} + P ₁ /P ₁	*	*	ns	*

Legenda: MS = massa seca. EAP = eficiência de absorção de fósforo. O primeiro e segundo 'P' indicam a camada de 0-0,30 e 0,31-0,60 m, respectivamente. P₀/P₀ = sem aplicação de P no solo. P₁/P₀ = 8 g de P por planta concentrado na primeira camada. P_{0,5}/P_{0,5} = 8 g de P por planta dividido em duas camadas. P₂/P₀ = 16 g de P por planta concentrado na primeira camada. P₁/P₁ = 16 g de P por planta dividido em duas camadas. Comparação dos tratamentos por meio de contrastes ortogonais. * p < 0,1 e ns = não significativo (p>0,1). Adaptado de Zambrosi et al., 2013.

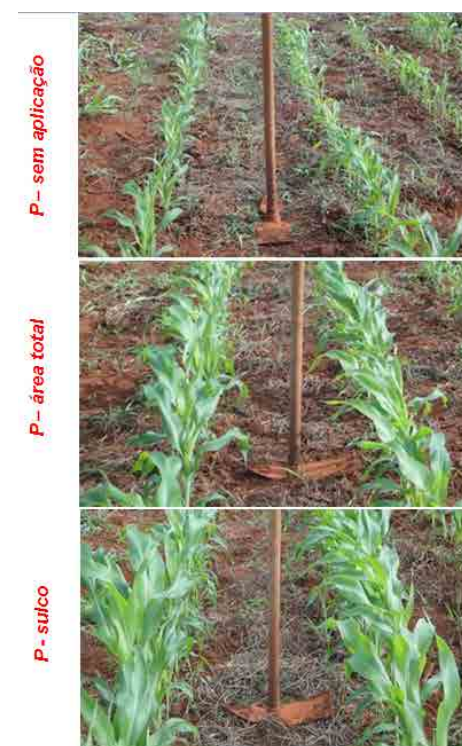


Figura 3. Visão geral de plantas de sorgo cultivadas em solo com teor muito baixo de fósforo (P-resina = 4 mg dm⁻³). Observa-se diferenças de crescimento das plantas recebendo 120 kg P205 ha⁻¹ aplicado em área total antes do plantio ou no sulco de semeadura. Fonte: F.C.B Zambrosi, IAC (dados não publicados).

Outro aspecto que não tem recebido a devida atenção dentro dos programas de manejo da nutrição fosfatada diz respeito ao uso de fósforo na sua forma reduzida (fosfito). Embora produtos comerciais com fosfito em sua composição tenham sido registrados como fertilizante para as culturas, resultados de pesquisa demonstram que o fosfito não pode substituir o fosfato como fonte P (Zambrosi et al., 2011; Zambrosi, 2016; Figura 4).

De fato, enquanto aplicações foliares de fósforo na forma de fosfato podem ser benéficas para o crescimento das plantas, resultados contrários têm sido obtidos com o uso de fosfito (Zambrosi et al., 2017; Figura 5). Portanto, cuidado especial com o manejo da adubação fosfatada deve ser estabelecido em locais caracterizados por baixa disponibilidade de fósforo e que recebam a aplicação mais intensa de fosfito, como, por exemplo, para o controle de doenças.

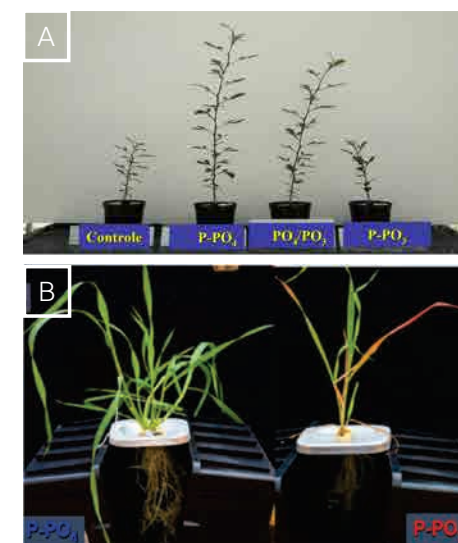


Figura 4. A: Crescimento de mudas de portaenxertos de citros cultivadas em hidroponia, supridas com fosfato (P-PO₄), fosfito (P-PO₃) ou combinação dessas duas formas de fósforo. Destaque para o crescimento bastante semelhante das plantas que não receberam aplicação de fósforo em relação àquelas tratadas com fosfito. Detalhes em Zambrosi et al. (2011). B: Plantas de aveia cultivadas em hidroponia e supridas com fosfato e fosfito. Menor crescimento e sintomas de deficiência de fósforo nas plantas tratadas com P-PO₃. Detalhes em Zambrosi (2016).



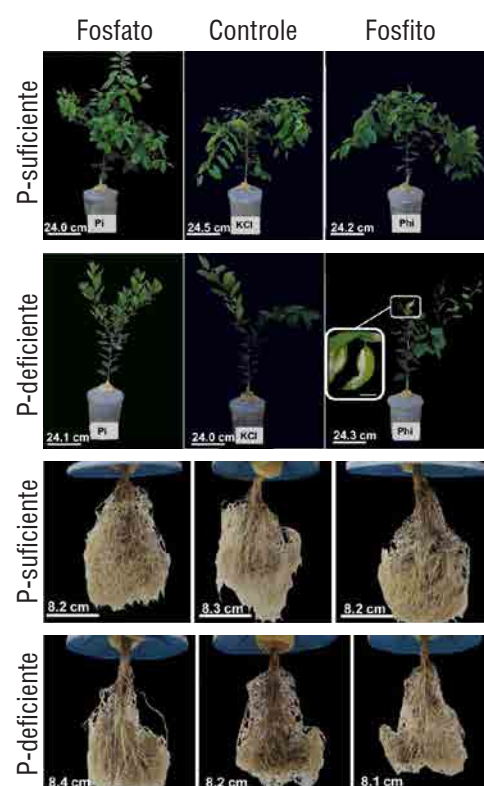


Figura 5. O efeito do fosfito aplicado via foliar é dependente do nível de suprimento de fósforo ao sistema radicular. Observa-se que a aplicação foliar de fosfito provocou menor crescimento das plantas cultivadas em deficiência de fósforo. As plantas com o nutriente suficiente não apresentaram os efeitos negativos do fosfito aplicado via foliar. Fonte: Zambrosi et al. (2017).

