

O AGRONÔMICO

Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônomo - Volume 73 - 2021 - Série Técnica APTA - ISSN 0365-2726

Saudabilidade

**O IAC CUIDANDO DA SAÚDE
ALIMENTAR DOS BRASILEIROS**



IAC



INSTITUTO AGRÔNOMICO

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.agricultura.sp.gov.br

ÍNDICE

O "PREPARO" DE ALIMENTOS MAIS SAUDÁVEIS COMEÇA COM A CIÊNCIA	1
1. CULTIVARES IAC.....	6
2. ALFACE BIOFORTIFICADA COM ZINCO E MICROVERDES: SUPERALIMENTOS PRODUZIDOS COM A MAIS MODERNA TECNOLOGIA EM HORTICULTURA.....	10
3. AMENDOIM: RELAÇÃO ENTRE A SAUDABILIDADE DAS CULTIVARES E A ELEVADA DEMANDA	32
4. AMORA-PRETA EM SÃO PAULO: RENDA PARA O PRODUTOR E SAÚDE PARA O CONSUMIDOR.....	41
5. AS PLANTAS AROMÁTICAS, CONDIMENTARES, MEDICINAIS E INSETICIDAS IMPULSIONAM AS PESQUISAS NO INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC).....	51
6. COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL - PROJETO RECICLAR	58
7. IAC 2051 E IAC 1849: CULTIVARES DE FEIJÃO CARIOCA TOLERANTES AO ESCURECIMENTO DO GRÃO	63
8. MELHORAMENTO GENÉTICO CONVENCIONAL OBJETIVANDO A BIOFORTIFICAÇÃO DA CULTURA DA BATATA-DOCE	68
9. MELHORAMENTO GENÉTICO DE MANDIOCA DE MESA: SEGURANÇA ALIMENTAR E SAÚDE PARA A POPULAÇÃO	77
10. SUCO DE UVA: POTENCIAL BIOATIVO DE SEUS POLIFENOIS	89
11. LABORATÓRIOS DE SOLOS, FERTILIZANTES E RESÍDUOS DO IAC.....	99
12. NIT: PARCERIAS PARA INOVAÇÃO.....	101
13. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC).....	108
14. BRAGANTIA.....	110
15. CLÍNICA FITOPATOLÓGICA DOS CITROS.....	112
16. QUARENTENÁRIO IAC	114

O AGRONÔMICO

v. 73 | 2021

Editorial

O Agrônômico v. 73 | 2021. Ao abordar questões como alimentos saudáveis e sustentabilidade ambiental apresenta diversas ações do IAC (APTA/SAA-SP) que visam gerar e transferir ciência, tecnologia e produtos para a melhoria dos padrões atuais e futuro de vida dos brasileiros. Dessa forma, em O Agrônômico deste ano são abordados temas como (i) biofortificação e produção alimentar com as mais modernas tecnologias, (ii) relação entre a saudabilidade das cultivares de amendoim e a elevada demanda por essa tecnologia, (iii) renda para o produtor e saúde para o consumidor, (iv) plantas aromáticas, condimentares, medicinais e inseticidas, bem como, (v) compostagem de resíduos orgânicos e sustentabilidade ambiental. Embora apresentados de forma separada, em capítulos, o leitor facilmente notará que todos esses tópicos levam a um objetivo comum: otimizar a produção vegetal com responsabilidade social, ambiental e econômica com vistas ao aprimoramento do bem-estar da população. Boa leitura a todos.

Gabriel C. Blain
Patrícia Cia
Editores



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

Governador do Estado de São Paulo
João Doria

Secretário de Agricultura e Abastecimento
Itamar Borges

Secretário-executivo de Agricultura e Abastecimento
Francisco Matturo

Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Sergio Luiz dos Santos Tutui

Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônômico
Marcos Guimarães de Andrade Landell

O AGRONÔMICO
(Instituto Agrônômico)
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 da anuência expressa do Instituto Agrônômico.

O AGRONÔMICO
Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agrônômico
Volume 73 - 2021
Série Técnica APTA
ISSN 0365-2726
oagronomico@iac.sp.gov.br

Editores
Gabriel C. Blain
Patrícia Cia

Editoração, arte final eletrônica e capa
Amaro Comunicação - Cíntia Rafaela Amaro

Revisão
Lúcia Helena Signori Melo de Castro



O “PREPARO” DE ALIMENTOS MAIS SAUDÁVEIS COMEÇA COM A CIÊNCIA

IAC se mantém competente e saudável em seus quase 135 anos de atuação

Por Marcos Guimarães de Andrade Landell, Diretor-geral do Instituto Agrônomo (IAC-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, pesquisador e líder do Programa Cana IAC.



A saudabilidade, conceito do que é saudável, permeia a sociedade atual de modo amplo e constante. Na ciência agrônômica, esse atributo é referência no desenvolvimento de cultivares das culturas agrícolas presentes no cotidiano da população. Há não muito tempo, a pesquisa visava, principalmente, características agrônômicas, como produtividade e resistência às pragas e doenças. Nesses quesitos, a agricultura brasileira está muito bem amparada nos pacotes tecnológicos gerados pelas instituições de pesquisa, dentre elas o Instituto Agrônômico (IAC-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Como a ciência é movida a desafios na busca de tornar melhor o que já está disponível para a humanidade, a biofortificação natural de alimentos tomou espaço e atualmente está presente nos programas de melhoramento genético do IAC voltados a culturas alimentícias. Não poderia ser diferente. A ciência deve andar de mãos dadas com os anseios e as necessidades da população.

Entre os consumidores, é cada vez maior a busca por modos de vida mais saudáveis, incluindo alimentação e outros recursos que proporcionam bem-estar. Para satisfazer essa necessidade, o consumidor depende da atuação da pesquisa, responsável pela geração de tecnologias, e dos setores de produção e serviços capazes de

disponibilizar recursos que contribuam no alcance desse cotidiano mais salutar. Nesse cenário, atenta às demandas de seus clientes, a pesquisa, as cadeias de produção agrícola e as indústrias que as acompanham trabalham continuamente para desenvolver e produzir alimentos que sejam capazes de nutrir, reforçar a imunidade e proporcionar prazer. E se tudo isso puder ocorrer “numa garfada só”, melhor ainda. Por isso, a geração de alimentos com acentuado perfil de saudabilidade tem sido uma das metas nas pesquisas do Instituto Agrônômico.

Com 134 anos de atuação ininterrupta, o IAC orienta seus programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de novas cultivares com características agrônômicas que atendam às necessidades de agricultores e indústrias e com qualidades que preencham os requisitos presentes na lista de desejos dos consumidores.

No imaginário humano, a alimentação desejável reúne alimentos saborosos, com alta qualidade nutricional e praticidade. É possível reunir essas virtudes num pacote só? A resposta é sim. A viabilidade vem de tecnologias geradas nas instituições de pesquisa e pela inovação, ocorrida a partir da adoção dos recursos por parte de agricultores e indústrias.

Um bom exemplo está nas novas cultivares de feijão IAC, que reúnem

as características desejadas por agricultores e pelo Instituto Brasileiro do Feijão e Pulses (IBRAFE), atento às oportunidades dos mercados interno e externo. As mais recentes cultivares de feijão IAC reúnem atributos como resistência às pragas e doenças, que reduzem o uso de controle químico e, conseqüentemente, os custos de produção e o impacto ambiental. Já para o consumidor, os atrativos estão nos grãos claros e que se mantêm com esse aspecto por período maior, caldo espesso e ainda oferecem maior teor de proteína, lembrando que o feijão é a maior fonte de proteína vegetal.

Tão presente no dia a dia do brasileiro, a conhecida salada de alface foi biofortificada pelo Instituto Agrônômico, que recorreu à biofortificação agrônômica para aumentar o teor de zinco nas folhas dessa folhosa. Esse resultado foi obtido por meio da adubação com zinco, que eleva o teor desse elemento na parte comestível da planta, sem alterar o sabor e o aspecto das folhas. Assim, ao comer a salada de todo dia, o brasileiro estará ingerindo mais zinco de forma natural, ao invés de comprar suplementos vitamínicos na farmácia. Isso sem falar que, em razão dos preços, esses produtos farmacêuticos não são acessíveis à população de baixa renda.

Outro produto pesquisado pelo IAC que se destaca no quesito saudabilidade é o amendoim, rico em vitaminas e

minerais, além de lipídeos e proteínas. Por sua composição, esse grão, que vai do aperitivo à confeitaria e também na produção de óleo, é considerado um dos mais completos alimentos de origem vegetal. Para quem o aprecia, o consumo do amendoim vai muito além de dar prazer: seu aporte de proteína o classifica como autossuficiente no fornecimento de aminoácidos essenciais, de acordo com o padrão de referência da *Food and Agriculture Organization (FAO)*. Em resumo: nutre e dá prazer. Além de proporcionar esse combo de bem-estar, as cultivares IAC reúnem tantas qualidades que ocupam cerca de 80% dos campos paulistas com essa oleaginosa e o estado de São Paulo responde por 90% da produção nacional, aproximadamente.

Quando o assunto são as frutas, dentre as pesquisadas pelo IAC estão as uvas. No passado, os estudos do Instituto Agrônômico propiciaram a tropicalização da fruticultura brasileira e auxiliaram na elaboração da base da viticultura no Nordeste, um dos polos vitícolas nacionais. Atualmente, fazem parte da programação científica do IAC os estudos para a obtenção de suco de uva biofortificado. Devido à sazonalidade da uva e à restrição do acesso a produtos vinícolas em algumas regiões do Brasil, é importante enriquecer os sucos como forma de contribuir com a alimentação mais saudável. Pesquisadores do IAC avaliam a interação dos sistemas de

condução e as diferentes cultivares de uva submetidas ao tratamento com um bioestimulante na fase de pré-colheita. Esse manejo estimula a própria planta a produzir teores mais altos de compostos bioativos, substâncias benéficas ao organismo, sem deixar resíduos nos frutos e sem prejudicar o ambiente.

Competência e comprometimento de equipes garantem atuação perene e saudável

Essas e outras ações em tantas outras áreas do IAC são possíveis graças à equipe de pesquisadores de alta competência e elevado comprometimento com sua missão de gerar e transferir tecnologias aos setores do agro. Esses pesquisadores são auxiliados por funcionários de apoio à pesquisa igualmente comprometidos, por profissionais contratados via fundações de apoio à pesquisa e por alunos da Pós-Graduação IAC em Agricultura Tropical e Subtropical. As equipes do IAC têm sua expertise reforçada também pelas parcerias estabelecidas com outras instituições de pesquisa e ensino do Brasil e do exterior e pelo diálogo constante com profissionais dos setores de produção, além da confiança e do apoio do setor privado e das agências de fomento estaduais e federais.

Em 2021, o Governo do Estado de São Paulo fez um investimento recorde de R\$ 52 milhões nos institutos de pesquisa ligados à Secretaria de Agricultura e Abastecimento. O valor foi destinado à modernização das unidades para aprimorar o atendimento às demandas de inovação e pesquisa do agronegócio paulista e nacional. O IAC recebeu parte desse montante e, em 2021, investiu R\$ 8,4 milhões em serviços e investimentos em diversas áreas, incluindo reformas de laboratório e estufas, sistemas de irrigação, equipamentos de laboratórios, instalação de geradores e câmaras frias, modernização da rede elétrica e da rede de Tecnologia da Informação, instalação de alambrados para proteção de áreas de pesquisa e de campo, aquisição de tratores e implementos. Muitas são as necessidades de uma instituição de pesquisa. Para manter o cumprimento da missão e a manutenção da credibilidade institucional, com foco no destinatário da pesquisa, são exigidas amplas doses de dedicação e investimentos.

É dessa forma que o IAC se mantém ativo e saudável em seus quase 135 anos de atuação a serem completados em 27 de junho de 2022. A interação com os setores de produção e o diálogo permanente com agricultores e técnicos de diversas regiões do Brasil, em diferentes segmentos e com necessidades e demandas plurais proporcionam às equipes do

IAC uma percepção atualizada das mudanças de cenários de mercado, que influenciam as agendas científicas. Nossos pesquisadores e técnicos não trabalham isolados. Eles vão a campo, conversam com quem trabalha a lavoura diariamente. Eles participam de congressos e outros eventos técnico-científicos e acompanham a dinâmica da ciência brasileira e internacional. Essa dinâmica explica porque o IAC, umas das instituições de pesquisa mais antiga do Brasil e que serviu de modelo a tantas outras mais recentes no país, segue liderando áreas de pesquisa vitais para a economia nacional, a exemplo da canavicultura, citricultura e cafeicultura.

Não se faz ciência sozinho. Ciência moderna e competente requer uma base em multifunções, fortalecidas pela união de esforços e recursos. A qualidade da produção científica é intrínseca à cooperação científica. Cada protagonista deve confiar em sua capacidade de promover melhores desempenhos em suas áreas de inserção, investindo em parcerias globais de conhecimento e inovação, visto que a liderança brasileira como *player* mundial no agro depende da atuação forte e saudável de cada elo das cadeias de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Que a saudabilidade permeie sempre a ciência e seus aliados na construção de caminhos que levam ao bem-estar da humanidade.



1. CULTIVARES IAC

*Adriano Tosoni da Eira Aguiar¹
Charleston Gonçalves²*



¹ IAC - Centro de Pesquisa de Café "Alcides Carvalho", Campinas (SP).
adriano.aguiar@sp.gov.br

² IAC - Centro de Pesquisa de Horticultura, Campinas (SP).
charleston.goncalves@sp.gov.br

O Instituto Agrônômico, em 2021, disponibilizou dez (10) cultivares. Além disso, realizou a inscrição de cinco materiais pré-experimentais ou pré-comerciais de feijoeiro, os quais foram habilitados exclusivamente para produção de sementes da categoria genética. Ressalta-se que essas cultivares já disponíveis comercialmente, visam atender às diversas cadeias produtivas do agronegócio, com características inovadoras, e outras relacionadas à produtividade, à resistência às doenças e pragas, longevidade pós-colheita e cultivo sustentável.

Cana-de-açúcar IACSP047004

Touceira com hábito de crescimento semi-ereta, alta, diâmetro de colmo médio, internódios de comprimento médio, gema com média saliência nos nós, gema do tipo romboide, número de 16 colmos/m. Apresenta boa adaptação, caracterizando como uma cultivar média, em relação à fertilidade do solo, tem apresentado ótima opção para ser colhida no período inverno-primavera. Outra característica favorável é a alta produtividade de colmos, em altitude de 377 a 466 m, estando o comportamento produtivo correlacionado principalmente com a fertilidade e disponibilidade de água no solo. Resistente às principais doenças: ferrugem, carvão, raquitismo e escaldadura. Adaptada à região Centro-Oeste do estado de São Paulo e muito provavelmente para a maioria

das regiões do estado, assim como para os demais estados produtores. Apresenta comportamento rústico, sendo responsiva quanto ao ambiente de produção, ou seja, comporta-se bem em diversos ambientes de produção.

Cana-de-açúcar IACCTC077207

Apresenta hábito de crescimento semi-ereto, alto, diâmetro de colmo médio, internódios de comprimento médio, gema com média saliência nos nós, gema do tipo romboide, número de 16 colmos/m. Apresenta ótima opção para ser colhida no período inverno-primavera. Outra característica favorável é a alta produtividade de colmos, em altitude de 466 a 604 m, estando o comportamento produtivo correlacionado principalmente com a fertilidade e disponibilidade de água no solo. Também é resistente às principais doenças da cultura.

Cana-de-açúcar IACCTC096166

Cultivar de média exigência, porém muito responsiva, em relação à fertilidade do solo; com ótima opção para ser colhida na safra de inverno. Outra característica favorável é a alta produtividade de colmos. Em relação à altitude esta cultivar foi estudada em altitude de 457 a 546 m, estando o comportamento produtivo correlacionado principalmente à adaptabilidade edafoclimática. Touceira

com hábito de crescimento semiereta, alta, diâmetro de colmo médio a fino, internódios de comprimento médio, gema com média saliência nos nós, gema do tipo romboide, número médio de 15 a 17 colmos/m. Tolerante às principais doenças, se adapta à região de Assis (SP).

Feijão IAC 2051

A cultivar IAC 2051 apresenta tolerância aos patógenos da antracnose, crestamento bacteriano, ferrugem, mosaico comum e mancha angular. Sua qualidade de grão é semelhante às cultivares atualmente recomendadas ao setor produtivo. Considerando-se a produtividade média obtida e principalmente por apresentar alta massa de 100 sementes e tolerância ao escurecimento de grão, a cultivar IAC 2051 é recomendada para o cultivo na época das “águas”, da “seca” e de “inverno” no estado de São Paulo, sendo indicada também para a época das “águas” e da “seca” nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Deve-se evitar o plantio em solos encharcados e áreas não zoneadas ao cultivo de feijão.

Citrandarin IAC 3010 Pindorama

Cultivar de porta-enxerto que induz, à variedade de lima ácida Tahiti, o porte vigoroso, boa qualidade de fruta, boa tolerância à seca e produtividade.

A cultivar é caracterizada como bom porta-enxerto para a lima ácida Tahiti, apresenta folhas trilobadas e número médio de 19 sementes viáveis por fruto. É resistente à seca, mas sua suscetibilidade a várias doenças acaba encurtando sua vida no pomar acarretando prejuízos ao produtor. A cultivar se adapta às regiões representativas de produção comercial de laranja Pêra no estado de São Paulo.

Citrandarin IAC 3026 Santa Amélia

Cultivar de porta-enxerto que induz, à variedade de copa, o porte ananicante e boa qualidade de fruta. Pode ser recomendada para plantios mais adensados. A cultivar é caracterizada como porta-enxerto para variedades copa de citros e apresenta folhas trilobadas. O citrandarin IAC 3026 Santa Amélia apresenta 12 sementes viáveis por fruto com média de três embriões por semente e porcentagem de emergência de 83%. O peso médio (o correto seria usar massa média, sendo o termo técnico) dos frutos é de 41,2 g, altura e diâmetro médio dos frutos de 3,9 cm e 4,4 cm, respectivamente. Não apresenta tolerância à seca. A principal característica desse porta-enxerto, o citrandarin IAC 3026 Santa Amélia, é que ele induz porte baixo na variedade copa laranja Pera.

Citrandarin IAC 3128 Guanabara

Cultivar de porta-enxerto que induz, à variedade de copa, o porte semiananicante e boa qualidade de fruta. A cultivar é caracterizada como porta-enxerto para variedades copa de citros e apresenta folhas trilobadas. O citrandarin IAC 3128 Guanabara apresenta 15 sementes viáveis por fruto com média de quatro embriões por semente e porcentagem de emergência de 85%. O peso médio dos frutos é de 48,2 g, altura e diâmetro médio dos frutos de 4 cm e 4,7 cm, respectivamente. Apresenta tolerância à seca.