Conclusões e perspectivas

O aumento na eficiência de uso de fósforo é crítico para uma produção agrícola mais sustentável. O uso de genótipos mais eficientes tem sido colocado como uma estratégia alternativa para alcance desse objetivo, pois poderia ser incorporado ao sistema de produção sem grandes alterações nas práticas de manejo. Entretanto,

as características de eficiência nutricional não têm recebido grande atenção nos programas de melhoramento genético. Portanto, existe a necessidade do estabelecimento de maiores redes de colaboração com o objetivo comum de lançamentos de genótipos mais eficientes no uso de fósforo. Foram abordadas, ainda, a importância e a contribuição de medidas acessíveis aos agricultores que poderiam contribuir para um manejo mais sustentável da adubação fosfatada, como a análise química de terra, fontes e formas de aplicação de fósforo. Portanto, a ação de relembarmos aspectos básicos, muitas vezes esquecidos, relacionados às práticas agrônômicas que promovem maior eficiência de uso de nutrientes, é uma tarefa que está nas mãos de todos e deveria ser um dos pilares da sustentabilidade na agricultura.

Em suma, o uso eficiente de fósforo é, antes de mais nada, obrigação de toda a sociedade com as gerações futuras, que poderão pagar um alto preço por um uso irracional dos fertilizantes fosfatados. Portanto, é de responsabilidade especialmente da comunidade agrônômica cuidar desse recurso finito e insubstituível para a produção de alimentos. Temos uma tarefa desafiadora pela frente na tentativa de promover um uso mais eficiente desse nutriente, o que nos conduz à necessidade de dedicação contínua ao estudo desse tema e à integração entre várias áreas de conhecimento.

Referências

BALEMI, T.; NEGISHO, K. Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2012, 12 (3) 547-561

FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; AZZINI, L. E.; CAMARGO, O. B. A. Avaliação de genótipos de arroz quanto à eficiência na utilização de fósforo em solução nutritiva e em solo, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 7, p. 291-303, 1983.

FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; LIMA, M. Eficiência de linhagens de milho na absorção e, ou utilização de fósforo em solução nutritiva, *Bragantia*, v. 44, p. 129-147, 1985.

FURLANI, A. M. C.; CLARK, R. B.; MARANVILLE, J. W.; ROSS, W. M. Sorghum genotype differences in P uptake rate and distribution in plant parts, *Journal of Plant Nutrition*, v. 7, p. 1113-1126, 1984.

FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DELGADO, M. D. P. Variability in soybean germplasm for phosphorus uptake and use efficiency, *Scientia Agricola*, v. 59, p. 529-536, 2002.

MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd edn. Academic Press, San Diego

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. 1997. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo 2nd ed. p. 285. (Boletim técnico, 100). Campinas, São Paulo, Brasil: Instituto Agronômico.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. 2001. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, São Paulo, Brazil: Instituto Agronômico.

SCHRÖDER, J.J.; SMIT, A.L.; CORDELL, C.; ROSEMARIN, A. Improved phosphorus use efficiency in agriculture: A key requirement for its sustainable use, *Chemosphere*, v. 84, p. 822-831, 2011.

SILVA, D. A.; ESTEVES, J. A. F.; MESSIAS, U.; TEIXEIRA, A.; GONÇALVES, J. G. R.; CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M. Efficiency in the use of phosphorus by common bean genotypes, *Scientia Agricola*, v. 71, p. 232-239, 2014.

ZAMBROSI, F. C. B. Adubação com fósforo em cana-soca e sua interação com magnésio, *Bragantia*, v.71, p.400 - 405, 2012.

ZAMBROSI, F. C. B. Phosphite and phosphate have contrasting effects on nutrient status of plants, *Journal of Crop Improvement*, v.30, p.421 - 432, 2016.

ZAMBROSI, F. C. B.; MATTOS Jr. D.; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A.; BOARETTO, R.M. Eficiência de absorção e utilização de fósforo em porta-enxertos cítricos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.485 - 496, 2012a.

ZAMBROSI, F. C. B.; MATTOS Jr. D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, R.M. Phosphorus uptake by young citrus trees in low-P soil depend on rootstock varieties and nutrient management, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.44, p.2107 - 2117, 2013.

ZAMBROSI, F. C. B.; MATTOS Jr. D.; SYVERTSEN, J.P. Plant growth, leaf photosynthesis, and nutrient-use efficiency of citrus rootstocks decrease with phosphite supply, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.173, p.487 - 495, 2011.

ZAMBROSI, F. C. B.; MATTOS, D.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MURAOKA, T.; SYVERTSEN, J. P. Contribution of phosphorus (32P) absorption and remobilization for citrus growth, *Plant and Soil*, v.355 p.353 - 362, 2012b.

ZAMBROSI, F. C. B.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; GARCIA, J. C. Phosphorus deficiency impairs shoot regrowth of sugarcane varieties, *Experimental Agriculture*, v.53, p.1 - 11, 2017.

ZAMBROSI, F. C. B.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; CANTARELLA, H.; LANDELL, M. G. A. Sugarcane performance under phosphorus deficiency: physiological responses and genotypic variation, *Plant and Soil*, v.386, p.273 - 283, 2015.

ZAMBROSI, F. C. B.; MESQUITA, G. L.; MENINO, G.; TANAKA, F. A. O.; MATTOS, D.; QUAGGIO, J. A. Anatomical and ultrastructural damage to citrus leaves from phosphite spray depends on phosphorus supply to roots, *Plant and Soil*, v.418, p.557-569, 2017.



Tecnologias Eficazes na Pós-Colheita: Qualidade Máxima, Desperdício Mínimo



A bioeconomia, economia sustentável que surge como resultado de inovações na área das ciências biológicas, está relacionada ao desenvolvimento e uso de produtos e processos biológicos nas áreas da biotecnologia industrial, da saúde humana e da produtividade agrícola e pecuária. A bioeconomia permite à sociedade dispor de opções tecnológicas com menor impacto ambiental, transformar processos industriais, bem como aumentar a produtividade agrícola. Está estreitamente ligada à busca por novas tecnologias que priorizem a qualidade de vida da sociedade e do meio ambiente. Seguindo essa vertente, entende-se que uso de tecnologia de ponta com cultivares de alta qualidade genética e sistemas de produção de alta eficiência são essenciais para a bioeconomia, porém podem ser falhos se não houver alinhamento na cadeia de hortícolas visando a redução de perdas e a preservação da qualidade dos alimentos.

O segmento pós-colheita de hortícolas merece atenção especial e ações estratégicas por apresentar elevados índices de perdas devido à perecibilidade intrínseca dos produtos. A cadeia de produção de produtos hortícolas frescos, que inclui frutas, hortaliças e plantas ornamentais, é caracterizada por uma série de entraves que culminam em perda da qualidade e alto desperdício, principalmente relacionados à falta de cadeia do frio, à ocorrência de danos mecânicos, distúrbios fisiológicos e deterioração microbiana agravada, ainda, em alguns casos, por veicular patógenos que podem causar doenças ao consumidor ou pragas quarentenárias. As perdas de produtos derivados da produção de hortifruti no Brasil variam entre 35 e 40%,

o que seria suficiente para alimentar muitos milhões de pessoas. Uma política para redução de perdas compreende pelo menos três dimensões integradas: produção, abastecimento e comercialização e consumidor final.

Podemos começar pela produção de hortícolas, que se mostra bastante fragmentada com milhares de produtores em diferentes regiões produtoras e não suficientemente organizados em um associativismo eficaz. Ainda sobre a produção, vale mencionar que não existe na cadeia um elo organizador. No caso de produtos industrializados, a indústria estabelece os padrões da matéria-prima, o que de nenhum modo ocorre no caso de hortícolas frescas. A falta de orientação aos produtores para tomada de decisões que atendam às suas necessidades de produção e que satisfaçam as demandas de mercado é um dos entraves que contribuem para as perdas ao longo da cadeia produtiva. Deve-se considerar também que essas perdas não se limitam somente aos frutos ou hortaliças que foram descartados. Ao se jogar fora o alimento/produto final, também são desperdiçados os recursos empreendidos para sua produção: solo, água, energia solar, energia humana, sementes, fertilizantes e tecnologias – com toda a pesquisa, conhecimento e trabalho empregados para gerar a produção.

A segunda dimensão está no campo do abastecimento e comercialização, englobando os mercados atacadista e varejista. Analisando a comercialização dos hortícolas, notamos a complexidade desse sistema, com a falta de adoção de uma linguagem comum de mercado, a falta de padronização, gerando desconfiança e

ineficiência ao processo. A concentração do varejo em grandes redes e a força do atacado criam uma enorme dificuldade e vulnerabilidade ao produtor para a comercialização dos hortícolas. A cadeia de transportes promove perdas devido a fatores como estradas rurais e/ou secundárias mal conservadas; processo de manuseio excessivo e inadequado do produto no momento de carga e descarga de caminhões e uso de embalagens e empilhamento inadequados, além das dificuldades logísticas e burocráticas em portos e aeroportos. Outro fator crítico é a inexistência ou precariedade de cadeia de frio e do emprego de boas práticas pós-colheita, o que contribui para acelerar a perecibilidade intrínseca do hortícola, material vivo.

A terceira esfera está no consumo, que compreende a educação para um consumo sustentável. Todos esses acréscimos percentuais de perdas ao longo da cadeia contribuem de forma direta para o desperdício de alimentos e para o aumento do preço final do produto que chega ao consumidor. Para que o ecossistema da produção de alimentos funcione com sustentabilidade social e ambiental, é imprescindível a integração dos diferentes elos da cadeia, vertical e horizontalmente.

O desafio é grande, e a equipe de pesquisadores de pós-colheita do Instituto Agrônomo - IAC, sediada no Centro de Ecofisiologia e Biofísica, tem concentrado seus esforços no emprego da ciência e no desenvolvimento de tecnologias para a conservação de qualidade de produtos hortícolas e redução de perdas, por meio da integração de diversas áreas do conhecimento.

A fisiologia, com estudos dos processos fisiológicos e bioquímicos que ocor-

rem nos frutos, flores e hortaliças após a colheita, é uma área fundamental para a pós-colheita, uma vez que suporta a base do conhecimento necessário para a área tecnológica. Entender como os eventos do amadurecimento são regulados significa a possibilidade de manipulá-los, visando à obtenção de produtos com qualidade e com o mínimo de perdas na pós-colheita (Figuras 1 a 7). Exemplo de estudos na área é a pesquisa voltada ao conhecimento da fisiologia pós-colheita das novas tangerinas desenvolvidas ou introduzidas pelo IAC, para auxiliar no desenvolvimento de técnicas adequadas para a conservação, armazenamento e comercialização desses cultivares. A produção de tangerinas no estado de São Paulo é dominada pela tangerina 'Ponkan' e o tangor 'Murcott', que juntos representam mais de 80% da área plantada. É importante a ampliação e fortalecimento do mercado interno de citros de mesa por meio da diversificação, da oferta de novas cultivares e de melhoria na qualidade da fruta, envolvendo, inclusive, avanços em aspectos relacionados à comercialização. As tangerineiras 'Fremont' e 'Maria', estudadas pelo programa de melhoramento do Centro de Citricultura Sylvio Moreira/IAC, demonstram características organolépticas promissoras, no entanto estudos de fisiologia e conservação pós-colheita são necessários para que sejam traçadas estratégias eficientes de conservação para esses cultivares. A equipe de pós-colheita do IAC vem pesquisando as condições ideais de colheita e armazenamento da 'Maria' e, até o momento, as pesquisas indicam que a colheita um pouco mais tardia e o armazenamento a 5 °C, são as melhores condições para a obtenção da qualidade máxima e conserva-



Ilana Urbano Bron1*
 Eliane Aparecida Benato1
 Gláucia Moraes Dias1
 Juliana Sanches de Laurentiz1
 Maria Fernanda Demonte Penteado Moretzsohn de Castro1
 Patrícia Cia1
 Silvia Regina de Toledo Valentini1

1 Centro de P&D de Ecofisiologia e Biofísica
 * ilana@iac.sp.gov.br



ção pós-colheita dessa tangerina (Figura 8). Já a tangerina cv. 'Fremont' pode ser armazenada a 10 °C; para os frutos não refrigerados, a aplicação de cera de recobrimento parece promissor para conservação de suas características.



Figura 1. Avaliação da qualidade de frutos – determinação de vitamina C.



Figura 2. Avaliação da qualidade de frutos – determinação de acidez titulável.



Figura 3. Análise de gases (O₂/CO₂) no armazenamento pós-colheita de frutos.



Figura 4. Análise de textura para determinação da qualidade pós-colheita.



Figura 5. Colorímetro para avaliação da cor de frutos.



Figura 6. Cromatografia gasosa para estudo da respiração e produção de etileno em frutos.



Figura 7. Estudo de temperatura ideal para refrigeração de goiabas.



Figura 8. Tangerina IAC 2019Maria.

Aliada à pouca informação sobre as hortícolas durante a pós-colheita, a falta de classificação também é forte aliada para as perdas desses alimentos. Produtos sem padronização e mal classificados, emba-

gens inadequadas, falta de rastreabilidade, desconhecimento das boas práticas de colheita e pós-colheita implicam em manuseio excessivo e reclassificação, gerando desconfiança nos setores de comercialização e afetando diretamente a qualidade e o preço do produto.