Lima-ácida Tahiti IAC 10


A cultivar copa lima ácida Tahiti IAC-10 produz frutos ovalados, com casca rugosa e sem sementes. Os frutos apresentam massa superior a 100 gramas, altura e diâmetro médio de 6,2 cm e 5,1 cm, respectivamente. Apresentam alto rendimento de suco, com valores próximos a 50%. As copas são vigorosas, com folhas simples, verde-claras quando novas e passam para o verde mais escuro a medida que envelhecem. Dentre os parâmetros de qualidade de fruto, desenvolvimento vegetativo e produtividade, a cultivar Tahiti IAC 10 se destacou quando comparada à cultivar comercial Tahiti IAC 5. A cultivar é adaptada a região de produção comercial de lima ácida Tahiti no estado de São Paulo.

***Crotalaria spectabilis* IAC 201 CS**

Apresenta ciclo anual com florescimento médio aos 70 dias e maturação aos 100 dias após a emergência, altura média de planta de 1,0 a 1,5 metros, produção de massa verde médio de 26 ton ha⁻¹. Peso médio de 1.000 sementes de 19 gramas. É suscetível a *Septoria crotalariae*. Há uma forte demanda por sementes de origem genética desta espécie, além de um crescente aumento de cultivo de crotalárias para a conservação do solo, fixação de nitrogênio ao solo e como controle de nematoides.

***Crotalaria ochroleuca* IAC 201 CO**

A cultivar IAC 201 CO apresenta ciclo anual com florescimento médio aos 82 dias e maturação aos 110 dias após a emergência, altura média de planta de 1,5 a 2,0 metros, produção de massa verde médio de 25 a 100 ton ha⁻¹. Peso médio de 1.000 sementes de 18 gramas. Se adapta as regiões Sul/Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. Essas regiões representam as maiores áreas brasileiras de cultivo de *C. ochroleuca* em manejo de rotação/sucessão de culturas com soja, milho e feijão.



2. ALFACE BIOFORTIFICADA COM ZINCO E MICROVERDES: SUPERALIMENTOS PRODUZIDOS COM A MAIS MODERNA TECNOLOGIA EM HORTICULTURA

*Luis Felipe Villani Purquerio¹; Paulo César Reco¹
Estevão Vicari Mellis²; Fernando César Sala³
Matheus Aparecido Pereira Cipriano⁴
Thiago Leandro Factor¹; Simone da Costa Mello⁵
Thais Queiroz Zorzeto César⁶
Carolina Cinto de Moraes⁷; Felipe Marques de Lima⁴*

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Horticultura, Campinas (SP).

felipe.purquerio@sp.gov.br

paulo.reco@sp.gov.br

thiago.factor@sp.gov.br

² IAC - Centro de Pesquisa de Solos e Recursos Ambientais, Campinas (SP).

estevao.mellis@sp.gov.br

³ UFSCar - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP). fcsala@ufscar.br

⁴ IAC - Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Campinas (SP).

mhcupriano@gmail.com

felps.marques@hotmail.com

⁵ ESALQ/USP - Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP). scmello@usp.br

⁶ FEAGRI - Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP).

thaisqzc@unicamp.br

⁷ Fertisense

carolcmoraes@gmail.com

2.1. Biofortificação agronômica de alface com zinco

Embora tenha se intensificado o combate à pobreza, aumentando a oferta e a segurança alimentar, a fome e a desnutrição ainda atingem a população de vários países do mundo. Além disso, devido ao consumo de dietas excessivamente calóricas, a deficiência nutricional alcança várias pessoas ao redor do mundo, mesmo essas não apresentando subnutrição.

Nesse contexto, a deficiência de zinco, tem se tornado comum na população. Esse micronutriente é essencial em seres humanos, atuando na síntese proteica e no crescimento celular. A falta de Zn compromete funções bioquímicas e fisiológicas, e está associada a diversos tipos de câncer, infertilidade, queda de cabelo, unhas deformadas, perda do paladar, atraso no desenvolvimento esquelético, mental e maturidade sexual, além de diminuição da capacidade de aprendizagem, dermatites, diarreia persistente e dificuldade na cicatrização das feridas.

Estima-se que pelo menos 1/3 da população mundial sofra com a deficiência de Zn e que aproximadamente 800.000 mortes por ano no mundo entre crianças menores de cinco anos podem estar associadas à falta desse micronutriente (BLACK, 2003).

A ingestão diária de Zn recomendada para adultos é de 15 mg (KIEKENS, 1995). Este valor pode variar conforme a referência; nos EUA, por exemplo, a recomendação diária é de 8 a 13 mg, no Reino Unido é de 7 a 13 mg (Institute of Medicine - USA 2001; Department of Health - UK 1991). De acordo com os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009), em torno de 23% da população brasileira não ingere a quantidade adequada de Zn. A baixa ingestão dietética do Zn ocorre em decorrência dos baixos teores deste nutriente nos alimentos (CAKMAK et al., 2010).

Uma das formas de se corrigir essa deficiência é pela ingestão de suplementos vitamínicos contendo Zn, que estão cada vez mais presentes nas prateleiras de drogarias em todo Brasil. Porém, além do alto custo, que inviabiliza o acesso das classes mais pobres, a eficiência desses suplementos é baixa, e a ingestão de sais em excesso pode prejudicar a saúde humana.

Mas e se ao invés de tomar suplemento, nós comêssemos alimentos naturais com maior teor de Zn? Por exemplo, uma alface! Imagine uma salada com muito mais Zn que o habitual. Isso seria possível?

Sim! Apesar de historicamente a adubação de plantas ser determinada em função do aumento

da produtividade das culturas, recentemente, uma estratégia para o enriquecimento nutricional das partes comestíveis das plantas, o qual pode ser feito através de melhoramento genético ou a partir de métodos agrícolas, em especial a fertilização, tem sido utilizada ao redor do mundo (WHITE e BROWN, 2010). Esta estratégia é conhecida como biofortificação e tem como objetivo aumentar as concentrações biodisponíveis de nutrientes nos alimentos e assim auxiliar a manutenção dos teores adequados dos nutrientes no organismo humano.

Essa técnica tem sido muito utilizada para aumentar os teores de micronutrientes nas plantas, especialmente o Zn. A biofortificação com micronutrientes em alimentos utilizando fertilizantes é denominada biofortificação agrônômica. Este tipo de biofortificação é realizada com a adubação de Zn, seja no solo, em solução nutritiva ou via foliar (CAKMAK, 2008).

Os fertilizantes com Zn podem ser aplicados diretamente no solo em três tipos de compostos, os inorgânicos, os quelatos sintéticos e os complexos naturais orgânicos, que variam em seu teor de Zn, preço e eficácia para culturas em diferentes tipos de solo. A fonte inorgânica sulfato de zinco ($ZnSO_4$) é a mais comum e amplamente utilizada

devido à sua alta solubilidade e baixo custo. Outras fontes inorgânicas são: óxido de zinco (ZnO), carbonato de zinco ($ZnCO_3$), nitrato de zinco [$Zn(NO_3)_2$] e cloreto de zinco ($ZnCl_2$) (ALLOWAY, 2008).

Recentemente, a biofortificação agrônômica com Zn tem sido estudada em cereais, como trigo, arroz e milho, uma vez que estas culturas representam a maioria das calorias consumidas, especialmente em países em desenvolvimento (CAKMAK e KUTMAN, 2018). No entanto, Clemens (2017) sugere que uma estratégia complementar seria a biofortificação de hortaliças folhosas atrelada à promoção do consumo, pois estas contêm muito mais Zn do que os cereais (BROADLEY et al., 2007).

Embora haja poucos estudos com biofortificação de Zn em hortaliças folhosas, Clemens (2017) reforça o potencial dessas culturas para o maior acúmulo de Zn e questiona: por que não introduzir a biofortificação em hortaliças folhosas? Segundo White e Broadley (2011), espécies da família Asteracea, como a alface, tendem a ter alto teor de Zn na parte aérea.

Além do potencial genético dessas plantas, as concentrações de Zn em hortaliças folhosas são geralmente maiores do que em

grãos, tubérculos e frutas, uma vez que os órgãos de reserva obtêm a maioria de seus minerais através do floema e Zn é pouco móvel no floema (WHITE e BROADLEY, 2011). Sendo assim, as folhosas podem contribuir substancialmente para a ingestão dietética de Zn, apesar do baixo teor calórico (HENDERSON et al., 2003).

Na literatura foram encontrados alguns trabalhos com relação à biofortificação agrônômica de Zn em folhosas (BROADLEY et al., 2010; PADASH et al., 2016; BARRAMEDA-MEDINA et al., 2017a; BARRAMEDA-MEDINA et al., 2017b; WHITE et al., 2018; RUGELES-REYES et al., 2019), com resultados promissores.

No Brasil são escassos os estudos com biofortificação agrônômica com Zn em alface. Considerando-se que a maioria dos trabalhos são internacionais e com cultivares que não fazem parte do mercado brasileiro, evidencia-se a necessidade de mais estudos neste sentido e em condições tropicais de cultivo, visando um efetivo programa de biofortificação agrônômica.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais produzida e consumida no Brasil. Os tipos varietais produzidos no Brasil são lisa, crespa, mimosa, americana, romana, roxa/vermelha e minialface (SALA e COSTA, 2012). O segmento de alface

crespa liderou nos últimos anos; em 2015 correspondeu a 60% da área total de produção da hortaliça. No entanto, a aceitação da alface americana pelo mercado consumidor vem crescendo. De 2010 para 2015, a área de produção deste segmento aumentou em aproximadamente 35% (ABCSEM, 2016). Esse crescimento deve-se ao aumento das redes de lanchonetes *fast foods* que demandam esse tipo de alface e pela maior procura e preferência do consumidor da classe média alta que já conhecia esse produto através de viagens ao exterior (SALA e COSTA, 2012).

Sendo a hortaliça folhosa mais produzida e consumida no Brasil e no mundo, além de ser uma das espécies mais eficientes na absorção de nutrientes, especialmente os cátions metálicos, a alface pode ser uma importante fonte de Zn quando biofortificada, principalmente para pessoas de baixa renda ou com dieta vegetariana, que estão mais suscetíveis à deficiência pela menor ingestão desse micronutriente e, conseqüentemente, mais propensos a problemas de deficiência de Zn.

O Instituto Agrônômico (IAC) é um dos pioneiros em estudos com biofortificação no Brasil, tendo realizado, desde 2008, pesquisas com biofortificação de Zn, em trigo, feijão, milho, soja, e café, em parceria com a *International Zinc Association* (IZA),

e a Universidade de Sabanci, da Turquia. Diante dessa experiência e demanda, a equipe de pesquisadores do IAC iniciou, recentemente, sob a coordenação do Pesquisador científico Dr. Luis Felipe Purquerio, estudos sobre a biofortificação agrônômica de alface com Zn. Este projeto conta com a participação de pesquisadores dos Centros de Pesquisa de Horticultura, de Solos e Recursos Ambientais e de Ecofisiologia e Biofísica, além de parceria com pesquisadores de outras instituições, especialmente com o Dr. Fernando C. Sala, da UFSCar.

O primeiro estudo foi tema da tese de doutorado de Carolina C. de Moraes do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do IAC, finalizada em 2020. Essa pesquisa avaliou o efeito da aplicação de doses de Zn (0, 5, 10, 20, 30 e 40 mg dm⁻³ Zn) em solo, na produção e no acúmulo em alface (Vanda - tipo crespa e Saladela - tipo crocante) em duas épocas de cultivo (março a abril - E1 e maio a julho - E2 de 2018) sob condições tropicais (Figura 1). Como resultados, verificou-se a possibilidade da biortificação agrônômica, sendo que o acúmulo de Zn

nas folhas de Vanda elevaram 8,9 vezes com o aumento das doses, chegando a 7,0 mg planta⁻¹, independentemente da época, enquanto para Saladela, o aumento foi de 11 e 8 vezes na E1 e E2, respectivamente, com valores máximos de 10,6 e 12,3 mg planta⁻¹. O uso de maiores doses de Zn não reduziu a produtividade de Vanda, mas para Saladela, houve redução em ambas as épocas, sendo necessário, em futuros estudos uma redução da dose de Zn para essa cultivar. A biofortificação agrônômica de alface foi possível e mais adequada com a dose de 40 mg Zn dm⁻³, em ambas as épocas de cultivo para Vanda e 35 e 12 mg Zn dm⁻³ na E1 e E2, respectivamente, para Saladela. O consumo de 50 g dessas plantas biofortificadas considerando-se o limite permitido de Zn nos alimentos, pode contribuir com até 20%-40% na sua ingestão diária recomendada (MORAES, 2020). Ressalta-se que estudos de biodisponibilidade do zinco também são necessários para determinação da quantidade exata que o ser humano consegue aproveitar desse nutriente já incorporado na em alface.

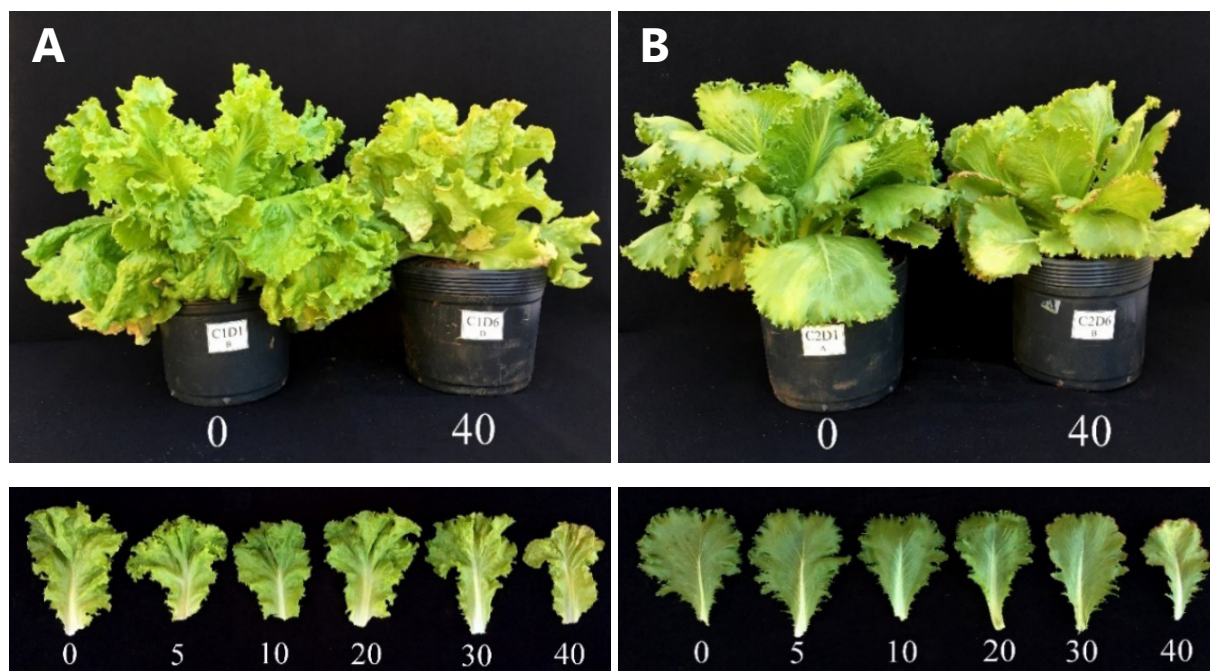


Figura 1. Plantas de alface Vanda (A) e Saladela (B) submetidas a doses de 0 e 40 mg Zn dm⁻³ e suas folhas medianas provenientes das doses de 0 a 40 mg Zn dm⁻³. Fonte: Moraes, C. C. (2020).

Um segundo estudo foi tema de mestrado de Bianca Machado de Lima da Pós-Graduação da UFSCar, finalizado em 2021. Nessa pesquisa avaliaram-se diferentes concentrações de zinco em solução nutritiva (0,3, 1,0, 1,7 e 2,4 g L⁻¹ de Zn), para a alface Vanda e Saladela. Como resultado verificou-se que os teores de Zn foliar e na raiz aumentaram em função do aumento das concentrações deste nutriente na solução até 733 e 2666 mg kg⁻¹ para Vanda e 633 e 2216 mg kg⁻¹ para Saladela (2,4 g L⁻¹). A maior

concentração 2,4 g L⁻¹ de Zn na solução nutritiva não afetou a massa fresca (241,45 e 185,16 g) e seca (13,6 e 13,7 g) da parte aérea, respectivamente para Vanda e Saladela, o que é muito positivo, indicando que as plantas não foram danificadas com o aumento da concentração e sendo possível o uso das mesmas (LIMA, 2021). Ressalta-se que ainda existe margem para aumento da concentração de zinco na solução nutritiva em estudos futuros em hidroponia, visto a ausência de efeito fitotóxicos.



Figura 2. Plantas de alface Vanda e Saladela, em cultivo hidropônico, submetidas a concentrações de 0,3, 1,0, 1,7, e 2,4 g L⁻¹ mg dm⁻³ Zn. Fonte: Lima, B. M. (2021).

Atualmente, dois estudos estão em andamento no PPG-IAC com as orientações de mestrado de Carolina Rodrigues e Larissa G. Silva oriundos do projeto "Biofortificação agrônômica de alface com zinco e bactérias benéficas" (FAPESP nº 2018/21414-1), que tem o objetivo de avaliar doses crescentes de zinco (0, 10, 20 e 30 mg dm⁻³), na

presença das bactérias IAC/RBcr4 (*Pseudomonas putida*), IAC/BECa-088 (*Burkholderia caribensis*) e ausência das mesmas, para a alface líder de mercado Vanda (crespa) e Laurel (americana), em duas épocas de cultivo, primavera-verão com altas temperaturas, e outono-inverno, com temperaturas mais amenas (Figura 3).



Figura 3. Vista do experimento de biofortificação agrônômica de alface (Vanda e Laurel) com doses de 0 e 30 mg Zn dm⁻³ e bactérias *Pseudomonas* e *Burkholderia*, em 30/04 e 23/05/2021. Foto: Purquerio, L. F. V. (2021).

O projeto está em andamento, mas apresenta resultados preliminares bastante promissores sobre o efeito das bactérias na promoção de crescimento

das mudas (Figura 4), plantas adultas e do aumento dos teores de zinco no tecido vegetal da planta.