Para atender às exigências de qualidade do mercado, sistemas de classificação e caracterização objetiva e não destrutiva estão sendo desenvolvidos por meio do uso de sensores e dispositivos eletrônicos. A técnica de visão de máquina consiste na caracterização de um dado material utilizando-se imagens digitais. Trabalhos recentes relatam o uso da visão de máquina para tarefas como detecção de danos, classificação por variedade, tamanho, formato, volume, coloração da casca, índice de maturação e qualidade de frutas e hortaliças. Nessa linha, o grupo de pós-colheita do IAC vem desenvolvendo estudos para a criação e adaptação de *softwares* com código-fonte aberto para habilitar o sistema de seleção e classificação, através do reconhecimento da forma, tamanho, volume, cor e danos mecânicos e/ou fisiológicos de diversos frutos (Figura 9). Em relação à classificação de frutas de caroço (ameixas, nectarinas e pêssegos), o método de classificação por imagens digitais desenvolvido pela equipe do IAC já é capaz de selecionar e classificar as frutas quanto ao calibre e coloração da casca com precisão e confiabilidade (Figura 10). Espera-se, num futuro próximo, que essa tecnologia possa ser implantada em mesas de classificação automatizadas usando-se imagens digitais, facilitando a classificação dos produtos.



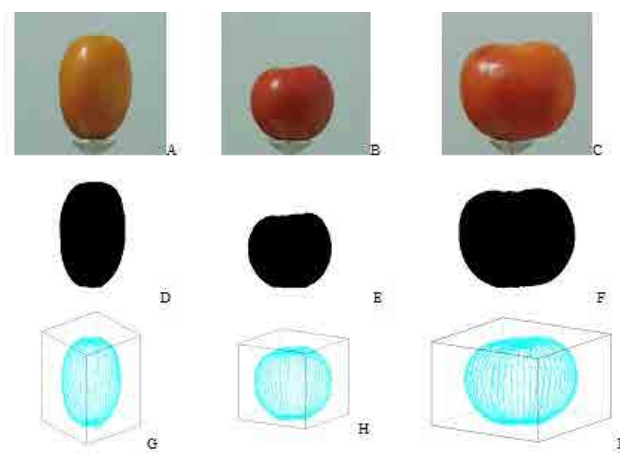


Figura 9. Imagens digitais de tomates das cvs. Carmem (A), Debora (B) e Andrea (C), imagens das respectivas silhuetas (D, E e F) e os seus modelos 3D (G, H e I) utilizadas para desenvolvimento de técnicas de classificação por volume.

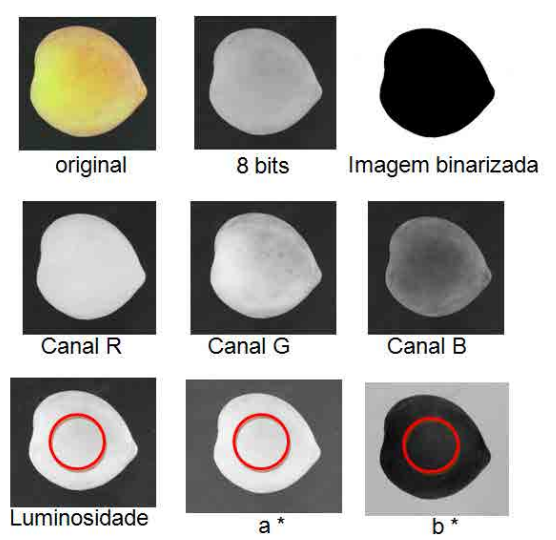


Figura 10. Etapas do desenvolvimento da rotina computacional para a determinação da coloração da casca de pêssego.

Considerando os tratamentos empregados durante a pós-colheita que visem à preservação da qualidade dos produtos, a refrigeração é sem dúvida um dos métodos mais importantes (Figura 11). No armazenamento por longos períodos, como no transporte marítimo de flores de corte, muitas vezes há necessidade do uso de atmosfera controlada (modificação da concentração de gás carbônico e oxigênio) como complemento à refrigeração. A construção de um fluxocentro portátil foi fundamental para o estabelecimento das condições ideais de concentrações gasosas para o armazenamento de flores em ambiente refrigerado (Figura 12). Essa técnica gera condições para a exportação de flores de corte por via marítima, garantindo a qualidade do produto até o consumidor final.



Figura 11. Câmaras de refrigeração.



Figura 12. Fluxocentro para simulação de atmosfera controlada para flores.

Um dos fatores que afetam a qualidade pós-colheita de frutas, hortaliças e flores é a ocorrência de podridões. Durante o desenvolvimento dos frutos e após sua colheita, a resistência natural a doenças geralmente declina, acarretando os inevitáveis processos de infecção, doença e morte dos tecidos. As doenças pós-colheita causadas por fungos são provenientes de infecções quiescentes, estabelecidas no campo, ou de infecções por ferimentos, que podem ocorrer durante subsequente colheita e manuseio.

O uso de fungicidas em pós-colheita está cada vez mais limitado, em vista da crescente preocupação com a segurança ambiental e a procura por alimentos seguros. Ressalta-se que, no Brasil, poucas são as moléculas registradas para uso em pós-colheita para a maioria dos frutos, hortaliças e flores. Desse modo, vários métodos alternativos de controle aos agrotóxicos vêm sendo estudados, destacando-se alguns processos físicos (refrigeração, UV-C, altas concentrações de CO₂, tratamento térmico), a quitosana, o etanol, o ácido acético, inibidores da síntese ou ação do etileno e os agentes de controle biológico. Alguns destes podem atuar diretamente no controle de podridões bem como por meio da indução de respostas de defesa nos tecidos.

O resfriamento reduz significativamente o metabolismo dos microrganismos e, consequentemente, a deterioração dos produtos vegetais, porém não é erradicante, o que exige ações e tratamentos complementares. O tratamento térmico vem sendo utilizado comercialmente em mamão e manga para controle de moscas-das-frutas ou de podridões pós-colheita. Esse tratamento também se mostra eficiente no controle de podri-

dões pós-colheita em outros frutos. Trabalhos desenvolvidos no IAC demonstraram efetivo controle da antracnose em goiabas por meio da imersão dos frutos em água aquecida (50°C por 10 min), na redução da incidência e severidade do bolor verde em tangor 'Murcott' (50°C por 5 min), especialmente em frutos mantidos a 25°C após os tratamentos (Figura 13). Pesquisas estão sendo desenvolvidas objetivando o controle do bolor verde em tangerina 'Fremont'; os resultados indicam redução da podridão pela imersão dos frutos em água a 55°C por 5 minutos. Sistemas mais eficientes e econômicos no uso de água e energia elétrica são requeridos visando à sustentabilidade ambiental.



Figura 13. Tratamento térmico para controle de *Penicillium digitatum* em tangerina.