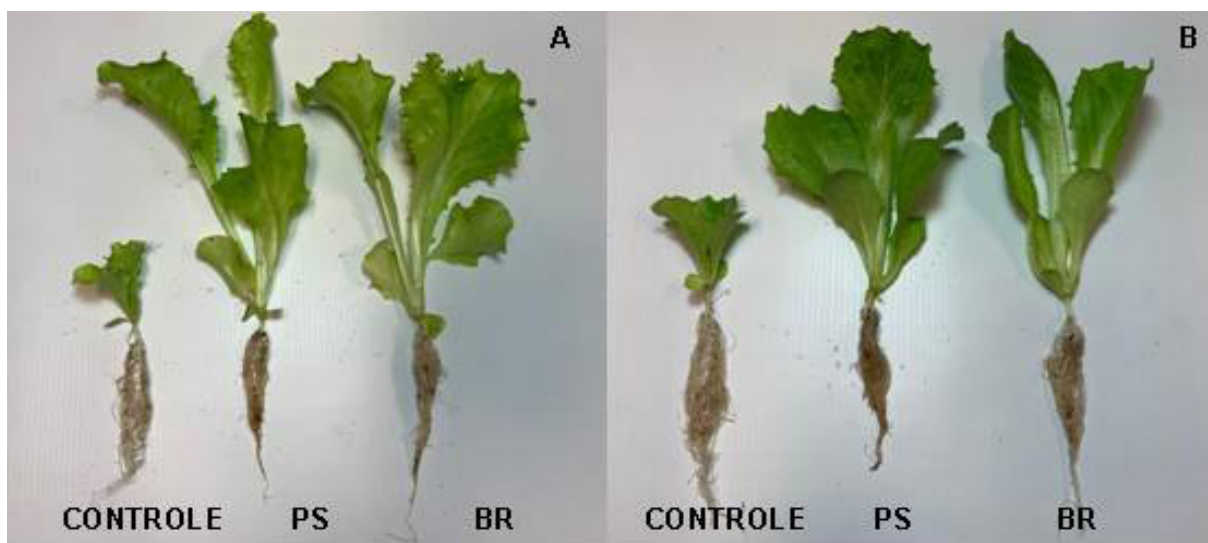


Figura 4. Efeito das bactérias IAC/RBcr4 (*Pseudomonas putida*) (PS) e IAC/BECa-088 (*Burkholderia caribensis*) (BR) sobre o porte das mudas de alface Vanda (A) e Laurel (B) no momento do transplante do experimento de biofortificação agrônômica de alface. Foto: Purquerio, L. F. V. (2021).

Observando-se os resultados obtidos até o momento, pode-se concluir que a biofortificação de alface com Zn é possível, no entanto, mais estudos nesta linha de pesquisa devem ser realizados em cultivo convencional e em hidroponia para validação dos resultados em produtores e o estabelecimento de recomendações de doses de Zn para biofortificação agrônômica em escala comercial.

Ressalta-se a necessidade de estudos específicos de biodisponibilidade, que do ponto de vista nutricional, considera a quantidade do nutriente ingerido que está disponível para uso em funções fisiológicas do organismo, ou que será estocado para usos futuros, e avalia a eficiência nutricional, independentemente do tipo do alimento a ser considerado (funcional ou não) (FERNÁNDEZ-GARCIA et al., 2009; COZZOLINO, 2012).

A alface, devido a sua grande inserção na dieta do brasileiro, pode ser um alimento estratégico na complementação alimentar sendo que, além do zinco, outros nutrientes podem ser acrescentados à sua composição. No exterior, existem estudos para biofortificação agrônômica da mesma com iodo, selênio e lítio (Голубкина et al., 2015; Krzepiřko et al., 2016; LEIJA-MARTÍNEZ et al., 2018; FARIA, 2018; SULARZ et al., 2020).

Os resultados obtidos por meio de pesquisas científicas como esta são essenciais para a sociedade, pois além de possibilitar a produção de alimentos mais nutritivos, servem como embasamento para políticas públicas futuras que incentivem nossos agricultores a produzirem alimentos biofortificados.

2.2. Microverdes

A técnica de produção de microverdes foi introduzida inicialmente para atender a necessidade de chefes de cozinha nos Estados Unidos, Califórnia, em meados da década de 80 por empresa local (BLISS, 2014). Apareceu inicialmente nos cardápios de chefes da cidade de San Francisco e após a segunda metade da década de 90 se espalhou para todo o sul da região (DI GIOIA, et al., 2017).

Microverdes, brotos e *baby leaf* são hortaliças colhidas e consumidas em estágio prematuro, porém com suas peculiaridades. Brotos possuem ciclo de crescimento de 4-10 dias e são colhidos antes do completo desenvolvimento dos cotilédones. Já os microverdes, com ciclo de 7-28 dias, são colhidos entre o completo desenvolvimento dos cotilédones e o surgimento da primeira folha verdadeira (Figura 5) e, em média, possuem a altura de 2,5-7,6 cm. *Baby leaf* tem ciclo de 20-40 dias, são

colhidas no estágio de oito folhas verdadeiras com o completo ou parcial desenvolvimento da primeira folha verdadeira (TREADWELL et al., 2010; PURQUERIO et al., 2016; DI GIOIA e SANTAMARIA, 2015; BHATT e SHARMA, 2018; Purquerio et al., 2018).

Apesar de os microverdes compartilharem características com

os brotos, existem distinções entre eles no processo de produção. Brotos são produzidos em ambiente de elevadíssima umidade e ausência de luz, já os microverdes são produzidos na presença de luz e não se consome a raiz, apenas a parte aérea e, por consequência, contém maiores teores de nutrientes (TREADWELL et al., 2010; XIAO et al., 2014; RIGGIO et al., 2018).

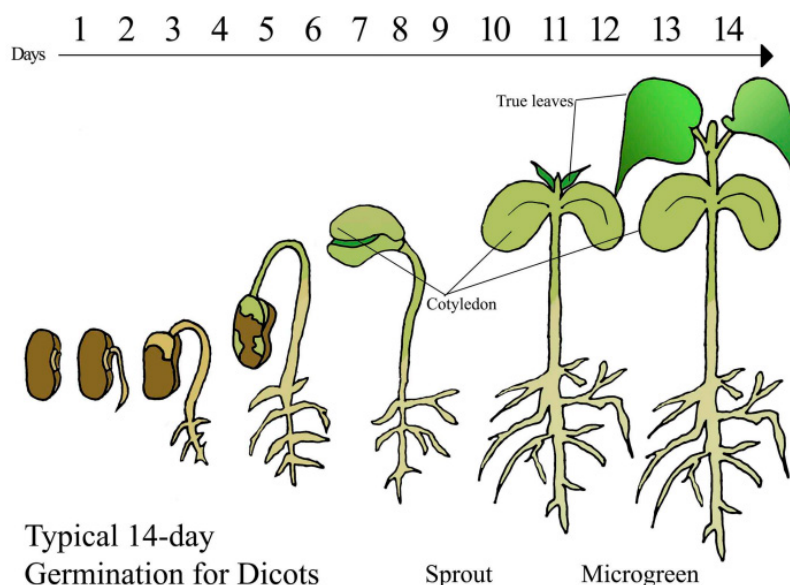


Figura 5. Ciclo de crescimento e diferença dos microverdes (*microgreen*) em comparação com brotos (*sprouts*), de acordo com a idade, em dias, até colheita. Fonte: Riggio et al. (2018).

Nos últimos anos, os microverdes ganharam popularidade como tendência culinária, utilizado em países desenvolvidos como decoração comestível para embelezar grande variedade de pratos e novo ingrediente para saladas, sopas, lanches e sucos

(FRANKS e RICHARDSON, 2009; HEDGES e LISTER, 2009; XIAO et al., 2012; KOU et al., 2013; PINTO et al., 2015). Também são conhecidos internacionalmente por *vegetable confetti* (TREADWELL et al., 2010) ou *microherbs* no caso de espécies aromáticas (DI GIOIA, et al., 2015).

As espécies utilizadas para produção dos microverdes pertencem às famílias botânicas Brassicaceae, Asteraceae, Apiaceae, Amarantácea, Cucurbitáceas, Fabaceae, bem como oleaginosas como girassol, além de espécies aromáticas como alho poró, manjeriço, cebolinha e coentro (DI GIOIA, et al., 2015).

A família das Brassicaceae é popular para o cultivo de microverdes (Figura 6), pois tem germinação rápida, ciclo de crescimento curto, varia entre espécies tanto em coloração como sabor e possui elevadas concentrações de compostos antioxidantes, vitaminas e minerais benéficos à saúde humana (XIAO et al., 2012).



Figura 6. Microverdes de rabanete (A) e repolho roxo (B) produzidos no Centro de Pesquisa de Horticultura (IAC). Foto: Purquerio, L. F. V. (2020).

As possibilidades de combinações são diversas, tanto dentro da mesma espécie como de misturas entre espécies que sejam compatíveis. Em um estudo que avaliou aspectos nutricionais, sensoriais e de segurança alimentar, Xiao (2016) trabalhou com 30 espécies, o que demonstra quão amplas são as possibilidades de cultivo.

A adequação da densidade de semeadura é de suma importância para obtenção de produtividades

satisfatórias dos microverdes e garantia do melhor aproveitamento das sementes, que representam parte significativa do custo da produção. Portanto, deve ser ajustada de modo que se alcance a maior conversão de massa de semente em massa fresca de produto (MSMF), relação denominada de *growth ratio*, juntamente com o aumento da produtividade (NOLAN, 2018).

Cultivando rúcula folha larga (Sakata), Wieth (2018) obteve, com densidade de semeadura 100 g m^{-2} , produtividade de 1.470 g m^{-2} (8 dias após a semeadura - DAS), com a MSMF de 14,7, o que significa dizer que 1 kg de sementes, quando cultivadas para obtenção de microverdes, se tornam 14,7 kg de produto fresco (MF). Nolan (2018), para cultivares de rabanete em *blend*, obteve 1.153 g m^{-2} (13 DAS) com a utilização de 102 g m^{-2} na semeadura, o que corresponde a 11,2 MSMF. Bulgari et al. (2017), com densidade de 45 g m^{-2} para rúcula semelhante a utilizada por Nolan (2018) de 43 g m^{-2} , obteve 1.600 g m^{-2} . Essa produtividade foi maior que a média obtida por Nolan (2018) de 491 g m^{-2} e inferior a 2.197 g m^{-2} verificada por Johnny's (2017).

Em relação à densidade de semeadura, Johnny's (2017) utilizou praticamente o dobro da densidade (195 g m^{-2}) utilizada por Nolan (2018) para o rabanete (*radishblend*) ($102,5 \text{ g m}^{-2}$). Pesquisas da BrightAgrotech (STOREY, 2017) recomendam densidades de semeadura ainda maiores, 220 g m^{-2} e 439 g m^{-2} para rúcula e rabanete, respectivamente. No entanto, para o cultivo nestas

densidades utilizou-se *hydroponic seedling cart*, estruturas verticais com prateleiras e temperatura, umidade e suplementação de luz controladas, permitindo elevadas densidades, sem que houvesse problemas acentuados com fitopatógenos.

Em estudo no Laboratório de Cultivo Indoor do Centro de Pesquisa de Horticultura (IAC), para o rabanete cultivar Zapp foram obtidas produtividades que variaram de 3.500 g m^{-2} a 5.500 g m^{-2} com densidade de semeadura de 200 g m^{-2} a 400 g m^{-2} . Encontrou-se incremento de 63% de produtividade apenas com a elevação da densidade de semeadura, e conversões de 17,5 a 13,7, respectivamente, aos 10 DAS (dados não publicados).

A densidade de semeadura é variável para microverdes dependendo da espécie e do ambiente de cultivo (Tabela 1) e ainda precisa ser melhor estudada, pois elevadas densidades demandam mais sementes e, conseqüentemente, maior custo, podendo se tornar inviável economicamente a partir de certo ponto. No Brasil não existem trabalhos que norteiem quais densidades utilizar para uma grande gama de espécies e sistemas produtivos de microverdes.

Tabela 1. Densidades de semeadura utilizadas por diferentes autores para produção de microverdes de distintas espécies

Espécie/ Fonte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Média
----- g m ⁻² -----										
Ervilha	-	-	2.750	-	1.388	-	-	-	-	2.069
Girassol	-	-	-	375	555	-	-	-	-	465
Manjericão	-	50	220	-	-	41	50	-	-	90
Rabanete	439	-	-	313	-	103	195	-	-	262
Repolho roxo	-	-	227	-	55	-	84	310	-	169
Rúcula	220	45	154	-	33,4	43	80	-	100	96,4

Fonte: ¹Bright Agrotech (2018); ²Bulgari, et al. (2017); ³Crop King (2018); ⁴Ghoora (2018); ⁵Kumar apud Greenharvest (2018); ⁶Nolan (2018); ⁷Johnny's (2017); ⁸Weber (2016); ⁹Wieth (2018).

A conscientização da sociedade é crescente sobre a necessidade da alimentação saudável, aumentando a procura dos consumidores por produtos que se adéquem e ofereçam tais características. Soma-se a possibilidade de agregação de valor dos microverdes, seu ciclo de produção curto, e seus diferenciais estéticos e sensoriais que têm atraído interessados tanto em produzi-los como consumi-los. No entanto, o que poucos consumidores sabem é que tais produtos vegetais (plântula) concentram maiores teores de fitonutrientes e compostos bioativos quando comparados a hortaliças plenamente desenvolvidas (LESTER, et al., 2010; OH, et al., 2010; XIAO et al., 2012).

Microverdes de repolho-roxo tem 40 vezes mais vitamina E, 6 vezes mais

vitamina C, 260 vezes mais β -caroteno, 28,6 vezes maior concentração de luteína/zeaxantina do que as folhas na sua fase adulta (XIAO et al., 2012). Já as de brócolis apresentam 50 vezes mais sulfurofano, composto relacionado à prevenção de câncer (XIAO et al., 2014), e de coentro possuem 3 vezes mais β -caroteno, 11,2 vezes maior concentração de luteína/zeaxantina e 5 vezes mais violaxantina, que sua contraparte adulta (XIAO et al., 2012).

A tabela 2 demonstra que para um adulto suprir a necessidade diária de vitaminas C, E e K essenciais à manutenção da saúde humana, não se faz necessário o consumo de grandes porções de vegetais quando se trata de microverdes, pois com apenas 25 g de coentro a necessidade de vitamina E é suprida, com 23 g de microverdes

de ervilha supre-se a necessidade de vitamina K e 41g de repolho roxo a necessidade diária de vitamina C. Ressalta-se também o aspecto positivo que torna possível a ingestão de tais

alimentos por amplo contingente da sociedade, incluindo idosos e crianças, devido a fácil ingestão e pouca ou nenhuma necessidade de preparo.

Tabela 2. Vitaminas C, E e K para diferentes espécies de microverdes e a porção capaz de suprir a necessidade de ingestão diária

Nome	Espécie	Vitamina ¹			Consumo para suprir a necessidade diária		
		mg 100 g ⁻¹			g		
		C	E	K	C	E	K
Beterraba	<i>Beta vulgaris L.</i>	46,4	34,5	2	129	38	35
Coentro	<i>Coriandrum sativum L.</i>	40,6	53	2,5	148	25	28
Ervilha	<i>Pisum sativum L.</i>	50,5	35	3,1	119	37	23
Repolho roxo	<i>Brassica oleracea L. var. capitata</i>	147	24,1	2,8	41	54	25
Rúcula	<i>Eruca sativa Mill.</i>	45,8	19,1	1,6	131	68	44

¹ Valores médios obtidos por Xiao et al. (2012) para vitaminas C, E e K. Referência de ingestão diária segundo EFSA para adultos é 60 mg de vitamina C, 13 mg de vitamina E e 70 µg de vitamina K.

O termo nutracêutico define ampla variedade de alimentos e componentes alimentícios com apelo médico e de saúde. Sua ação varia do suprimento de minerais e vitaminas essenciais à proteção contra várias doenças (HUNGENHOLTZ e SMID, 2002), regulação de funções corporais, de forma a auxiliar na proteção contra diversos danos ao organismo (SOUZA, et al., 2003).

Pesquisadores encontraram maiores quantidades de ácido

ascórbico, β-caroteno, α-tocoferol, filoquinona e minerais (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se e Mo), e menor teor de nitrato em relação às folhas de plantas maduras nos microverdes (PINTO et al., 2015; XIAO et al., 2012). Tratando-se da vitamina C, popularmente se associa a laranja como fonte provedora, considerando-se os teores presentes em sua polpa, no entanto em comparativo com microverdes de repolho roxo, se consumido 100 g do produto fresco ingere-se 147 mg da vitamina, enquanto a ingestão de 100 ml de suco da laranja pêra,

resulta em 73 mg, de laranja lima 41 mg e de limão 38 mg (ASBRAN, 2020). Neste sentido, Treadwell (2010) considera microverdes como alimento funcional ou *super foods*.

Aliado a todos os aspectos até então pontuados esta técnica de cultivo de microverdes, pode ser aplicada com extrema simplicidade até mesmo com níveis baixíssimos de tecnologia para consumo familiar, com relativo êxito. No entanto, quando se busca produção comercial, algumas decisões

necessitam ser acertadas, iniciando-se com a escolha da técnica na qual vai se fazer o cultivo (com ou sem substrato, usando *ebb and flow* ou aeroponia, respectivamente), posteriormente as matérias primas (substratos, solução nutritiva, espécie, cultivar) (RIGGIO et al., 2018) e, então, o ambiente adequado para o cultivo, iluminação natural ou artificial, irrigação manual ou automática, estrutura de cultivo vertical, horizontal, tipo de suporte físico bandejas, calhas, dentre outros.

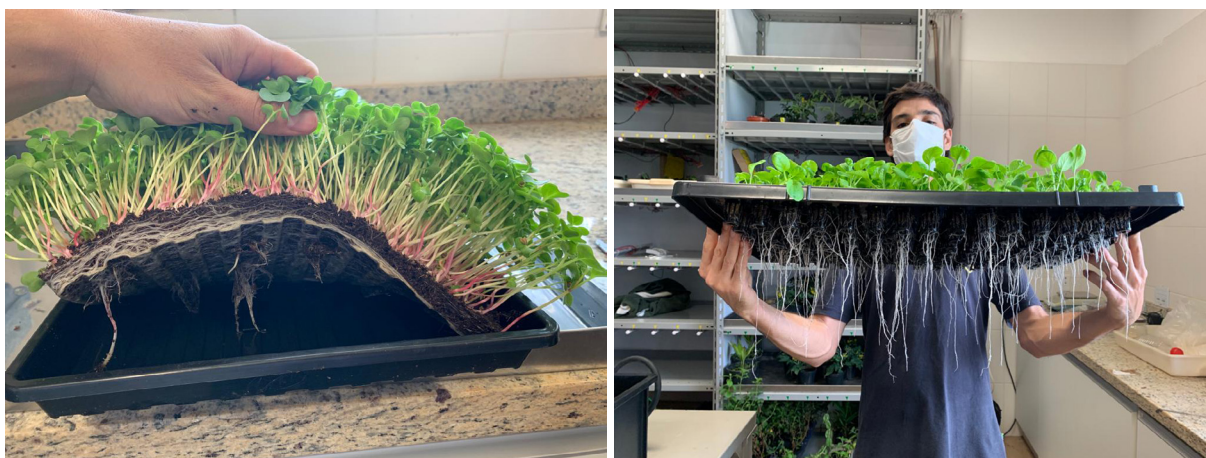


Figura 7. Microverdes de rabanete produzidas com substrato em sistema *ebb and flow* (A) e de couve tatsoi sem substrato (raiz nua) em sistema aeropônico, Laboratório de Cultivo Indoor do Centro de Pesquisa de Horticultura (IAC). Foto: Purquerio, L. F. V. (2021).