A luz ultravioleta (UV-C), radiação não ionizante, também exerce efeito germicida e pode prolongar o período de armazenamento dos frutos, promovendo a indução dos mecanismos de resistência ao ataque de patógenos. Verificou-se, por exemplo, que a UV-C foi eficiente na redução de *Colletotrichum gloeosporioides* em bagas de uva 'Niagara Rosada', previamente inoculadas, e não alterou os atributos físico-químicos dos cachos.

Um produto químico natural que vem sendo bastante estudado para a conservação pós-colheita e controle de podridões



Resenha Climatológica do Período de Maio a Outubro de 2017



em frutas é a quitosana, um polissacarídeo de alta massa molecular, derivado da quitina, que pode atuar no controle de doenças por meio da ativação de respostas de resistência, como fitoalexinas e proteínas relacionadas à defesa, ou pelo efeito direto sobre microrganismos. Além disso, devido à sua habilidade para formar um filme semipermeável, a quitosana pode modificar a atmosfera ao redor do produto e diminuir a respiração e a transpiração dos frutos. Resultados positivos foram encontrados no controle da podridão mole em caquis, da mancha preta dos citros em laranjas 'Valência', do mofo cinzento em uva 'Itália' e, mais recentemente, estudos vêm sendo desenvolvidos pela equipe da pós-colheita do Instituto Agrônomo, em citros de mesa, para o controle do bolor verde (Figuras 14 e 15).



Figura 14. Inoculação de fitopatógenos em frutos para estudos de doenças pós-colheita.



Figura 15. Microscopia para identificação de fitopatógenos em pós-colheita.

Fitoprodutos à base de óleos essenciais e extratos de plantas aromáticas e medicinais, com efeito antimicrobiano, vêm se mostrando uma alternativa potencial no controle de doenças pós-colheita de frutos, como exemplos: óleos essenciais de canela, capim-limão e tomilho, podendo se expandir pela vasta biodiversidade brasileira, mas que necessita de aprimoramento dos aspectos de segurança alimentar e dos regulatórios. Enfim, as pesquisas em pós-colheita do IAC, integrando várias áreas do conhecimento, buscam soluções inovadoras em temas da bioeconomia, como tecnologias limpas, uso racional da água, produtos e processos alternativos de conservação da qualidade dos produtos vegetais e aproveitamento de produtos fora do padrão de qualidade. Com isso, minimizam-se as perdas e surgem novas oportunidades para o agro-negócio brasileiro, alicerçado em sustentabilidade socioeconômica e ambiental, cada vez mais responsável pela disponibilidade de alimento seguro para o planeta.



Nesta resenha são apresentados dados mensais de temperatura média do ar (°C), total de precipitação pluvial mensal (mm), deficiência e excedente hídrico (mm) de diferentes localidades do Estado de São Paulo. Durante o período considerado, a amplitude das temperaturas médias foi de 11,6°C, sendo o valor mais baixo observado em Itararé (12,2°C) e o mais elevado em Votuporanga (23,8°C). Em relação à precipitação pluvial, no período analisado, foram registrados volumes considerados elevados em diversas localidades. No período de maio a agosto, foram observados volumes expressivos em alguns municípios, sendo essa situação não comum no Estado de São Paulo. No mês de maio, normalmente são registrados volumes menores de precipitação (cerca de 100 mm em alguns locais), no entanto foram registrados volumes muito acima das normais

climatológicas: Itararé (261,3 mm), Assis (181,2 mm), Limeira (197,2 mm), Manduri (261,3 mm), Monte Alegre do Sul (151,9 mm) e Piracicaba (152,6 mm). No mês de junho, podem-se citar os volumes mais elevados em Itararé (213,3 mm), Capão Bonito (165,4), Assis (131,8 mm) e Manduri (144,6 mm), localidades situadas na região do Vale do Médio Paranapanema. Condição semelhante foi observada no mês de agosto em: Adamantina (160 mm), Assis (91,1 mm), Manduri (90mm) e Marília (87,6 mm). O volume de chuva registrado no período considerado mais seco (meses de inverno) não é comum para o estado. Essa condição elevou os níveis de umidade disponível no solo em boa parte do estado, criando condições satisfatórias para o cultivo. No entanto, a partir de setembro, quando normalmente é esperado o retorno das chuvas, foi observada uma condição mais seca, com registros

de precipitação, em alguns locais, muito abaixo da média histórica. Os valores de chuvas registrados variaram entre 5 e 40 mm (Tabela 1). O reflexo dessa baixa ocorrência de chuvas pode ser visualizado na Figura 1, onde são apresentados valores de excedente e deficiência hídrica mensais para diferentes localidades do estado de São Paulo. Observa-se, na Figura 1, que ainda em setembro as localidades analisadas apresentavam deficiência hídrica em outubro; apenas nos municípios de Itararé, Manduri e Ubatuba foram registrados excedentes hídricos; os demais municípios não registraram nem deficiência e nem excedente, ou seja, estavam em fase de manutenção. De maneira geral, os resultados demonstraram que, em 2017, a retomada das chuvas ocorreu a partir de outubro, o que pode ter contribuído para o atraso do início do plantio de algumas culturas, principalmente de grãos.

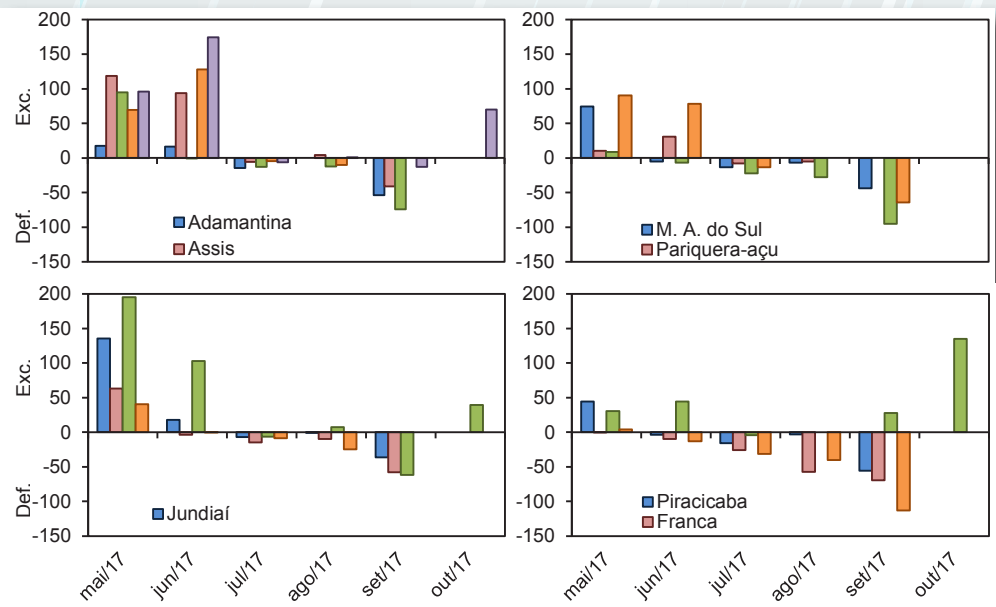


Figura 1- Deficiência (Def.) e excedente (Exc.) hídrico (mm) para diferentes localidades do Estado de São Paulo.

Angelica Praelo Pantano¹
Ludmila Bardin Camparotto²
Marielle Azevedo de Castro Lopes Secco³

¹ IAC – Centro de Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica – Pesquisadora Científica
e-mail: angelica@iac.sp.gov.br
² IAC – Centro de Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica – Pesquisadora Visitante.
³ IAC – Centro de Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica – Bolsista PIBIC-IAC-CNPq.

Tabela 1 – Valores de temperatura média mensal (°C) e precipitação mensal (mm) no Estado de São Paulo.

2017						
	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Adamantina						
T Méd	21,1	18,4	20,1	21,6	26,2	25,1
Prec	150,0	61,3	0,0	106,3	7,4	200,1
Assis						
T Méd	19,7	16,6	16,2	19,0	22,4	22,2
Prec	181,2	131,8	0,3	91,1	5,6	182,9
Campinas						
T Méd	20,3	18,5	18,1	19,7	23,7	23,7
Prec	161,1	38,8	0,0	35,5	11,9	100,6
Capão Bonito						
T Méd	18,0	15,4	15,2	16,2	20,2	20,6
Prec	144,6	165,4	4,9	16,6	15,5	48,9
Itararé						
T Méd	14,3	11,9	12,2	13,1	17,2	16,4
Prec	150,4	213,3	4,0	78,9	15,1	185,1
Limeira						
T Méd	19,2	17,3	16,4	17,8	21,7	22,3
Prec	197,2	63,2	1,2	48,4	10,7	127,3
Manduri						
T Méd	20,0	17,1	16,4	18,3	22,4	22,4
Prec	261,3	144,6	0,6	90,7	9,9	195,3
Mococa						
T Méd	21,2	19,6	17,8	20,8	24,1	24,7
Prec	113,0	48,8	3,6	18,3	15,5	116,1
Marília						
T Méd	19,6	16,9	18,4	20,9	25,2	24,0
Prec	159,1	124,8	0,3	87,6	8,4	185,8
Monte Alegre do Sul						
T Méd	19,1	15,9	13,6	17,5	21,7	22,7
Prec	151,9	13,8	1,2	45,6	24,6	156,8
Pariquera-Açu						
T Méd	20,7	20,4	19,0	19,0	22,6	23,2
Prec	78,4	91,2	8,5	40,1	21,2	170,8
Pindorama						
T Méd	21,9	19,2	19,0	21,2	25,1	25,5
Prec	86,2	11,5	1,3	27,5	6,6	102,9
Piracicaba						
T Méd	20,7	18,4	17,3	19,4	23,6	24,4
Prec	152,6	19,9	0,3	51,9	24,1	104,7
Ribeirão Preto						
T Méd	21,5	19,4	18,4	21,8	25,4	26,2
Prec	91,7	0,3	0,0	15,5	6,6	93,3
Ubatuba						
T Méd	20,8	19,6	18,4	19,0	20,6	22,8
Prec	101,0	100,2	17,2	75,9	46,1	109,2
Votuporanga						
T Méd	23,8	20,9	20,4	22,7	26,3	26,3
Prec	124,3	4,3	0,3	27,0	5,1	143,8

Pós-Graduação do Instituto Agrônômico (PPG-IAC)

Inovação e tecnologia em Agricultura Tropical e Subtropical na formação de recursos humanos

Atendendo a uma demanda da sociedade e alinhado com a missão Institucional de gerar ciência, tecnologia e produtos por meio da formação de recursos humanos, o IAC criou, em 1999, o Programa de Pós-Graduação em “Agricultura Tropical e Subtropical” (PPG-IAC). Essa ação marcou mais uma vez o pioneirismo do Instituto, que, como instituição de pesquisa não pertencente ao sistema universitário, foi o primeiro na Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo a ter um curso de pós-graduação “stricto-sensu” que visa à formação de cientistas na área de ciências agrárias.

O PPG-IAC destaca-se por oferecer formação voltada para a pesquisa aplicada, com a geração de tecnologia, processos e/ou produtos em diferentes linhas de pesquisa no universo da agricultura tropical e subtropical. As dissertações e as teses desenvolvidas pelos seus alunos têm caráter inovador e multidisciplinar porque são parte integrante da programação de pesquisa institucional. Alguns desses trabalhos são realizados em cooperação com outras instituições de pesquisa nacionais ou estrangeiras e também com o apoio da iniciativa privada.

Essas pesquisas visam solucionar problemas do setor agrícola e trazer o bem-estar para a sociedade na forma de cultivares mais produtivos, alimentos de maior qualidade e sistemas de produção agrícolas ambientalmente sustentáveis. Alinhado com a programação de pesquisa Institucional, o PPG-IAC faz com que as teses e as dissertações apresentadas por seus alunos tornem-se efetivas ferramentas que levam inovação e desenvolvimento para o setor agrícola nacional e interna-

cional. Responsável por lançar mais de mil cultivares melhorados, o IAC traz em seu programa de pós-graduação a força e a inovação de jovens pesquisadores também em áreas como fitotecnia, pós-colheita, solos, fitossanidade e fisiologia vegetal entre outras.

Credenciado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o PPG-IAC tem atualmente conceito 5 e conta com a participação de 31 docentes permanentes, todos com doutorado em três áreas de concentração: Gestão de Recursos Agroambientais (10), Genética, Melhoramento Vegetal (11) e Biotecnologia e Tecnologia da Produção Agrícola (10). Até 2016, o PPG-IAC já formou 407 alunos em nível de mestrado e 52 em doutorado, e, atualmente, tem 47 mestrandos e 52 doutorandos com pesquisas em andamento. O PPG-IAC tem também cinco pesquisadores pós-doutores vinculados ao programa através do Programa Nacional de Pós Doutorado (PNPD) da CAPES.

Os alunos matriculados no PPG-IAC, ao passarem por processo seletivo, têm a oportunidade de disputar bolsas de estudo do programa de apoio à pós-graduação (DS-CAPES). Além dessas bolsas, os alunos do PPG-IAC têm obtido êxito nas solicitações de bolsas em outras agências de fomento, como a FAPESP.