As pesquisas com microverdes no IAC estão sendo realizadas para diversos sistemas de produção e finalidades. Como exemplo podemos citar a dissertação de mestrado de Felipe M. de Lima “Tecnologias para

produção de microverdes em cultivo indoor”, em andamento no PPG-IAC com orientação do Dr. Luis Felipe V. Purquerio e coorientação da Dra. Simone da C. Melo (Esalq-USP), que tem o objetivo de avaliar diferentes

intensidades de luz, fluxo de fótons (50, 100, 150, 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) fornecidos por lâmpadas LED e densidades de semeadura para produção de

microverdes de rabanete, repolho roxo e girassol, em ambiente indoor, na vertical. Os experimentos ainda estão em andamento (Figura 8).



Figura 8. Microverdes de rabanete produzidos em diferentes intensidades de luz, fluxo de fótons (50, 100, 150, 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) fornecidos por lâmpadas LED, no Laboratório de Cultivo Indoor do Centro de Pesquisa de Horticultura (IAC). Foto: Purquerio, L. F. V. (2021).

A orientação de iniciação científica (PIBIC/CNPQ) do aluno Renan N. Pires no projeto “Produção de microverdes em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e do substrato de cultivo”, tem por objetivo avaliar a condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva (0,3; 1,0; 2,0 e 3,0 mS cm^{-1}) e da CE de substratos a base de fibra de

coco (0,3; 1,1 e 1,8 mS cm^{-1}) sobre a produção de microverdes de rabanete e repolho. Os experimentos foram finalizados e os dados estão sendo analisados com resultados promissores até a maior EC da solução nutritiva e do substrato (Figura 9).

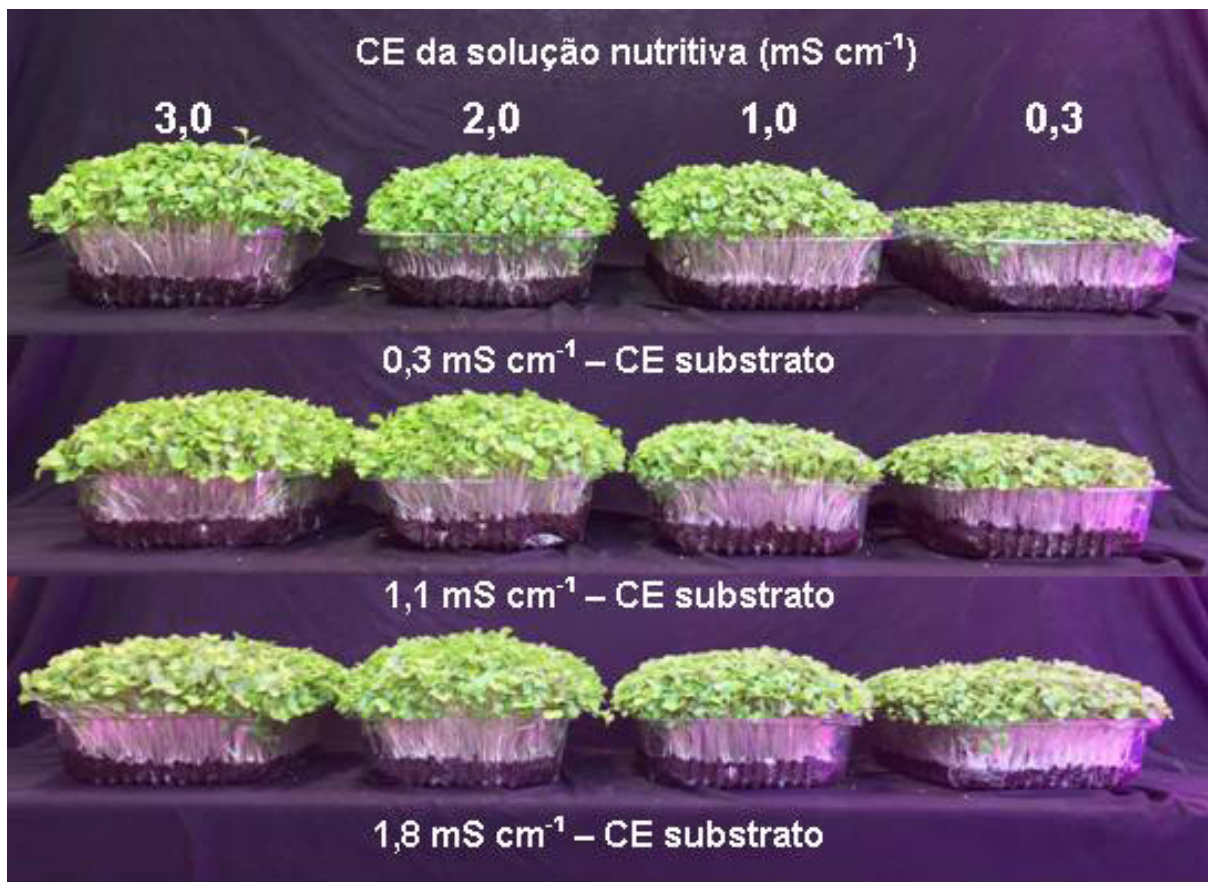


Figura 9. Microverdes de rabanete em função de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (0,3; 1,0; 2,0 e 3,0 mS cm^{-1}) e do substrato (0,3; 1,1 e 1,8 mS cm^{-1}). Foto: Purquerio, L. F. V. (2021).

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa Agrícola do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo apoio (Processos 2008/21414-1 e 2020/08052-3), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ/PIBIC, pela bolsa de Renan N. Pires (Processo 124865/2020-8) e à Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelas bolsas de mestrado de Caroline Rodrigues, Felipe M. de Lima, Larissa G. Silva e de doutorado de Carolina C. de Moraes.

Referências

- ALLOWAY, B. J. **Zinc in soils and crop nutrition.** (2008). Brussels: IZA Publications, International Zinc Association. 135 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO - ASBRAN. **Vitamina C e imunidade:** alimentos garantem doses recomendadas. 2020. Disponível em: <https://www.asbran.org.br/noticias/vitamina-c-e-imunidade-alimentos-garantem-doses-recomendadas>. Acesso em: 25 de maio 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS - ABCSEM. **O Mercado de Folhosas:** Números e tendências. 2016. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/noticias/3328/palestras-2-seminario-nacional-de-folhosas>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- BARRAMEDA-MEDINA, Y.; BLASCO, B.; LENTINI, M.; ESPOSITO, S.; BAENAS, N.; MORENO, D. A.; RUIZ, J. M. Zinc biofortification improves phytochemicals and amino-acidic profile in *Brassica oleracea* cv. Bronco. **Plant Science**, v. 258, p. 45-51, 2017a.
- BARRAMEDA-MEDINA, Y.; LENTINI, M.; ESPOSITO, S.; RUIZA, J. M.; BLASCO, B. Zn-biofortification enhanced nitrogen metabolism and photorespiration process in green leafy vegetable *Lactuca sativa* L. **J. Sci. Food Agric.**, v. 97, p. 1828-1836, 2017b.
- BHATT, P.; SHARMA, S. Microgreens: A Nutrient Rich Crop that can Diversify Food System. **International Journal of Pure & Applied Bioscience (IJPAB)**, v. 6, p.182-186, 2018.
- BLACK, R. Zinc deficiency, infectious disease and mortality in the developing world. **The Journal of Nutrition**, v. 133, p. 1485-1489, 2003.
- BROADLEY, M. R.; LOCHLAINN, S. O.; HAMMOND, J. P.; BOWEN, H.C.; CAKMAK, I.; EKER, S.; ERDEM, H.; KING, G. J.; WHITE, P. J. Shoot zinc (Zn) concentration varies widely within *Brassica oleracea* L. and is affected by soil Zn and phosphorus (P) levels. **J. Hort. Sci. Biotechnol.**, v. 85, p. 375-380, 2010.
- BRIGHT AGROTECH. University upstartfarmers: Microgreens Quick Guide. 2018. Disponível em: < <https://university.upstartfarmers.com/product/microgreens-quick-guide> >. Acesso em: 15 maio 2019.
- BROADLEY, M. R.; WHITE, P. J.; HAMMOND, J. P.; ZELKO, I.; LUX, A. Zinc in plants. **New Phytologist.**, v. 173, p. 677-702, 2007.
- BULGARI, R.; BALDI, A.; FERRANTE, A.; LENZI, A. Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 45, p. 119-129, 2017.

CAKMAK, I. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? **Plant and Soil**, v. 302, p. 1-17, 2008.

CAKMAK, I.; KUTMAN, U.B. Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. **European Journal of Soil Science**, v. 69, p. 172-180, 2018.

CAKMAK, I.; KALAYCI, M., KAYA, Y.; TORUN, A. A.; AYDIN, N.; WANG, Y.; ARISOY, Z.; ERDEM, H.; YAZICI, A.; GOKMEN, O.; OZTURK, L.; HORST, W. J. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. **J. Agric. Food Chem.**, v. 58, p. 9092-9102, 2010.

CLEMENS, S. How metal hyperaccumulating plants can advance Zn biofortification. **Plant Soil**, v. 411, p. 111-120, 2017.

COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. São Paulo. Manole, 2012. 1334 p.

CROP KING. **Microgreens Seeding Chart**. 2018. Disponível em: <https://www.cropking.com/blog/microgreens>. Acesso em: 20 dez. 2019.

DI GIOIA, F.; MININNI, C.; SANTAMARIA, P. How to grow microgreens. **Microgreens**, p. 51-79, 2015.

DI GIOIA, F.; RENNA, M.; SANTAMARIA, P. Sprouts, Microgreens and "Baby Leaf" Vegetables. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. **Food Engineering Series**, p. 403-432, 2017.

FARIA, A. J. G. DE. **Biofortificação com lítio em plantas de alface via adubação foliar**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2018.

FERNÁNDEZ-GARCIA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. **Nutr. Res.**, v. 29, p. 751-760, 2009.

FRANKS, E.; RICHARDSON, J. **Microgreens: A guide to growing nutrient packed greens**. Layton: Gibbs Smith, 2009. 197 p.

GHOORA, M. D.; SRIVIDYA, N. Micro-farming of greens: A viable enterprise for enhancing economic, food and nutritional security of farmers. **International Journal of Nutrition and Agriculture Research**, v. 5, p. 10-16, 2018.

HAGHIGHI, M.; SILVA, J. A. T. Application of biosolids to soil affects Cu and Zn accumulation and antioxidant activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Plant Nutrition**, v. 39, p. 252-260, 2016.

HEDGES L. J.; LISTER C. E. Nutritional attributes of some exotic and lesser known vegetables. **Plant and Food Research Confidential Report**, p. 6-47, 2009.

HENDERSON, L.; IRVING, K.; GREGORY, J.; BATES, C. J.; PRENTICE, A.; PERKS, J.;

SWAN, G.; FARRON, M. **The National Diet and Nutrition Survey: Adults Aged 19-64 Years**. v. 3: Vitamin and Mineral Intake and Urinary Analytes. Her Majesty's Stationery Office (HMSO), London, 2003.

HUNGENHOLTZ, J.; SMID, E.J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 13, p. 497-507, 2002.

JOHNNY'S SELECTED SEEDS. **Johnny's 2017 microgreens yield data trial**. 2017. Disponível em: <http://www.johnnyseeds.com/growers-library/micro-greens-yield-data-trial-summarydiscussion.html?q=microgreen>.

KIEKENS, L. Zinc. In: ALLOWAY, B. J. (Ed.). **Heavy Metals in Soils**, p. 284-303, 1995.

KOU, L.; LUO, Y.; YANG, T.; XIAO, Z.; TURNER, E. R.; LESTER, G. E.; WANG, Q.; CAMP, M. J. Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. **Food Science and Technology**, v. 51, p. 3-78, 2013.

KRZEPIŁKO, A., ZYCH-WĘŻYK, I., MOLAS, J., SKWARYŁO-BEDNARZ, B., ŚWIĘCIŁO, A., SKOWROŃSKA, M. The effect of iodine biofortification on selected biological quality parameters of lettuce and radish seedlings. **Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus**, v. 15, p. 3-16, 2016.

KUMAR, S.; JASMIN, L.; SARAVAIYA, S.N. **Microgreens: A New Beginning towards Nutrition and Livelihood in Urban-Peri-Urban and Rural Continuum**. Navsari Agricultural University, p. 246-261, 2018.

LEIJA-MARTÍNEZ, P.; BENAVIDES-MENDOZA, A.; FUENTE, M. C. LA.; ROBLEDO-OLIVO, A.; ORTEGA-ORTÍZ, H.; SANDOVAL-RANGEL, A.; GONZÁLEZ-MORALES, S. Lettuce Biofortification with Selenium in Chitosan-Polyacrylic Acid Complexes. **Agronomy**, v. 8, p. 1-9, 2018.

LESTER, G. E.; HALLMAN, G. J.; PÉREZ, J. A. γ -Irradiation dose: Effects on baby-leaf spinach ascorbic acid, carotenoids, folate, α -tocopherol, and phyloquinone concentrations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 4901-4906, 2010.

LIMA, B. M. **Biofortificação agrônômica de alface com zinco em cultivo hidropônico**. 2021. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2021.

MORAES, C. C. **Biofortificação agrônômica de alface com zinco**. 2020. 78 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2020.

NOLAN, D. A. Effects of Seed Density and Other Factors on the Yield of

Microgreens Grown Hydroponically on Burlap. **Plant Science and Pest Management**. 2018. 39 p.

OH, M. M.; CAREY, E. E.; RAJASHEKAR, C. B. Regulated water deficits improve phytochemical concentration in lettuce. **J. Am. Soc. Hortic. Sci**, v. 135, p. 223-229, 2010.

PADASH, A.; SHAHABIVAND, S.; BEHTASH, F.; AGHAEI, A. A practicable method for zinc enrichment in lettuce leaves by the endophyte fungus *Piriformospora indica* under increasing zinc supply. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 367-372, 2016.

PESQUISAS DE ORÇAMENTOS FAMILIARES – POF. **Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. 2008-2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>. 2008. Acesso em: 10 jul. 2019.

PINTO, E.; ALMEIDA, A. A.; AGUIAR, A. A.; FERREIRA, I. M. Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. **Journal of Food Composition and Analysis**, p. 38-43, 2015.

PINTO, E., FERREIRA, I. Cation transporters/channels in plants: tools for nutrient biofortification, **Journal of Plant Physiology**, v. 179, p. 64-82, 2015.

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**. 1 ed. Brasília/DF: Embrapa, v. 1, p. 221-253, 2016.

PURQUERIO, L. F. V.; MORAES, C. C.; FACTOR, T. L.; CALORI, A. H. Bioeconomia: Promoção da horticultura urbana do século XXI. In: Blain, G. C.; Cia, P. (Eds.). **O Agrônomo**, v. 70, p. 6-19, 2018.

RIGGIO, G. M.; WANG, Q; KNIEL, K. E.; GIBSON, K. E. Microgreens - A review of food safety considerations along the farm to fork continuum. **International Journal of Food Microbiology**, v. 290, p. 76-85, 2018.

RUGELES-REYES, S. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; AGUILAR, M. A. L.; SILVA, P. H. S. Foliar application of zinc in the agronomic biofortification of arugula. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 1011-1017, 2019.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacecultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, p. 127-135, 2003.

STOREY, A. 6 ways to grow better microgreens. **Crops & Growing Science**, Upstart University, Bright Agrotech, Plenty, 2017.

SULARZ, O.; SMOLEŃ, S.; KORONOWICZ, A.; KOWALSKA, I.; LESZCZYŃSKA, T. Chemical Composition of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Biofortified with Iodine by KIO₃, 5-Iodo-, and 3,5-Diiodosalicylic Acid in a Hydroponic Cultivation. **Agronomy**, v. 10, p. 1022, 2020.

TREADWELL, D. D.; HOCHMUTH, R.; LANDRUM, L.; LAUGHLIN, W. **Microgreens**: A New Specialty Crop. University of Florida, IFAS extension, p. 1-3, 2010.

WEBER, F. C. Nutrient Content of Cabbage and Lettuce Microgreens Grown on Vermicompost and Hydroponic Growing Pads. **Journal of Horticulture**, Idaho State University. v. 3, p. 5, 2016.

WHITE, P. J.; BROWN, P. H. Plant nutrition for sustainable development and global health. **Ann. Bot.**, v. 105, p. 1073-1080, 2010.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Physiological limits to zinc biofortification of edible crops. **Frontiers in Plant Science**, v. 2, p. 1-11, 2011.

WHITE, P. J.; PONGRAC, P.; SNEDDON, C. C.; THOMPSON, J. A.; WRIGHT, G. Limits to the biofortification of leafy Brassicas with zinc. **Agriculture**, v. 32, p. 2-14, 2018.

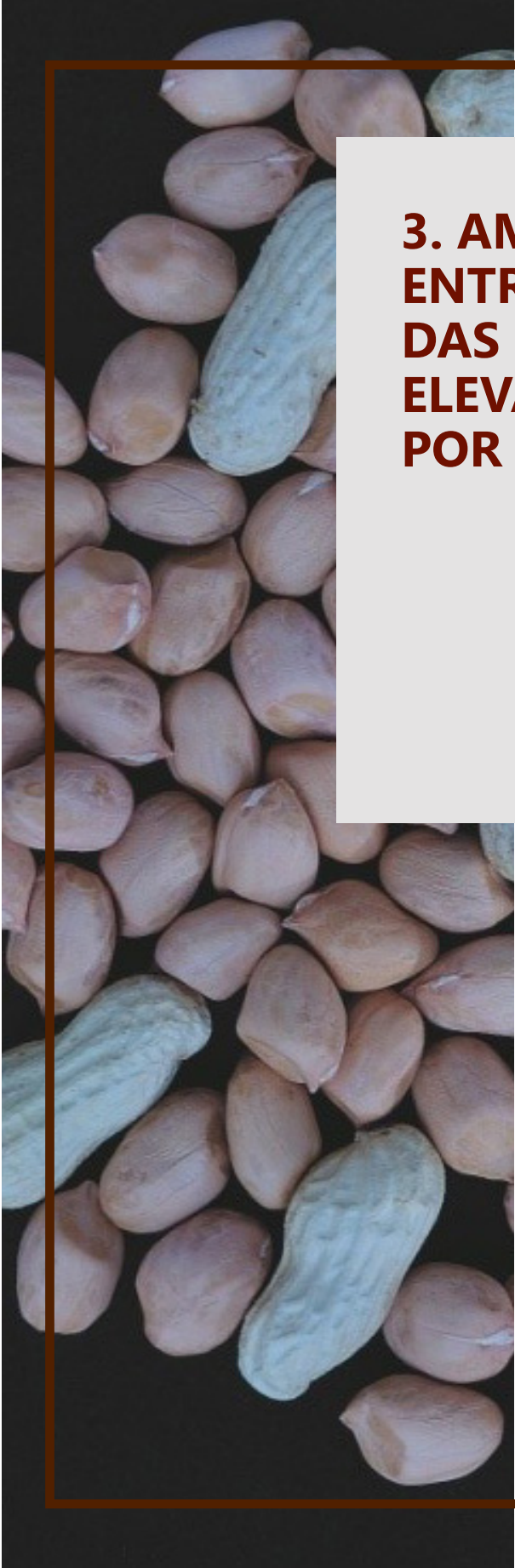
WIETH, A. R., PINHEIRO, W. D., DUARTE, T. S., SILVA, M. A. S., PEIL, R. M. N. Produção de microgreens em diferentes substratos e concentrações de solução nutritiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis, **Anais [...] UFSC**, 2018. p. 109-112.

XIAO, Z.; LESTER, G. E.; LUO, Y.; WANG, Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens. **J. Agric. Food. Chem.**, v. 60, p. 7644-7651, 2012.

XIAO, Z.; LESTER, G. E.; LUO, Y.; WANG, Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, p. 7644-7651, 2014.

XIAO, Z. Microgreens of Brassicaceae: Mineral composition and content of 30 varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 87-93, 2016.

ГОЛУБКИНА, Н.; А.; КЕКИНА, Е. Г.; НАДЕЖКИН, С. М. Prospects of agricultural plants biofortification with iodine and selenium (review). *Микроэлементы в медицине*, v. 16, p. 12-19, 2015.



3. AMENDOIM: RELAÇÃO ENTRE A SAUDABILIDADE DAS CULTIVARES E A ELEVADA DEMANDA POR ESSA TECNOLOGIA

Ignácio José de Godoy¹

Laís Loss²

Cássia Limonta de Carvalho³

Andrea Rocha Almeida de Moraes¹

João Francisco dos Santos¹

Marcos Doniseti Michelotto⁴

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Grãos e Fibras, Campinas (SP). ignacio.godoy@sp.gov.br
andrea.moraes@sp.gov.br
jfsantos@iac.sp.gov.br

² Clínica Laís Loss - Nutrição Inteligente, Dumont (SP). laisslossnutricionista@hotmail.com

³ IAC - Centro de Pesquisa de Recursos Genéticos Vegetais/Laboratório de Fitoquímica, Campinas (SP).
cassia.carvalho@sp.gov.br

⁴ APTA Regional - Polo Regional do Centro Norte, Pindorama (SP).
marcos.michelotto@sp.gov.br

3.1. Qualidades nutricionais do amendoim

Os dois principais usos do amendoim são o óleo, em culinária, e o produto em si, como alimento, principalmente no ramo de confeitaria e produtos bioenergéticos, como a pasta ou manteiga de amendoim muito conhecida mundialmente como alimento ricamente proteico e saboroso. Comercialmente, a planta se insere entre as oleaginosas, pela sua alta produção de óleo, mundialmente usado em culinária. Mas não é só isso. Ele é também uma leguminosa de alto valor nutritivo com um perfil vitamínico nutricionalmente atraente e uma grande quantidade de proteínas vegetais (25% a 30% de sua composição).

O aporte de proteína do amendoim o classifica como autosuficiente no fornecimento de aminoácidos essenciais quando comparado ao padrão de referência da Food and Agriculture Organization - FAO, fornecendo leucina, isoleucina, fenilalanina, valina e histidina. O grão também é muito valorizado por sua fração lipídica, de 36% a 56% (geralmente entre 45% e 50% nas cultivares mais difundidas), constituída por 95% de triacilgliceróis, com mais de 80% de ácidos graxos insaturados.

Além de lipídeos e proteínas, o amendoim também se destaca pelo conteúdo de vitaminas e minerais, sendo considerado um dos alimentos de origem vegetal mais completos, porém com a vantagem

do custo inferior quando comparado a outros alimentos. Resumindo a sua composição, 100 g de amendoim cru contém por volta de 567 kcal, 26 g de proteína, 49 g de lipídeos, 16 g de carboidratos e 8 g de fibras; dentre os minerais, 92 mg de cálcio, 4,6 g de ferro, 376 mg de fósforo, 705 mg de potássio, 168 mg de magnésio, 3 mg de zinco; dentre as vitaminas, 0,64 mg de tiamina, 0,135 mg de riboflavina, 12 mg de niacina, 0,348 mg de vitamina B6, 0,24 mg de folato (vitamina B9) e 8,33 mg de vitamina E (alfa-tocoferol). A vitamina E é um antioxidante clássico e contribui para a redução do risco de desenvolvimento do mal de Alzheimer.

Além do aspecto nutritivo, dado pelo seu conteúdo e qualidade em proteínas e lipídeos, o amendoim apresenta em sua composição os chamados fitoquímicos, que incluem os compostos fenólicos por exemplo, e é uma boa fonte de coenzima Q10 e arginina. Esses compostos exibem propriedades biológicas, como atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, as quais estão inversamente associadas a doenças cardiovasculares e proteção contra o câncer como, por exemplo, a presença de resveratrol, uma molécula mais conhecida pela sua presença no vinho tinto. O amendoim também contém resveratrol. Este é um poderoso antioxidante, que bloqueia a reação bioquímica que faz o colesterol se acumular na forma de placas, prevenindo o enrijecimento das artérias (aterosclerose) e, conseqüentemente, reduzindo o risco de infarto.

O amendoim também é rico em ácido fólico (vitamina B9). Esta vitamina tem importantes funções no organismo humano. Atua na formação do DNA, no conteúdo genético das células. Age no cérebro, como um cofator na produção de serotonina (neurotransmissor responsável pelo bom humor). A presença dessa vitamina no organismo também reduz a produção da homocisteína, enzima responsável por causar, com o tempo, problemas cardíacos e cerebrais.

Amendoins também podem ser considerados Low FODMAP, ou seja, possuem quantidades muito pequenas de hidratos de carbono de cadeia curta, e por isso dificilmente fermentam e causam desconfortos gastrointestinais. Ainda, são ricos em compostos Prébioticos e Polifenóis, que trazem benefícios à microbiota intestinal. Estudos mostram que o amendoim e outras oleaginosas podem agir como moduladores da microbiota, estimulando o crescimento de bactérias “boas” para o intestino.

Enfim, o amendoim é um alimento de alta densidade energética, rico em nutrientes e compostos bioativos essenciais à manutenção da saúde. Mas, o seu consumo e recomendações de ingestão devem ser avaliados de acordo com o objetivo nutricional, o impacto na qualidade da dieta e no peso corpóreo de um indivíduo, para que seus benefícios nutricionais sejam obtidos em bases sólidas e científicas.

Do ponto de vista do melhoramento genético e criação de cultivares, muitas dessas qualidades acima ainda necessitam de aprofundamento das pesquisas. Entretanto, na fração lipídica, alguns avanços significativos foram alcançados.

3.2. Óleo de amendoim - importante diferencial entre cultivares

A fração óleo é a que predomina nos grãos de amendoim, podendo exceder 50% do seu conteúdo. O maior teor de óleo de algumas cultivares pode determinar o seu maior valor de mercado para este segmento industrial. O óleo de amendoim é mundialmente usado em culinária, principalmente em países asiáticos, como a China, Índia e Indonésia. No Brasil, esse mercado está crescendo por conta das exportações.

Na indústria de doces e confeitos, os amendoins de teores de óleo mais altos ou mais baixos não interferem nas qualidades sensoriais do produto industrializado (sabor, aroma). A textura (crocância) pode variar entre amendoins, mas esse atributo é também influenciado por outros fatores na confecção dos produtos. No caso da pasta de amendoim, cujo mercado está em franco crescimento no Brasil, consegue-se melhor textura com cultivares mais ricas em óleo.

Para verificar a variabilidade existente entre cultivares em uso no

Brasil quanto ao teor de óleo e o perfil de ácidos graxos, avaliou-se um grupo de doze cultivares do programa de melhoramento do Instituto Agrônomo (IAC), representativos de diferentes grupos vegetativos e comerciais. Dada a sua variabilidade, esses componentes físico-químicos (óleo e ácidos graxos) são importantes para a caracterização dos grãos nos diversos genótipos de amendoim, e podem também auxiliar na escolha das cultivares em função dessas características. As principais características do material estudado são as seguintes: IAC OL 3, IAC OL 4,

IAC 503 e IAC 505: porte rasteiro, ciclo longo, tipo morfológico Runner; Runner IAC 886, IAC Caiapó, IAC 127 e IAC 147: porte rasteiro, ciclo longo, tipo Runner; IAC 213: porte rasteiro, ciclo meio longo, vagens/grãos tipo Spanish; IAC 8112: porte ereto, ciclo curto, tipo Spanish; Tatu ST: porte ereto, ciclo curto, tipo Valência; IAC 22: porte ereto, ciclo curto, tipo intermediário (Valência/Spanish).

Neste trabalho, o óleo foi obtido por extração química, e o teor nas diversas amostras foi estimado dividindo-se pela massa total do grão (Figura 1).

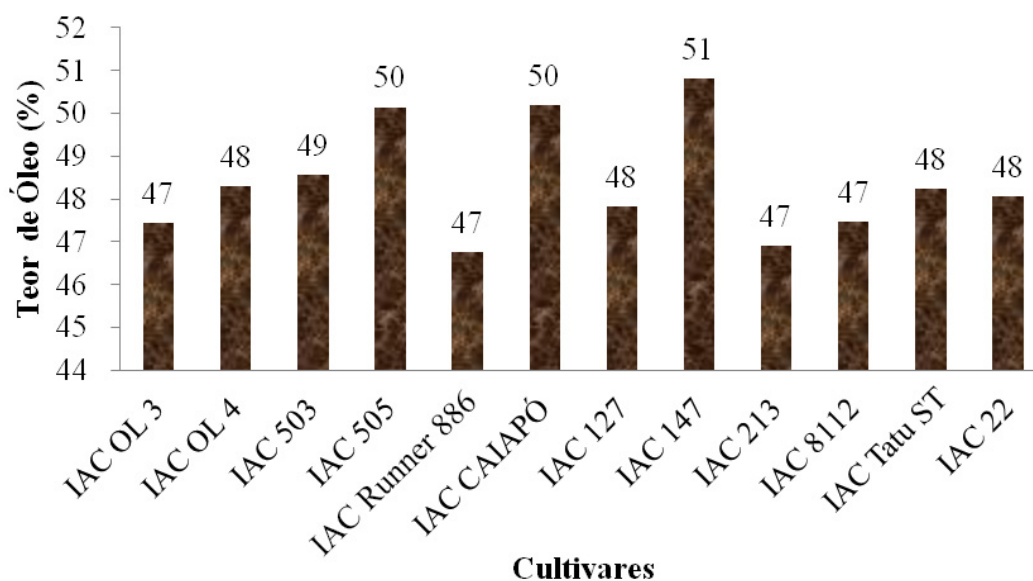


Figura 1. Teores de óleo em grãos de cultivares de amendoim.

Entre as doze cultivares analisadas, os valores de teor de óleo variaram de 47% a 51%, ou seja, uma amplitude de 4%, que pode ser considerada significativa dependendo da finalidade comercial do produto. Tanto neste trabalho como em outros pesquisados,

não há uma correlação entre o teor de óleo e o grupo morfológico ou comercial em que é classificada a cultivar. Destacaram-se com os menores teores as cultivares Runner IAC 886 e IAC 213. Seis cultivares ocuparam posições intermediárias,

enquanto que as cultivares IAC 505, IAC Caiapó e IAC 147 apresentaram os maiores teores, ultrapassando 50%. Neste sentido, para possíveis projetos de produção de óleo de amendoim em larga escala, essas três cultivares seriam as mais indicadas, considerando-se que 4% em rendimento de óleo é um ganho industrial significativo.

O óleo é composto de ácidos graxos, que são moléculas com longas cadeias de carbono, e um radical ácido no seu final. Essas

cadeias variam quanto ao número de carbonos e quanto à presença ou ausência de duplas ligações. Neste trabalho, o óleo extraído foi depois submetido a processo de esterificação e, os ésteres passaram por aparelho de cromatografia gasosa para determinação do perfil dos ácidos graxos (Tabela 1). Estes foram os ácidos graxos detectados pela cromatografia: palmítico (16:0), esteárico (18:0), oleico (18:1), linoleico (18:2), araquídico (20:0), eicosenóico (20:1), behênico (22:0) e lignocérico (24:0).

Tabela 1. Teores de ácidos graxos do óleo de 12 cultivares de amendoim IAC

Cultivares	Teores (%) de ácidos graxos (*)							
	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 20:0	C 20:1	C 22:0	C 24:0
IAC OL 3	5,48	1,87	82,49	2,32	1,03	1,82	2,39	1,62
IAC OL 4	5,50	1,89	82,58	2,26	1,04	1,82	2,29	1,56
IAC 503	5,79	1,92	79,29	4,26	1,04	2,08	2,79	1,73
IAC 505	6,04	1,78	81,55	2,35	1,04	1,86	2,80	1,63
IAC Runner 886	9,93	2,02	51,13	28,83	1,11	1,22	2,78	1,53
IAC Caiapó	9,84	2,24	54,62	25,35	1,24	1,19	3,28	1,51
IAC 127	10,18	2,07	50,21	29,63	1,15	1,15	3,01	1,49
IAC 147	9,85	2,26	50,78	28,98	1,26	1,18	3,32	1,51
IAC 213	11,68	2,05	40,85	37,49	1,15	1,02	3,01	1,53
IAC 8112	12,10	3,08	38,73	37,62	1,47	0,82	3,33	1,47
IAC Tatu ST	10,91	3,00	41,64	37,06	1,34	0,92	2,91	1,28
IAC 22	11,12	3,03	41,19	37,07	1,33	0,86	2,88	1,41
CV (%)	1,2	2,2	0,4	1,3	1,6	2,1	1,7	2,1
dmsTukey 5%	0,42	0,20	0,86	1,17	0,07	0,11	0,20	0,12

(*) Ácidos graxos: C 16:0 = palmítico; C 18:0 esteárico; C 18:1 = oleico; C 18:2 = linoleico; C 20:0 = araquídico; C 20:1 = eicosenóico; C 22:0 = behênico; C 24:0 = lignocérico.

Os resultados mostram que as cultivares podem também diferir quanto ao teor de ácidos graxos do óleo. O teor de alguns ácidos graxos tem influência sobre a durabilidade do produto e sobre o seu valor nutricional, como é o caso dos teores dos ácidos oleico e linoleico. O ácido oleico, monoinsaturado, propicia uma maior durabilidade do óleo ou do produto à base de amendoim, ou seja, confere ao óleo maior resistência à rancificação. Por outro lado, ácidos graxos insaturados (os que apresentam uma ou duas duplas ligações na molécula), como o oleico e linoleico são valorizados sob o ponto de vista nutricional.

Durante o metabolismo do óleo ou do produto à base de amendoim (no organismo de quem o ingere, ou mesmo ao longo do tempo de armazenamento) as cadeias de ácidos graxos se quebram (ou oxidam) nos pontos das duplas ligações, dando origem a moléculas menores, de diversos tamanhos, formando outros compostos, que vão alterar as qualidades do óleo, positiva ou negativamente. Nos ácidos saturados (sem duplas ligações) as cadeias não se quebram e permanecem para dar origem a outros compostos indesejáveis (como os triglicérides e colesterol). Assim, o ideal são os ácidos com uma ou duas duplas ligações, especialmente o ácido oleico, com uma dupla ligação.

Em todas as cultivares avaliadas neste trabalho, o ácido oleico aparece

em maior proporção, mas varia significativamente entre os genótipos. As cultivares IAC OL 3, IAC OL 4, IAC 503 e IAC 505 são portadoras da característica "alto oleico" e, nas análises realizadas, apresentaram de 79,29% a 82,58 % deste ácido. Define-se como "alto oleico", o amendoim que apresenta acima de 70% deste ácido em sua composição. Essa é uma característica altamente herdável, e condicionada por dois genes recessivos. Os demais genótipos são considerados "oleicos normais", mas apresentam variações entre eles. As cultivares de padrão típico Runner (IAC Runner 886, IAC Caiapó, IAC 127 e IAC 147) apresentam maiores teores de ácido oleico (50,21% a 54,62 %) do que a cultivar IAC 213 (que tem grãos tipo Spanish) e as cultivares dos grupos Spanish e Valência (IAC 8112, IAC Tatu ST e IAC 22), essas quatro apresentam os menores percentuais do ácido monoinsaturado (38,73% a 41,64%).

O ácido linoleico aparece em proporção ligeiramente menor do que o oleico, nos genótipos "oleicos normais". Nos "alto oleicos", o linoleico é drasticamente reduzido. Há uma correlação estreita e negativa entre esses dois ácidos, porque eles fazem parte da mesma rota metabólica que os origina. O ácido palmítico aparece em proporções que variam entre 5% e 10% dependendo do genótipo. Os percentuais dos demais ácidos são

ainda menores. Nos genótipos “alto oleicos”, os teores dos ácidos palmítico e esteárico são reduzidos, elevando ainda mais o teor de ácido oleico. Os ácidos graxos palmítico, esteárico, araquídico, behênico e lignocérico são considerados saturados (sem duplas ligações). Os ácidos oleico e eicosenoico contém uma dupla ligação na cadeia

de carbonos, sendo considerados monoinsaturados. O ácido linoleico, com duas duplas ligações, é poliinsaturado. Monoinsaturados e poliinsaturados formam o grupo dos ácidos insaturados. A figura 2 mostra a distribuição de ácidos saturados e insaturados entre os genótipos.

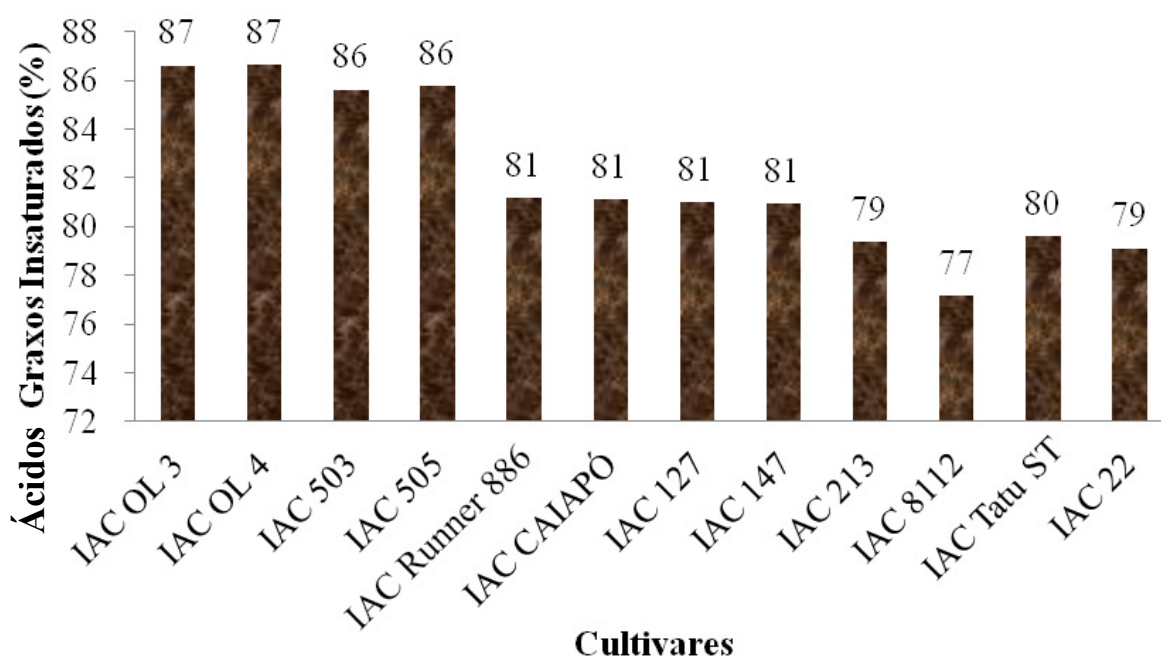


Figura 2: Porcentagem de ácidos graxos insaturados em grãos de cultivares de amendoim.