Os egressos do curso têm sido rapidamente absorvidos pelo mercado de trabalho tanto no setor público como no privado. Cerca de 50% dos ex-alunos do PPG-IAC estão na iniciativa privada, 15% como pesquisadores em órgãos públicos e 25% continuaram os estudos em cursos de doutorado ou pós-doutorado. A partir de 2017, destaca-se um novo tipo de fixa-



Marcio Koiti Chiba¹
Luis Felipe Villani Purquerio¹
Oliveiro Guerreiro Filho¹

¹ Coordenadoria do PPG-IAC Agricultura Tropical e Subtropical

ção de egresso, com a aprovação de um projeto no programa de Pesquisa Inovativa de Pequenas Empresas (PIPE) da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por aluno recém-doutor, em área correlata ao seu projeto de doutorado, dando início a uma *startup*. Essa ação é provavelmente fruto do ambiente no IAC, que, além da pesquisa científica, favorece o espírito empreendedor e inovador.

O Programa de Pós-Graduação em Agri-

cultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônomo seleciona anualmente, no segundo semestre, novos alunos de mestrado. Candidatos ao curso de doutorado podem se inscrever em qualquer época do ano.

Para maiores informações sobre o PPG-IAC, processos seletivos e linhas de pesquisa, os interessados podem ligar para a secretaria do programa no telefone (19) 2137-0601 ou acessar o endereço: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/>.



Figura 1. Homepage da pós-graduação do IAC: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/>.

Quarentenário IAC

Atuação na Defesa Fitossanitária no Brasil

O Quarentenário do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) tem como objetivo conter, detectar e identificar pragas em materiais vegetais importados para serem utilizados em programas de pesquisa. Em 1998, foi credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como Estação Quarentenária nível 1, estando, portanto, habilitado a realizar quarentena de qualquer material vegetal, convencional ou geneticamente modificado - GM (CQB nº 418/2016), proveniente de qualquer parte do mundo.

Atualmente, está solicitando recredenciamento junto ao MAPA pela Instrução Normativa 29 (24/08/2016), fundamentado na Convenção Internacional para Proteção de Vegetais (CIPV). Para isso, está modernizando seus laboratórios e casas de vegetação, adaptando suas estruturas às novas legislações de biossegurança e meio ambiente. Estão sendo revistos todos os protocolos de análises e controle de registro, com obediência aos procedimentos de segurança fitossanitária estabelecidos pela IN 29.

São realizadas análises em laboratório e casa de vegetação para detecção de plantas daninhas, insetos, ácaros, nematoides, fungos, bactérias e vírus com objetivo de impedir a introdução no Brasil de pragas ausentes no país.

O quarentenário está inserido no Centro de Fitossanidade do IAC e conta com uma equipe técnica composta de pesquisadores que atuam prontamente para solucionar problemas relacionados à presença de pragas nos materiais importados. Atualmente, o tempo de permanência de

materiais vegetais no quarentenário varia de dois meses, para sementes de plantas anuais ou material "in vitro", a 24 meses, para sementes ou outras estruturas de reprodução de plantas perenes.

O Quarentenário IAC situa-se no município de Campinas-SP, no Centro Experimental do Instituto Agrônomo. Sua localização é favorecida pela proximidade de aeroportos e extensa malha viária, facilitando o deslocamento de cargas na chegada no país e transporte para as diversas estações experimentais de empresas e instituições de pesquisa, após realizada a quarentena. Toda carga de material importado é armazenada em ambiente controlado no quarentenário durante o processo de quarentena.

Seu histórico de introduções de materiais vegetais inicia-se em 1999, com números crescentes de importações, o que indica que a pesquisa científica nessa área está em expansão no território brasileiro.

Histórico

As primeiras introduções de materiais vegetais no Brasil através do Quarentenário IAC ocorreram em 1999, totalizando apenas cinco, permanecendo nesse patamar até 2006. Somente a partir de 2007, esse número começou a ser mais expressivo, passando para 82 quarentenas, atingindo em 2016 um total de 233. A previsão para este ano é que sejam realizadas 200 quarentenas.

O Quarentenário IAC possui como parceiros de importações cerca de 100 empresas e institutos de pesquisa públicos

Christina Dudienas¹
Roberta Pierry Uzzo¹
Barbara Negri²

¹ Instituto Agrônomo, Centro de Fitossanidade, dudienas@iac.sp.gov.br;

¹ rpuzzo@iac.sp.gov.br;

² Engenheira Ambiental e Sanitária da PUC-Campinas, barbaranegri88@yahoo.com.br

ou privados. Os países que mais enviaram germoplasma para o Brasil foram: EUA, Holanda, Porto Rico e Argentina. Também foram introduzidos genótipos dos seguintes países: África do Sul, Angola, Canadá, Coreia do Sul, França, Guatemala, Índia, Itália, Israel, Japão, México, Nova Zelândia, Síria, Vietnã, Tailândia e Zimbábue.

Houve a introdução de mais de 50 diferentes espécies vegetais em forma de sementes, mudas, toletes, estacas, gemas, flores e plantas in vitro. A maior quantidade de acessos de sementes ou plântulas in vitro analisadas foram: tomate, melancia, melão, soja, milho e eucalipto. Além dessas culturas, houve importação de germoplasma de outras culturas já estabelecidas no Brasil em plantios comerciais como: cana-de-açúcar, algodão, arroz, cenoura, macieira, pessegueiro, damasqueiro, mangueira, tabaco, trigo, pinhão manso. Houve também importação de germoplasmas menos disseminados no país, como cártamo, duboísia, pongamia, marmeleiro, estêvia, niger, tagetes, entre outros.

A partir de 2014 até o presente, houve um total de 744 quarentenas e aproximadamente 100.000 acessos liberados, entre convencionais e geneticamente modificados.

É importante salientar ainda que, além de um grande número de culturas introduzidas no país através do Quarentenário IAC e da diversidade do país de origem, existe também variação no peso de cada material. Cada carga chega com números diferentes de acessos, que podem ser diferentes variedades ou linhagens, havendo desde um acesso em determinada quarentena até

9.500 em outra, com pesos variando de 0,5g a 65 kg para cada acesso.

Considerando o período de 1999 até 2015, encontraram-se pragas não quarentenárias, tais como: *Coletotrichum* spp., *Cercospora* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Curvularia* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp, *Drosophila* spp, insetos das famílias Formicidae, Diplopoda, Collembola, Gastropoda e Hemiptera, plantas daninhas das espécies *Sorghum halepense*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus* sp., *Digitaria* spp., *Cyperus* spp. e um vírus quarentenário - *Cucumovirus* - em estêvia, originária do Japão, identificado através dos processos de inoculação em plantas indicadoras, teste elisa, análise em microscopia eletrônica e molecular pelo método PCR.

Em 2016, foi detectado em sementes de *Corymbia* importadas da Austrália o

inseto identificado como *Moona spermo-phaga*, praga quarentenária sem registro de ocorrência no Brasil, levando à destruição todo o material vegetal importado.

Observa-se que tem havido uma maior preocupação por parte das empresas e das instituições que importam formalmente germoplasma para pesquisa em importar materiais com melhor qualidade fitossanitária. Isso é resultado de um trabalho intenso de análises fitossanitárias do quarentenário e fiscalização do MAPA, além de uma maior conscientização por parte dos importadores.

O Quarentenário IAC vem contribuindo, ao longo dos seus 21 anos, para a segurança fitossanitária brasileira, impedindo a entrada de novas pragas em materiais vegetais importados para realização de trabalhos de pesquisa.



Figura 1. Vista frontal do Quarentenário IAC.

Laboratório de Fertilizantes e Resíduos (Intituto Agrônômico (IAC))

As análises de fertilizantes, corretivos, condicionadores, substratos e resíduos com potencial de uso agrícola asseguram ao agricultor que as quantidades recomendadas e aplicadas irão suprir as necessidades das plantas para os nutrientes presentes nos fertilizantes, que o corretivo irá produzir o efeito desejado e a ausência de contaminantes que possam se acumular no solo.

A análise desses insumos evita desperdícios e reduz impactos ambientais por excessos nos campos, poupando energia e recursos naturais.

SERVIÇOS

- Avaliação da eficiência agrônômica de fertilizantes e de resíduos conforme exigido pelo Decreto nº 4954 - artigo 15, de 2004, do MAPA.
- Avaliação da eficiência agrônômica de novos fertilizantes de acordo com a Normativa nº 56, de 2014.
- Degradação da matéria orgânica, mineralização de nitrogênio e elevação de pH de resíduos ou compostos orgânicos após aplicação no solo.
- Análise de nutrientes e contaminantes em fertilizantes segundo os métodos oficiais de análise do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).
- Análise de resíduos com aplicação agrícola pelas normas vigentes da CETESB e do CONAMA (CONAMA 375).
- Análise de teores totais de elementos e pasta de saturação em solo para o monitoramento ambiental.
- Análise de nutrientes de produtos, subprodutos e resíduos da indústria sucroalcooleira.



Laboratório de Análises de Fertilizantes e Resíduos
Av. Barão de Itapura, 1.418
13020-902 - Campinas/SP
Fone: (19) 2137-0646
e-mail: adm_fertilizantes@iac.sp.gov.br



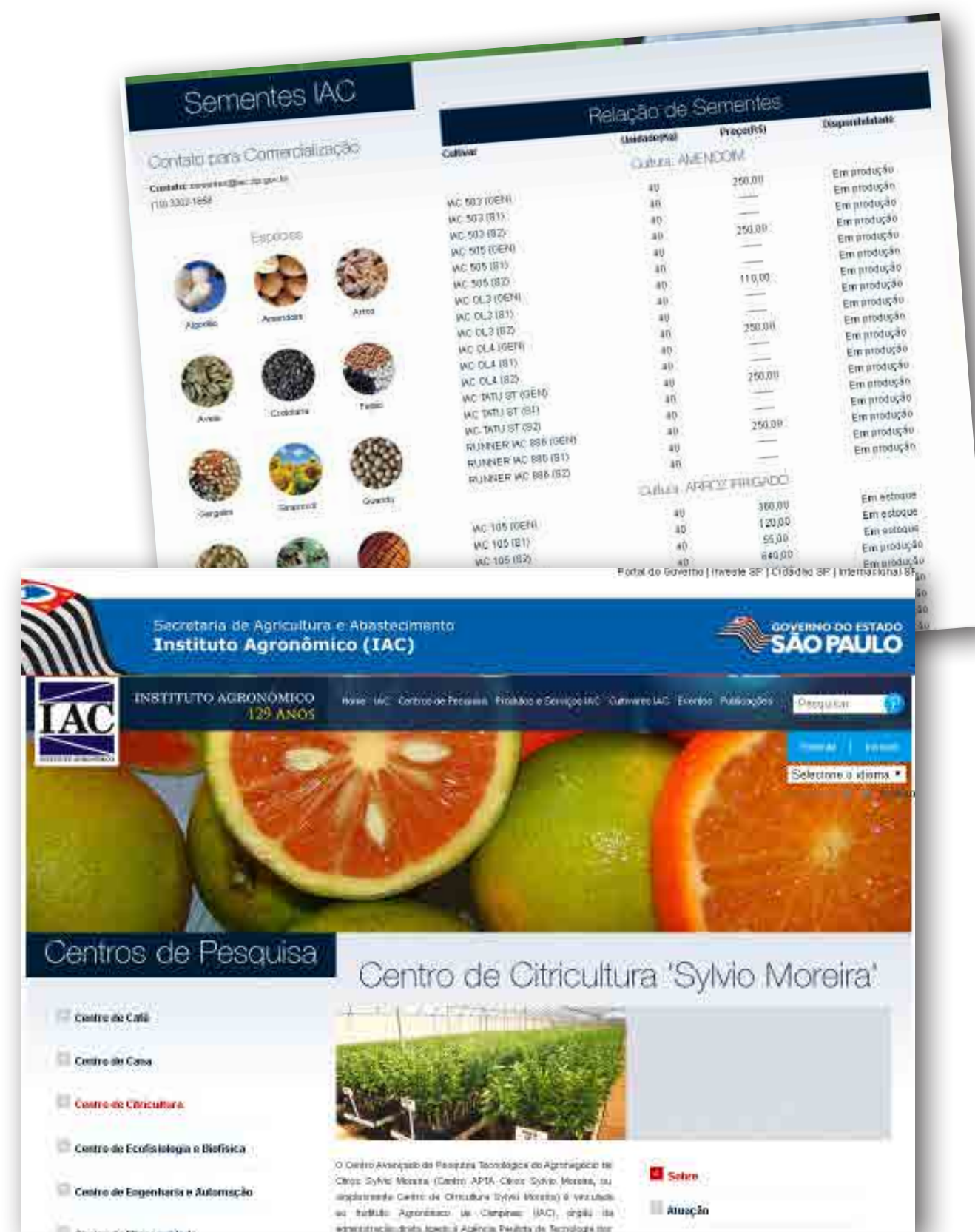
O Laboratório de Análise de Fertilizantes e Resíduos é acreditado pelo CGCRE na norma ISO17025 para a realização de análises de resíduos em potencial de uso agrícola (desde 2009) e de fertilizantes minerais (desde 2015).

É também cadastrado e credenciado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para realizar análises físicas em fertilizantes (desde 2012), em apoio à rede Lanagro.



Acesse nosso site

<http://www.iac.sp.gov.br>





CRÉDITO: TELA EM ÓLEO DE MARIA CECÍLIA NEVES