Entre as cultivares analisadas, observam-se variações significativas nos teores dos ácidos oleico, linoleico e palmítico, os de maior expressão. Observam-se, também, diferenças entre as cultivares na proporção de ácidos graxos insaturados em relação aos saturados. A figura 2 mostra os

percentuais de ácidos insaturados. Os maiores valores (85,8 a 86,7) são das cultivares “alto oleicos”. As cultivares IAC Runner 886, IAC Caiapó, IAC 127 e IAC 147 mostram teores ligeiramente menores (80,9 a 81,2). Os menores teores de ácidos insaturados são observados em IAC 213, IAC 8112, IAC Tatu ST e IAC 22.

Como visto, o teor de ácidos graxos influi na qualidade do produto. Como o ácido oleico é o que aparece em maior proporção, as suas variações são a principal determinante desses atributos de qualidade. O principal impacto qualitativo é a resistência à oxidação, que produz rancificação, deterioração do produto. Pesquisas mostram que em amendoins “alto oleicos” o tempo de armazenamento do produto antes que ele perca as suas qualidades é significativamente maior do que em amendoins “oleicos normais”.

No aspecto nutricional, os ácidos graxos insaturados são benéficos para a saúde, ao contrário dos saturados. Atribui-se a esses ácidos, quando ingeridos na alimentação humana, um relativo aumento do colesterol HDL e a sua contribuição para reduzir o colesterol LDL. No caso de amendoins “alto oleicos”, não só o teor de ácido oleico é elevado como há uma elevação do teor de ácidos insaturados, com redução dos ácidos saturados. Por esta razão, os amendoins “alto oleicos” são considerados os melhores, também quanto ao aspecto nutricional.

Há inúmeras evidências científicas dos benefícios do consumo de fonte de lipídios mono e poliinsaturados, como a diminuição do risco de doenças cardiovasculares. A inclusão de amendoim na dieta alimentar pode auxiliar na manutenção e perda de

peso, através do controle do apetite, devido à maior ingestão de gorduras insaturadas em relação às saturadas e ao teor de fibras dos grãos. Dietas com consumo adequado de MUFA (ácidos graxos mono insaturados) e PUFA (ácidos graxos poliinsaturados) refletem em baixos níveis sanguíneos de LDL sem afetar os níveis de HDL (lipoproteínas de alta densidade), benéficos à saúde.

Referências

AHMED, E. M.; ALI, T. Textural quality of peanut butter as influenced by peanut seed and oil contents. **Peanut Science**, v. 13, n. 1, p. 18-20, 1986.

ALPER, C. M.; MATTES, R.D. Peanut consumption improves indices of cardiovascular disease risk in healthy adults. **Journal of the American College of Nutrition**. v. 22, n. 2, p. 133-141, 2003.

ARYA, S. S.; SALVE, A. R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 53, n. 1, p. 31-41, 2016.

DERBYSHIRE, E. J. A review of the nutritional composition, organoleptic characteristics and biological effects of the high oleic peanut. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, New York, v. 65, n. 7, p. 781-790, 2020.

GODOY, I. J.; SANTOS, J. F.; CARVALHO, C. R. L.; MONTEIRO, E. V. G. Cultivares de amendoim IAC - teores de óleo e de ácidos graxos nos grãos e implicações na utilização do produto. ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 10. 2013. Jaboticabal. **Anais [...]** Jaboticabal: FCAV UNESP, 2013.

MATTES, R. D.; KRIS-ETHERTON, P. M.; FOSTER, G. D. Impact of peanuts and tree nuts on body weight and healthy weight loss in adults. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 138, n. 9, p. 1741S-1745S, 2008.

MOZINGO, R. W.; O'KEEFE, S. F.; SANDERS, T. H.; HENDRIX, K. W. Improving shelf life of roasted and salted in-shell peanuts using high oleic acid chemistry. **Peanut Science**. v. 31, p. 40-45, 2004.

O'BRYNE, D. J.; KNAUFT, D. A.; SHIREMAN, R. B. Low fat-monounsaturated rich diets containing higholeic peanuts improve serum lipoprotein profiles. **Lipids**, v. 32, p. 687-695, 1997.

SANDERS, T. H. Fatty acid composition of lipid classes in oils from peanut differing in variety and maturity. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 57, p. 12-15, 1980.

SIM, E. W.; LAI, S. Y.; CHANG, Y. P. Antioxidant capacity, nutritional and phytochemical content of peanut (*Arachis hypogaea* L.) shells and roots. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v. 11, n. 53, p. 11547-11551, 2016.



4. AMORA-PRETA EM SÃO PAULO: RENDA PARA O PRODUTOR E SAÚDE PARA O CONSUMIDOR

*José Emilio Bettiol Neto¹
Juliana Sanches de Laurentiz²
Luiz Antonio Junqueira Teixeira³*

¹ IAC - Centro Avançado de Pesquisa de Frutas, Jundiaí (SP).
jose.bettiol@sp.gov.br

² IAC - Centro de Pesquisa de Ecofisiologia e Biofísica, Campinas (SP).
juliana.sanches@sp.gov.br

³ IAC - Centro de Solos e Recursos Ambientais, Campinas (SP).
luiz.teixeira@sp.gov.br



4.1. Introdução

A amora-preta (*Rubus* spp.) faz parte do grupo das pequenas frutas vermelhas e tem despertado grande interesse de cultivo por parte dos produtores paulistas. Rusticidade, pequeno espaço de tempo para início de produção, potencial de produtividade e apelo comercial, são algumas das características que favorecem o rápido retorno do capital investido em sua exploração, mesmo em pequenas áreas de cultivo.

Acredita-se que o consumo alimentar e a utilização medicinal de espécies do gênero *Rubus* venha da antiguidade Escritos gregos, tradições medicinais asiáticas e indianas, dão suporte à importância desse grupo de plantas ao longo dos tempos.

O avanço do conhecimento científico, em relação aos seus compostos e benefícios à saúde humana, tem contribuído de maneira inegável à expansão do consumo destas frutas. O desejo por uma alimentação mais saudável e de alimentos com funcionalidades diversas ao organismo, reflete-se na presença cada vez maior das frutas deste grupo de espécies nas gôndolas dos mercados, sob diversas formas de apresentação e produtos derivados.

4.2. Amora-preta como alternativa para os pequenos produtores da região Sudeste

É de conhecimento geral a existência de várias espécies nativas de amoreira-preta, porém, a partir de trabalhos de melhoramento genético de um grupo de pesquisadores da Embrapa de Pelotas com cultivares oriundas dos Estados Unidos, a cultura tomou novos rumos no país.

Atualmente, encontram-se cultivos em diversas localidades do Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Estima-se que a área explorada no país tenha superado 600 hectares. Segundo essas estimativas, o estado de São Paulo contribui com cerca de um terço dessa área. Municípios da região de Bauru, Oeste paulista, Pontal do Paranapanema e vales do Ribeira e do Paraíba, integram as principais regiões produtoras de amora-preta.

Nota-se que a distribuição geográfica destas regiões representa ampla diversidade edafoclimática, assim, existe um grande campo a ser pesquisado para que cada cultivar de amora-preta seja explorada de tal forma a ter seu potencial de cultivo alcançado.

Em regiões onde o turismo é uma opção de lazer, a amora-preta torna-se uma espécie altamente atrativa, pois suas frutas, além da possibilidade do

consumo in natura, prestam-se para a fabricação de geleias, doces, sucos, sorvetes e outros produtos que agregam maior valor à exploração comercial.

4.3. Valor nutricional

Os alimentos funcionais têm propriedades que possibilitam reduzir o risco de doenças, promovendo benefícios à saúde. Os cuidados com a nutrição estão se tornando cada vez mais importantes no nosso dia-a-dia à medida em que pesquisas descobrem a correlação entre muitas doenças e os hábitos alimentares. Neste cenário, a amora-preta tem tido destaque pelas suas qualidades como alimento funcional.

A amora-preta in natura é altamente nutritiva. Essa pequena fruta contém 85% de água, 10% de carboidratos, elevado conteúdo de minerais, vitaminas do complexo B, vitaminas A e C, cálcio, além de compostos bioativos. Sua coloração roxa-escura é devida ao elevado teor de fitoquímicos como as antocianinas que, juntamente com os carotenoides, compõem a maior classe de pigmentos naturais encontrados nas frutas.

Os fitoquímicos são capazes de conferir cor às frutas e diversos benefícios à saúde dos consumidores. Eles são considerados compostos bioativos que podem atuar como

quimioprotetores em virtude do seu potencial antioxidante. Entre estes compostos destacam-se as elevadas concentrações de compostos fenólicos, especialmente flavonoides e elagitaninos, os quais lhe conferem grande capacidade antioxidante, bem como outras características de interesse nutricional. As antocianinas são os principais flavonoides na composição da amora-preta. Os compostos secundários são substâncias produzidas naturalmente pelas plantas. Além dos pigmentos, ainda existem vários outros fitoquímicos, como os ácidos fenólicos, que são essenciais para o crescimento e reprodução da planta. Esses ácidos também realizam a quelação de metais de transição, são agentes antipatogênicos e contribuem na adstringência e estabilidade oxidativa, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo.

O elevado conteúdo de substâncias antioxidantes em amora-preta sugere que seu consumo possa ser importante na prevenção aos danos causados por radicais livres no organismo humano, ajudando na prevenção das doenças crônicas por meio de sua inativação. Os radicais livres são capazes de desencadear reações de oxidação nos ácidos graxos presentes nas membranas biológicas e em alimentos, sendo responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas. Alguns

estudos relatados pela literatura sugerem efeitos positivos in vivo relativos à perda óssea e às doenças neurodegenerativas associadas à idade e, in vitro, à oxidação de lipoproteínas de baixa densidade e de lipossomas. Também foram constatados efeitos antimutagênicos, resultando na supressão de fatores que favorecem a expansão de tumores.

4.4. Ações de pesquisa com amora-preta no âmbito do IAC

4.4.1. Cultivares adaptadas às condições de solo e clima da região Sudeste

Em reunião da Câmara Setorial de Frutas do Estado de São Paulo, realizada em Jundiaí, foram demandadas pesquisas com pequenas frutas, especialmente com o grupo de espécies que inclui a amora-preta. Neste sentido, pesquisadores de diversos Centros de Pesquisa do Instituto Agrônomo (IAC) iniciaram o projeto de pesquisa com o apoio do CNPq que visou avaliar a adaptabilidade de quatro cultivares de amora-preta (Tupy, Guarani, Brazos e Choctaw), sua resposta à adubação nitrogenada (N) e potássica (K), assim como, avaliar as características físicas, físico-químicas e químicas dos frutos produzidos. No âmbito deste projeto, foi instalada uma área experimental em Jundiaí (SP) com 1.120 plantas de amora-preta cultivadas em

espaldeira (Figura 1). Este experimento permitiu reunir um grande estoque de conhecimentos, pois envolveu operações desde o preparo da área, produção de mudas, plantio, manejo da cultura em condições subtropicais até a colheita de dois ciclos de produção (Figuras 2 e 3).

A análise dos resultados desta pesquisa indica que a cultivar Brazos é mais precoce e produtiva que as demais, além de produzir frutas com maior massa e volume; por outro lado, a cultivar Choctaw apresentou menor adaptabilidade às condições locais. A produtividade, em duas safras, apresentou grande variação entre as cultivares testadas, conforme pode ser observado na figura 4.

Na região de Jundiaí (SP) observou-se que a colheita da amora-preta se estende de outubro até dezembro, com as diversas cultivares apresentando comportamento diferenciado em relação à quantidade de frutas que são colhidas ao longo da safra (Figura 5). A informação de que as cultivares apresentam curvas de produção diferenciadas é importante para o produtor organizar o escoamento da sua produção, contratar mão de obra, bem como estabelecer contratos de entrega, dentre outros, pois possibilita escalar e planejar sua colheita e fornecimento da produção aos consumidores.

4.4.2. Compostos bioativos

As propriedades antioxidantes estão muito relacionadas ao tipo de fruta, espécie ou cultivares dentro da mesma espécie, e às condições de cultivo das plantas, como ambiente e técnicas de manejo, além do grau de maturidade na colheita. Quanto mais maduras as frutas, menor o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante.

É comum observar na literatura variação de mais de 100% nos teores de compostos fenólicos e da atividade antioxidante comparando-se amoras-pretas da mesma cultivar produzidas em diferentes locais. Podem ocorrer variações no conteúdo dos compostos químicos em resposta ao local de cultivo devido às diferenças na intensidade da radiação solar e nas faixas de temperatura. A determinação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante é fundamental para a caracterização de amora-preta produzida na região do leste paulista. Diante do exposto, o Instituto Agrônomo (IAC) está avaliando a qualidade de diferentes cultivares de amora-preta cultivadas em Jundiaí (SP). As cultivares Guarani e Brazos apresentaram pequenas variações nos valores de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante entre si, com a superioridade da cultivar Guarani nos três parâmetros avaliados (Tabela 1). Os valores encontrados nas pesquisas realizadas no IAC estão dentro da variação descrita na literatura e são

semelhantes aos observados em cultivos de amora-preta em outras regiões de inverno ameno, como Minas Gerais e Paraná. As pesquisas com amoreira-preta continuam em andamento no IAC, com caracterização de outras cultivares, bem como, a validação das metodologias de extração, uma vez que o tipo de extração e o solvente utilizado influenciam nos resultados.

4.4.3. Adubação da amora-preta na região Sudeste

Assim como evidenciado em outras frutíferas, o estado nutricional da amoreira-preta é um dos fatores que mais influem na produtividade e qualidade das frutas. Em função de diferenças na fertilidade dos solos, das exigências nutricionais das diversas cultivares e de condições climáticas, as respostas à adubação têm apresentado grande variabilidade nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

O experimento de campo implantado em Jundiaí (SP) visou, entre outros objetivos, gerar conhecimentos básicos para que no futuro seja possível estabelecer recomendações adaptadas às condições de cultivo locais. A recomendação de adubação adequada possibilita maximizar a eficiência de uso dos fertilizantes, aumentar a margem de lucro dos produtores, ofertar ao mercado frutas de melhor qualidade e minimizar o impacto ambiental da atividade

produtiva. Neste experimento, estudou-se comportamento de quatro cultivares de amora-preta em resposta à adubação nitrogenada e potássica. Estes nutrientes foram escolhidos em função do seu potencial em aumentar a produção e por serem os que implicam em maior custo para o produtor.

Este estudo revelou que por meio da adubação nitrogenada ou potássica em doses adequadas à demanda das plantas é possível aumentar a produção de frutas por hectare, em torno de 25% em relação à área não adubada (Figura 6). Mas todas as práticas de manejo demandam gastos que necessitam ser cobertos pelo benefício que elas eventualmente venham a produzir. No caso da amora-preta, a adubação com N ou K apresenta uma relação custo x benefício muito favorável aos produtores. O incremento de produtividade superior à 9 t ha⁻¹ de frutas em duas safras é mais

do que suficiente para cobrir os gastos com os fertilizantes nitrogenados ou potássicos aplicados (Tabela 2).

5. Considerações finais

A produção de amora-preta na região Sudeste vem ao encontro da crescente demanda por frutas e derivados com alto valor nutritivo. Devido ao valor elevado da produção por área, este cultivo está se tornando uma alternativa muito rentável para os pequenos agricultores da região.

A ideia de produzirmos localmente uma fruta que ao mesmo tempo possa ser incluída na dieta como alimento funcional e viabilize economicamente parcela significativa dos agricultores regionais, justifica todos os esforços que a pesquisa possa realizar visando suprir a lacuna de conhecimento na área.



Figura 1. Vista aérea (esquerda) e detalhe das linhas de plantio em espaldeira (direita) da área de pesquisas de campo com amora-preta do Instituto Agrônomo (IAC) em Jundiáí (SP).



Figura 2. Produção de mudas de amora-preta com enraizamento de secções de raízes em leito de areia (esquerda); formação das mudas em viveiro (centro) e plantio das mudas em sulcos (direita) em Jundiaí (SP).

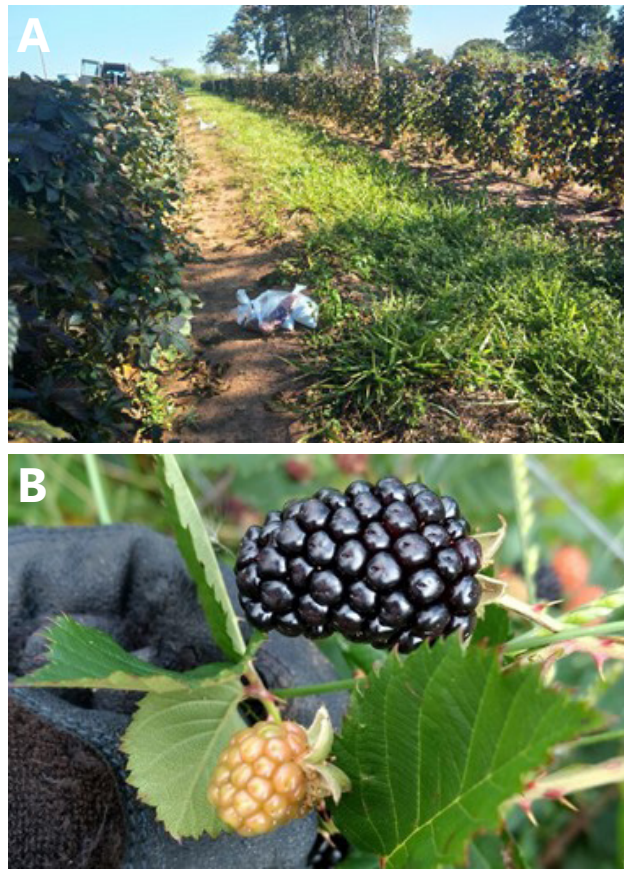


Figura 3. Aplicação dos tratamentos de adubação nas parcelas da área experimental (A); as frutas são delicadas e amadurecem de forma escalonada ao longo do tempo (B). Jundiaí (SP).

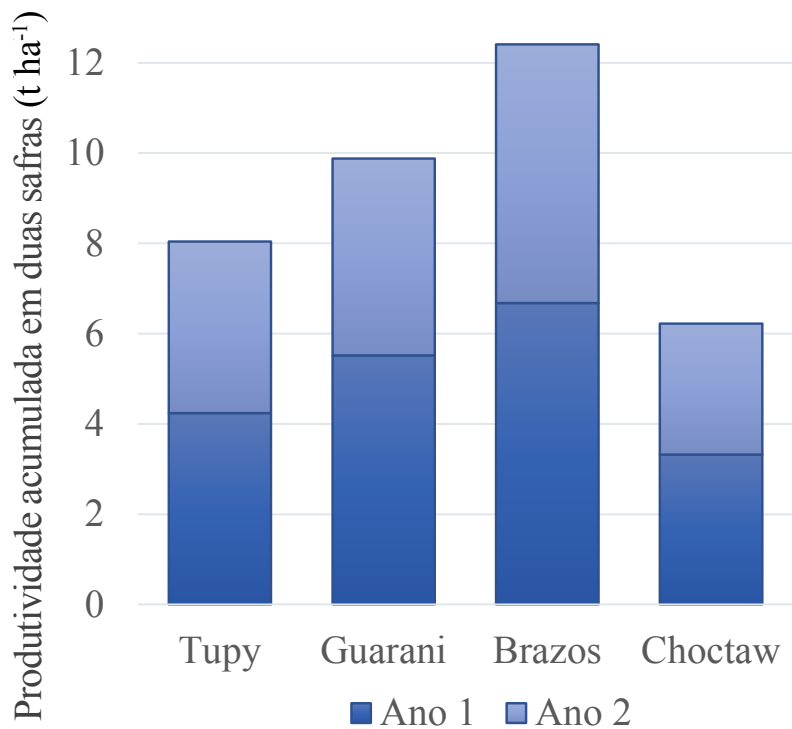


Figura 4. Produtividade acumulada de quatro cultivares de amora-preta durante dois ciclos de cultivo em Jundiá (SP).

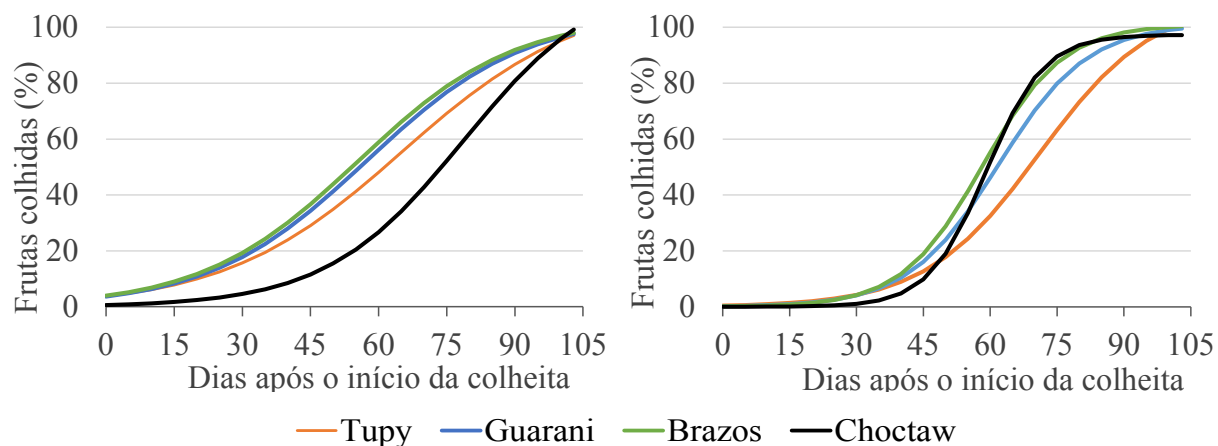


Figura 5. Curvas de produção de frutas ao longo do período de colheita no primeiro (esquerda) e segundo (direita) ciclos de cultivo de amora-preta em Jundiá (SP).

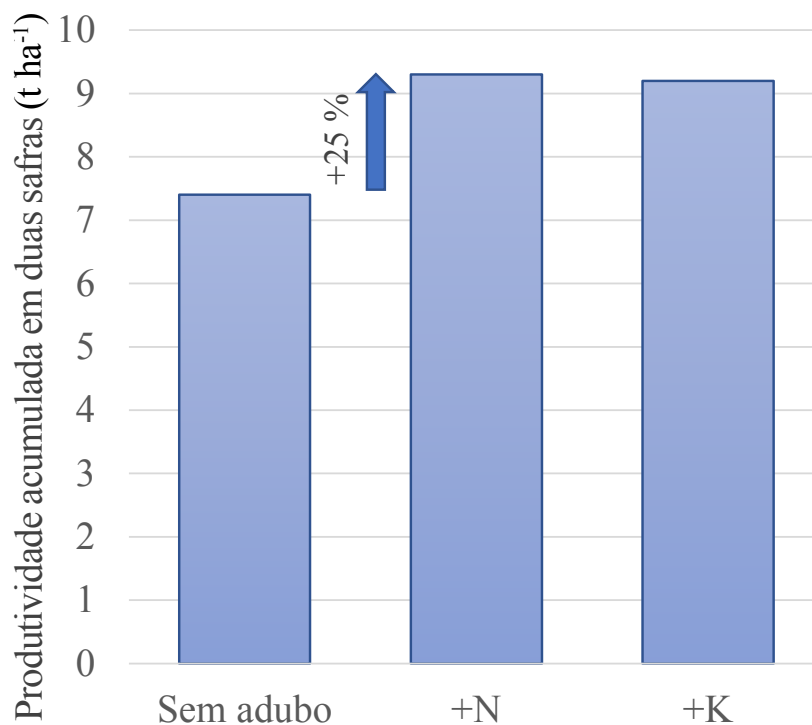


Figura 6. Produtividade de amora-preta (médias de quatro cultivares) sem e com adubação com nitrogênio ou potássio em duas safras em Jundiá (SP).

Tabela 1. Teores de compostos fenólicos totais, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de duas cultivares de amora-preta em Jundiá (SP)

Cultivar	Compostos fenólicos	Antocianinas	Atividade antioxidante
	mg ac. gálico 100 g ⁻¹	mg cianidina-3-O-glucosídeo 100 g ⁻¹	mg TEAC g ⁻¹
Guarani	157	63	1,4
Brazos	148	59	1,2

Tabela 2. Estimativas de produtividade e de renda com o cultivo de amora-preta em dois ciclos de produção com e sem adubação com nitrogênio ou potássio em Jundiá (SP)

Adubação ¹	Custo ²	Produtividade ³	Renda	
			Bruta ⁴	Líquida ⁵
	US\$ ha ⁻¹	t ha ⁻¹	US\$ ha ⁻¹	
Controle	0	7,4	16 086	16 086
+N	240	9,3 (+25%) ⁶	20 038	19 798 (+23%) ⁶
+K	94	9,2 (+23%)	19 816	19 722 (+23%)

¹ **Controle** = sem aplicação de N ou K, **+ N** = 121 kg/ha/safra de N e **+ K** = 67 kg/ha/safra de K₂O; ² custo da adubação em duas safras (**+ N**: dose anual de N x 2 x US\$ 0.99/kg de N; **+ K**: dose anual de K₂O x 2 x US\$ 0.70/kg de K₂O); ³ produtividade acumulada de duas safras (médias das quatro cultivares); ⁴ renda bruta = produção x preço dos frutos (US\$ 2.16/kg); ⁵ renda líquida = renda bruta - custo dos fertilizantes; ⁶ valores entre parênteses estimam o incremento na produtividade e na renda associado à adubação com N ou K. Taxa de câmbio do dólar média 2016/2017: US\$ 1,00 = R\$ 3,34.

Referências

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 54 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 122).

BETTIOL NETO, J. E.; TEIXEIRA, L. A. J.; PIO, R.; NARITA, N. **Amora-preta: benefícios à saúde e potencial de cultivo no Estado de São Paulo**. 2018. Disponível em: <https://www.todafruta.com.br/?s=Amora-preta%3A+benef%3%ADcios+%3%A0+sa%3%BAde+e+potencial+de+cultivo+no+Estado+de+S%3%A3o+Paulo>.

HALL, H. K.; FUNT, R. C. Blackberries and their hybrids. (Eds.). **Crop Production Science in Horticulture**. Wallingford: CABI. 2017. 376 p.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus spp*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 245-260, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/4064/7191>.

PIO, R.; GONÇALVES, E. D. Cultivo da amoreira-preta. In: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais** (2. ed. rev. e amp.). Lavras: Ed. UFLA. 2018. 681 p.

5. AS PLANTAS AROMÁTICAS, CONDIMENTARES, MEDICINAIS E INSETICIDAS IMPULSIONAM AS PESQUISAS NO INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC)

*Eliane Gomes Fabri¹
Lilian Cristina Anefalos²
Paulo Cesar Reco¹*

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Horticultura,
Campinas (SP).
eliane.fabri@sp.gov.br
paulo.reco@sp.gov.br

² IAC - Núcleo de Inovação Tecnológica,
Campinas (SP).
lilian.anefalos@sp.gov.br



O Instituto Agrônomo (IAC) pesquisa há mais de 80 anos plantas com propriedades aromáticas, condimentares, medicinais e inseticidas, contribuindo e inovando para o desenvolvimento da agricultura e da alimentação mais saudáveis. As pesquisas tiveram início com plantas inseticidas na antiga Seção de Fumo (fundada em 1935), incorporando os estudos com piretro, realizados na década de 40. A partir daquela planta, que era a principal matéria prima para inseticidas da época, outras espécies com propriedades aromáticas, medicinais e condimentares passaram a fazer parte do elenco de pesquisas desenvolvidas pela Seção, aumentando significativamente o tamanho e a importância da coleção dessas plantas no IAC.

Atualmente, mais de 198 espécies de interesse aromático, condimentar, medicinal e inseticida compõem a Coleção de Germoplasma do IAC (Figura 1). Esta Coleção encontra-se sob a tutela do Centro de Pesquisa de Horticultura - IAC, tendo como curadora a pesquisadora Dra. Eliane Gomes Fabri.

As espécies de pequeno porte são cultivadas em canteiros e as espécies de maior porte em uma significativa área do Centro Experimental de Campinas "Fazenda Santa Elisa" (CEC/IAC). Além das citadas, também, temos espécies dessa Coleção mantidas em outras unidades da Agência Paulista de

Tecnologia dos Agronegócios (APTA) como, por exemplo, a coleção de urucum, mantida no Polo Regional do Centro-Norte, em Pindorama (SP) (Figuras 2 e 3) e os materiais de chá, mantidos no Polo Regional do Vale do Ribeira, em Pariquera-Açú (SP).

Devido ao número de espécies, as demandas por pesquisas envolvendo sistemas de produção, fisiologia da produção, adaptabilidade edafoclimática, melhoramento genético, dentre outras, são de suma importância, possibilitando, a partir dos conhecimentos básico e aplicado, avançarmos no desenvolvimento de novas tecnologias, e na transferência do conhecimento científico e tecnológico por meio de produtos e/ou processos para o setor de produção.

A partir da década de 1960, a Seção de Plantas Medicinais e Aromáticas promoveu importante apoio ao desenvolvimento da produção de óleos essenciais, com pesquisas de tecnologia industrial para extração das essências, bem como novos materiais genéticos, a partir do melhoramento de espécies com maior potencial socioeconômico. A adoção em larga escala da cultivar de menta IAC 701 pelos produtores possibilitou que o Brasil se tornasse o maior produtor mundial de mentol na década de 1970. Posteriormente, a indústria química desenvolveu o processo de mentol sintético, para substituir a produção

natural. Nos últimos anos observa-se crescente tendência mundial, em busca do uso mais apropriado de insumos naturais, em substituição aos sintéticos, o que tem aberto novas oportunidades a partir das demandas por mentol natural.

Atualmente, o aumento do interesse do mercado e da população por produtos naturais, aliados a sistemas de produção sustentáveis e melhor qualidade de vida, tem impulsionado as pesquisas que buscam nas plantas aromáticas, condimentares, medicinais e inseticidas, substâncias naturais que possam substituir as sintéticas, visando melhoria do produto, geração de novas opções de cultivo e inserção do agricultor paulista nesse importante segmento do agronegócio.

Os laboratórios do IAC são qualificados para a extração de óleos essenciais em pequenos volumes (a partir de 200 ml de folhas), existindo ainda uma planta industrial capacitada para extrações de óleos essenciais para destilação por arraste de vapor em escala para o pequeno produtor, possibilitando a execução de projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, em parceria com instituições de ciência e tecnologia e com o setor de produção. As unidades do Centro de Pesquisa de Horticultura contam ainda, com equipamentos

com diversas capacidades de extração (20, 100 e 200 kg de folhas).

Para que todo esse trabalho chegue ao setor produtivo, diversas ações de transferência do conhecimento e de tecnologias vêm sendo realizadas. Essa relevante etapa faz parte de nossa missão institucional. As pesquisas sobre os sistemas de produção de plantas aromáticas, condimentares, medicinais e inseticidas destacam-se pela demanda por produtos naturais in natura, plantas desidratadas para chás e infusões, extratos e óleos essenciais para diversas áreas de aplicações.

Com o objetivo de divulgar os resultados das pesquisas realizadas ao longo dessas décadas, foram publicados artigos científicos, apresentados em congressos e reuniões técnico-científicas, elaborados boletins técnicos (como, por exemplo, o Boletim IAC 200, contendo capítulos sobre o cultivo e manejo dessas espécies e o Boletim IAC 100, com recomendação de adubação para algumas dessas espécies), livros, artigos técnicos e ampla divulgação nacional como a Revista Globo Rural, entrevistas para rádios, TV, canais da internet, dias de campo e visita técnica a produtores (Figuras 4 e 5). Além disso, foram organizados e realizados anualmente cursos e eventos para capacitação técnica de pesquisadores, técnicos, graduandos e pós-graduandos, produtores e demais interessados no assunto.

Como parte dessas ações de aproximação cada vez maior com o setor de produção, foi organizado em 2008, o "Encontro Nacional da Cadeia Produtiva de Urucum", evento coordenado por pesquisadores do IAC e do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, para tratar especificamente de avanços tecnológicos, oportunidades e desafios da cadeia, que envolve essa espécie nativa brasileira, produtora de corante natural e com alta demanda no mercado nacional e internacional. Tal evento fez-se necessário para que a pesquisa pudesse contribuir com a cadeia de produção, a partir do entendimento dos gargalos existentes, sempre na busca de soluções. Esse trabalho tem sido realizado de forma contínua, caminhando para a quarta edição (adiada em 2020, em razão da pandemia de Covid 19). É importante ressaltar que em todas as edições estiveram presentes as empresas que comercializam urucum e que, também, extraem o corante natural, e representantes de outros elos da cadeia produtiva.

Paralelamente, o IAC organizou, em 2018, outra ação estratégica, com absoluto sucesso, o "Curso prático de extração de óleos essenciais", envolvendo desde o cultivo até o processo de extração do óleo essencial (Figuras 6 e 7). Da primeira até a quinta edição, inclusive com mais de uma realização anual, houve a participação de aproximadamente mil pessoas de

diversas regiões brasileiras, com interesse em atuar nessa área ou aperfeiçoar suas atividades de desenvolvimento tecnológico e seus ramos de negócios. Destaca-se a presença no referido evento de 85,2% de participantes da região Sudeste, 9,8% da região Sul, 2% da região Centro-Oeste, 1,5% da região Nordeste e 1,5% da região Norte. Está sendo organizado a sexta edição do curso, que foi cancelado em 2020, devido à pandemia. A demanda crescente desta cadeia produtiva tem estimulado a pesquisa pública através de recursos financeiros captados em agências de fomento e as pesquisas desenvolvidas a partir de parcerias público-privadas, na busca de novas tecnologias e inovações com boas práticas agrícolas. Desde 2010, houve um aumento expressivo no número de projetos em parceria público-privada, em prol de atuação mais assertiva na contribuição para o desenvolvimento dos diferentes segmentos da cadeia (Figura 8).

Desta forma, a partir da interação marcante junto ao setor, busca-se construir formas mais dinâmicas para otimizar entregas tecnológicas, para ofertar alternativas cada vez mais viáveis para melhorar o desempenho do setor, tanto no mercado nacional como no internacional, com o desenvolvimento de produtos e processos de melhor qualidade e sustentáveis.



Figura 1. Citronela, lavanda e gerânio, espécies que compõem a Coleção de Germoplasma de Plantas Aromáticas, Condimentares, Medicinais e Inseticidas do Instituto Agrônomo - IAC.



Figura 2. Genótipo de urucum pertencente à Coleção de Germoplasma de Urucum do IAC, em Pindorama (SP).



Figura 3. Colheita de experimentos de urucum na Coleção de Germoplasma do IAC, em Pindorama (SP).



Figura 4. Dia de campo sobre produção de plantas aromáticas no Cerrado Brasileiro, Anápolis (GO), em parceria com a empresa HAJE.



Figura 5. Visita técnica à empresa Aromathera na Chapada dos Guimarães (MT), empresa parceira no desenvolvimento de sistema de produção para plantas aromáticas no Brasil.




Figura 6. Curso prático de extração de óleos essenciais realizado no IAC em Campinas (SP).



Figura 7. Curso prático de extração de óleos essenciais realizado na empresa HAJE, Anápolis (GO).



Figura 8. Parceiros do IAC: empresa HAJE de Anápolis (GO) e empresa Linax de Votuporanga (SP).



6. COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL - PROJETO RECICLAR VERDE: UMA PARCERIA ENTRE O IAC E A PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

*Marcio Koiti Chiba¹
Ernesto Dimas Paulella²*

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Solos e Recursos Ambientais, Campinas (SP).
marcio.chiba@sp.gov.br

² Prefeitura Municipal de Campinas, Secretaria Municipal de Serviços Públicos.

Tratar e destinar os resíduos orgânicos de maneira adequada e sustentável é um grande desafio para todos os centros urbanos. É, também, um tema de interesse da academia e foco de diversas pesquisas científicas dada a multiplicidade de aplicações desse tipo de material e da sua importância inerente. Compostagem, per se, não é invenção recente. Na verdade, a natureza realiza esse processo com todos os materiais orgânicos. O material orgânico passa por uma série de transformações físicas, químicas e biológicas resultando em um produto estabilizado e com características que permitem sua reciclagem na agricultura. O homem pode então se aproveitar do potencial desse material como fonte alternativa de nutrientes de plantas.

Atualmente a pesquisa científica sobre reciclagem de resíduos orgânicos como opção de fertilizante para as plantas enfrenta o desafio de otimizar o processo de compostagem. Algumas pesquisas buscam encontrar formas de tratar diferentes combinações de matérias primas bem como utilizar o lodo (matéria orgânica) cuja origem são as Estações de Tratamentos de Esgoto (ETEs) e diferentes tipos de material estruturante para obter um material que apresente características úteis, seja na agricultura como fonte de nutrientes de plantas e como condicionador do solo. Um exemplo é utilização de restos de poda de árvores das vias públicas

como fonte de carbono que quando adicionada em diferentes proporções e em diferentes granulometrias altera a dinâmica da degradação microbiológica, acelerando ou reduzindo a velocidade e a intensidade da compostagem. No contexto de um grande centro urbano uma infinidade de resíduos orgânicos pode ser relacionada no rol de matérias primas compostáveis: resíduos de manutenção de parques e praças, resíduos de varrição de ruas, fração orgânica de lixo urbano (proveniente de coleta seletiva), restos de feiras livres, etc.

Os resultados das pesquisas com a utilização de resíduos orgânicos agrícolas (restos de culturas, esterco, etc.) foram promissores porém ainda havia um sentimento de que a pesquisa científica sobre a reciclagem desses materiais precisava se aproximar das necessidades dos centros urbanos. Nesse sentido e como resultado de um Workshop promovido pelo IAC com apoio da FAPESP em 2018 nasceu um projeto de parceria entre o IAC e a Prefeitura Municipal de Campinas (Secretaria Municipal de Serviços Públicos). Esse projeto efetivamente iniciou com a cessão, devidamente autorizada pelo Governo do Estado de São Paulo, de uma área ociosa de cerca de 17 hectares no Centro Experimental de Campinas-IAC para a implantação do projeto de uma usina de compostagem.

Assim, após a aprovação do projeto pelos órgãos ambientais, o convênio entre órgãos públicos e privados formados pelo IAC, Prefeitura Municipal de Campinas (Secretaria Municipal de Serviços Públicos), SANASA e CEASA permitiu através de atribuições específicas individuais, cabendo à Prefeitura Municipal de Campinas (SMSP) a reconformação topográfica do terreno, os estudos de caracterização física do material utilizado para o aterro da área de compostagem, a implantação do sistema de drenagem, tanque de acúmulo de chorume e de reservação de água pluvial e Gestão da Usina; à SANASA a aquisição dos equipamentos, sendo um Triturador de Madeira e Resíduos, um Compostador Autopropelido com esteira metálica e uma Peneira Rotativa, todos importados da Áustria; ao CEASA fornecer sobras de frutas, legumes e verduras e ao IAC, a cessão de uso da área da Usina de Compostagem bem como certificar a qualidade do produto.

Como resultado dessa parceria todos os atores envolvidos saem ganhando: a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, através do IAC, ganha um “laboratório-fábrica” que permite a instalação de experimentos sobre metodologias e formulações de compostos orgânicos e fertilizantes organominerais. Adicionalmente existe espaço para que a área cedida abrigue projetos-piloto de startups que busquem soluções tecnológicas para reutilização de resíduos orgânicos e seus subprodutos. A Prefeitura Municipal de Campinas, através da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP) economiza recursos públicos que apesar da despesa com a operacionalização da usina ainda tem um custo evitado de R\$ 1.000.000,00/mês, além de destinar de maneira adequada e sustentável todos os resíduos orgânicos que antes eram depositados em aterros sanitários. Por fim, ganha a população de Campinas uma vez que o impacto ambiental das suas atividades diárias está sendo atenuado por práticas ambientalmente sustentáveis.



Figura 1. Pilha de compostagem. Foto: PMC (SMSP).



Figura 2. Peneiramento de composto (2° plano) e composto peneirado (1° plano). Foto: PMC (SMSP).



Figura 3. Revolvimento das pilhas de composto. Foto: PMC (SMSP).



Figura 4. Triturador de resíduos orgânicos. Foto: PMC (SMSP).

7. IAC 2051 E IAC 1849: CULTIVARES DE FEIJÃO CARIOCA TOLERANTES AO ESCURECIMENTO DO GRÃO

*Alisson Fernando Chiorato¹
Sérgio Augusto Morais Carbonell¹*

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Grãos e Fibras,
Campinas (SP).
alisson.chiorato@sp.gov.br
sergio.carbonell@sp.gov.br



Para que uma nova cultivar de feijão seja adotada por produtores, deve atender as necessidades requeridas pelo mercado consumidor como produtividade de grãos, resistência/tolerância aos principais fatores bióticos e abióticos que podem interferir no desenvolvimento vegetativo e qualidade pós-colheita dos grãos. Com relação à qualidade pós-colheita, destaca-se a tolerância ao escurecimento dos grãos durante o armazenamento, uma vez que os consumidores associam grãos escuros com a dificuldade de cozimento.

Desta forma, a cultivar IAC 2051 foi desenvolvida visando atender a estas características do mercado consumidor, apresentando elevado potencial produtivo, tolerância ao escurecimento dos grãos, resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e tolerância a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (murcha-de-fusarium) e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (crestamento bacteriano).

A cultivar IAC 2051 foi desenvolvida no período de 2016 a 2018. A produtividade média desta cultivar foi superior às testemunhas utilizadas nos ensaios de VCU (Tabela 1). Em Mococa (seca/2019), a cultivar IAC

2051 apresentou a maior produtividade de grãos (4.250 kg ha⁻¹) (Tabela 1).

Apresenta hábito de crescimento indeterminado tipo II, porte semi-ereto, peso de mil sementes em torno de 300 gramas, ciclo médio de 90 dias da emergência à maturação fisiológica, tempo de cozimento dos grãos em torno de 30 min e teor de proteína de 20%.

Considerando a produtividade média obtida, elevada massa de 100 sementes e tolerância ao escurecimento de grão, a cultivar IAC 2051 é recomendada para o cultivo na época das "águas", da "seca" e de "inverno" no estado de São Paulo, sendo indicada também para a época das "águas" e da "seca" nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul.

Recomenda-se o espaçamento entrelinhas de 50 cm e 12 plantas por metro linear resultando em 240.000 plantas por hectare. A produtividade da cultivar IAC 2051 é dependente da época de semeadura, região de cultivo e nível tecnológico do agricultor (adubação, controle de doenças e plantas daninhas, suprimento de água e demais fatores de produção).

Tabela 1. Produtividade de grãos da cultivar IAC 2051 comparada a três testemunhas, em experimentos VCU conduzidos em 18 diferentes ambientes no estado de São Paulo, para as três principais épocas de semeadura da cultura

Local	Época	Ano	IAC 2051 (kg ha ⁻¹)	Testemunhas (kg ha ⁻¹)			Produti- vidade média das teste- munhas	CV (%)
				IAC 1850	IPR Sabiá	TAA Dama		
Votuporanga	Inverno	2018	3.972	3.527	2.825	3.327	3.226	7
Campinas	Inverno	2018	3.858	3.575	2.192	2.442	2.736	12
Mococa	Inverno	2018	1.950	2.183	1.542	1.658	1.794	13
Mococa	Águas	2018	2.545	2.167	2.021	1.967	2.051	6
Capão Bonito	Águas	2018	2.312	2.042	2.313	1.938	2.097	8
Campinas	Águas	2018	2.520	2.138	1.908	1.896	1.981	11
Capão Bonito	Seca	2019	1.875	1.750	2.083	2.000	1.944	13
Campinas	Seca	2019	2.613	1.438	1.296	1.363	1.365	12
Mococa	Seca	2019	4.250	4.042	2.642	2.600	3.094	14
Campinas	Inverno	2019	2.575	2.308	2.642	2.171	2.374	11
Mococa	Inverno	2019	2.317	1.950	1.825	1.700	1.825	10
Votuporanga	Inverno	2019	3.008	2.875	1.967	2.100	2.314	9
Monte Alegre do Sul	Águas	2019	2.700	2.100	2.925	2.308	2.444	11
Capão Bonito	Águas	2019	3.375	4.333	3.758	2.775	3.622	7
Mococa	Águas	2019	4.225	4.642	1.717	5.075	3.811	14
Campinas	Seca	2020	2.842	2.117	1.933	1.267	1.772	18
Tatuí	Seca	2020	1.921	1.675	1.302	1.683	1.553	8
Mococa	Seca	2020	268	442	260	200	301	13

A cultivar IAC 2051 foi registrada com o nº 44819 no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2020.

O melhoramento genético do feijoeiro, principalmente para o tipo comercial carioca, que engloba 79% do mercado de feijão no Brasil, contribui de forma preponderante para o alto

nível tecnológico da cultura, podendo atingir mais que 4.500 kg ha⁻¹ e apresentar alta qualidade do grão, com baixo tempo de cozimento e resistência ao escurecimento precoce do tegumento, agregando valor ao produto final. Neste sentido, obter cultivares que reúnam os atributos de alta produtividade e qualidade do grão no campo e na pós-colheita,

são desejáveis nos programas de melhoramento do feijoeiro.

O ciclo precoce e a tolerância ao escurecimento do grão são características cada vez mais desejáveis na produção do feijão e no mercado consumidor, presentes de forma destacada na cultivar IAC 1849 Polaco. A tolerância ao escurecimento está relacionada às preferências de mercado por feijões cariocas com visual de grão mais claro, buscando relacionar com feijões de fácil cozimento, muito embora isto não esteja cientificamente comprovado.

A precocidade da cultivar IAC 1849 Polaco está relacionada a produção e a produtividade da lavoura, reduzindo custos no manejo das plantas como na redução da utilização de defensivos agrícolas pela menor predisposição a estresses bióticos devido ao menor ciclo da cultura. Da mesma forma, para fatores abióticos, cultivares precoces de feijoeiro utilizam menos irrigações e energia até finalizar seu ciclo de 75 dias quando comparado a uma cultivar de ciclo normal de 90 dias.

A cultivar IAC 1849 Polaco foi desenvolvida para atender as demandas da cadeia produtiva do feijão e oferecer um produto precoce e de alta qualidade, estável em produção de grãos e tolerante às principais doenças do feijoeiro e ao escurecimento do tegumento do grão, e que possibilite um manejo integrado com os diversos sistemas de produção.

A planta da cultivar IAC 1849 Polaco é de arquitetura semiereta e hábito de crescimento determinado tipo I. O ciclo médio é de 75 dias da emergência à maturação fisiológica em função das condições ambientais de cultivo, sendo considerada de ciclo precoce, apresentando grãos do tipo carioca de tegumento creme com listras de coloração marrom claro. O peso médio de 1.000 sementes é de 240 gramas e com tolerância ao escurecimento precoce, apresentando produtividade média de 2.464 kg ha⁻¹, como destacado na tabela 2.

Sob condições naturais de cultivo, a cultivar IAC 1849 Polaco é resistente à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e moderadamente resistente à mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), à murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum*), ao crestamento bacteriano (*Xanthomonas campestris*) e à murcha de *Curtobacterium* (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*).


A cultivar IAC 1849 Polaco é recomendada para o cultivo na época das águas, da seca e de inverno nos estados de São Paulo, nas safras das águas e seca nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Recomenda-se o espaçamento entrelinhas de 50 cm e 12 plantas por metro linear resultando em 240.000 plantas por hectare.

Tabela 2. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) em experimentos de VCU realizados no biênio 2016/2017 cultivado em 18 diferentes ambientes, em três épocas de semeadura.

Local	Época	Ano	IAC 1849 Polaco (kg ha ⁻¹)	Testemunhas (kg ha ⁻¹)			Produtividade média das testemunhas (kg ha ⁻¹)
				BRS Pérola	IAC Milênio	IAC Sintonia	
Mococa	Águas	2016	2.167	2.246	1.846	2.338	2.143
Campinas	Águas	2016	1.850	1.254	929	1.933	1.372
Capão Bonito	Águas	2016	4.375	3.746	3.779	3.992	3.839
Tatuí	Seca	2016	1.980	2.402	974	2.273	1.883
Campinas	Seca	2016	3.467	3.925	4.017	3.708	3.883
Capão Bonito	Seca	2016	2.250	1.725	1.654	2.529	1.969
Ribeirão Preto	Inverno	2016	1.775	1.888	2.275	1.988	2.050
Campinas	Inverno	2016	2.988	2.779	2.933	3.517	3.076
Votupo- ranga	Inverno	2016	2.760	2.808	3.658	2.949	3.138
Mococa	Águas	2017	2.175	2.296	2.896	2.471	2.554
Campinas	Águas	2017	2.320	2.605	2.330	2.650	2.528
Capão Bonito	Águas	2017	2.150	2.250	1.860	2.050	2.053
Tatuí	Seca	2017	2.220	1.890	1.910	2.345	2.048
Campinas	Seca	2017	2.455	2.505	2.630	2.255	2.463
Capão Bonito	Seca	2017	2.650	2.160	2.225	2.710	2.365
Votupo- ranga	Inverno	2017	3.133	2.500	2.458	2.325	2.428
Ribeirão Preto	Inverno	2017	1.450	1.780	1.560	1.110	1.483
Campinas	Inverno	2017	2.180	1.960	2.100	2.235	2.098
Média Águas (1º) (kg ha⁻¹)			2.506	2.400	2.273	2.572	2.415
Média Seca (2º) (kg ha⁻¹)			2.504	2.435	2.235	2.637	2.436
Média Out-Inv (3º) (kg ha⁻¹)			2.381	2.286	2.497	2.354	2.379
Média Geral (kg ha⁻¹)			2.464	2.373	2.335	2.521	2.410

O IAC 1849 Polaco foi registrado no final do ano de 2019 com o nº 41704 MAPA/RNC 41704 no Registro

Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).



8. MELHORAMENTO GENÉTICO CONVENCIONAL OBJETIVANDO A BIOFORTIFICAÇÃO DA CULTURA DA BATATA-DOCE

Valdemir Antonio Peressin¹

José Carlos Feltran¹

Luis Carlos Bernacci²

Amarilis Beraldo Ros³

Fernando Angelo Piotto⁴

Thiago Leandro Factor¹

Sebastião de Lima Junior¹

Eliane Gomes Fabri¹

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Horticultura, Campinas (SP). valdemir.peressin@sp.gov.br

² IAC - Centro de Pesquisa de Recursos Genéticos Vegetais, Campinas (SP).

³ APTA Regional - Polo Regional da Alta Sorocabana, Presidente Prudente (SP). amarilis.beraldo@sp.gov.br

⁴ ESALQ/USP - Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba (SP). fpiotto@usp.br

8.1. Introdução

Originária da América Tropical, a batata-doce - *Ipomoea batatas* (L.) Lam. - foi disseminada pelas populações pré-colombianas pelas ilhas do Pacífico, chegando até a costa da Nova Zelândia. Posteriormente, foi levada para Ásia e África pelos exploradores e comerciantes espanhóis e portugueses. É cultura estratégica para zonas de risco de segurança alimentar, onde a elevada produção de raízes por área em tempo relativamente curto, garante o suprimento de alimento energético para as populações locais, porém também é cultivada para garantir renda ao agricultor. Assim, os recursos genéticos de batata-doce estão entre os mais importantes do mundo, sendo cultivada em mais de uma centena de países.

Segundo dados do IBGE (2019), o Brasil colheu 810.176 toneladas em 57.290 hectares, com produtividade média de 14,1 t ha⁻¹. O estado do Rio Grande do Sul, o maior produtor nacional, colheu 175.041 toneladas em 11.983 hectares, com produtividade média de 14,6 t ha⁻¹. O líder é seguido por São Paulo, com 140.727 toneladas em 8.650 hectares e produtividade média de 16,3 t ha⁻¹. O cultivo da batata-doce é realizado principalmente por pequenos agricultores.

Cultura típica de clima tropical, a batata-doce também pode ser cultivada

nas épocas mais quentes do ano em regiões de clima temperado. Dessa forma, é uma importante cultura em áreas tropicais, subtropicais e temperadas. Destinada principalmente à alimentação humana, possui outras aptidões como fonte de alimentação animal e produção de etanol. Ela é rica em vitamina C, ferro (Fe), potássio (K), fibras, vitamina B1, B2 e ácido pantotênico. As cultivares com polpa alaranjada, em especial, contêm elevados teores de carotenoides com atividade de pró-vitamina A (β -caroteno) e são utilizadas em diversos países no combate à deficiência de vitamina A, um micronutriente essencial à saúde humana devido a sua importância em vários processos fisiológicos. A vitamina A é fundamental para o sistema imunológico, auxilia na saúde oftalmológica, proliferação e diferenciação celular, é responsável pela manutenção da pele saudável e atua na expressão gênica.

Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2020) informam que, em 2019, cerca de 2 bilhões de pessoas não tiveram acesso regular a alimentos de boa qualidade nutricional ou mesmo puderam alimentar-se. No Brasil, 55% das crianças com menos de cinco anos de idade apresentam carência de ferro (Fe) e 13% têm níveis baixos de vitamina A.

8.2. Melhoramento genético da batata-doce

No estado de São Paulo, os trabalhos de pesquisa com a cultura da batata-doce iniciaram-se no ano de 1935, na antiga Seção de Raízes e Tubérculos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Naquele momento iniciou-se a formação da coleção genética de batata-doce com introduções enviadas de outras instituições, inclusive do exterior, e pela introdução de plantas enviadas por diversos agricultores do estado de São Paulo e do país.

Concomitante a estas atividades de pesquisa, iniciou-se o Programa de Melhoramento Genético da Batata-doce, que realizava a seleção dos genótipos introduzidos na coleção genética do IAC e, posteriormente, selecionava os genótipos derivados de sementes botânicas. Desses resultados foram obtidas duas cultivares, a IAC 66-118 (Monalisa) e a IAC 2-71 (conhecida como Americana). No Polo Regional da Alta Sorocabana, em Presidente Prudente (SP), as pesquisas com a cultura da batata-doce começaram em 2005, mas trabalhos com melhoramento genético da cultura são mais recentes, tendo início em 2017.

Atualmente a Secretaria da Agricultura e Abastecimento possui um amplo programa de melhoramento, objetivando a biofortificação da cultura

da batata-doce. Experimentos são e foram conduzidos em diferentes locais do estado de São Paulo: Presidente Prudente, Campinas, Mococa e Piracicaba. Este programa tem como objetivo principal a obtenção de clones de alto desempenho produtivo e de raízes com alta qualidade nutricional, principalmente com relação aos teores de β -caroteno (pró-vitamina A).

Foram instalados dois campos de cruzamentos, um em Campinas, sob a coordenação do PqC Dr. Valdemir Antonio Peressin e outro em Presidente Prudente, sob a coordenação da PqC Dra. Amarilis Beraldo Rós.

No campo de cruzamentos, que foi instalado em 2016 no Centro de Pesquisa de Horticultura do Instituto Agronômico (IAC), em Campinas, foram utilizadas seis cultivares (IAC 2-71 - Americana; IAC 66-118 - Monalisa; SRT 47 - variante natural encontrada dentro da cultivar Beauregard; SRT 278 - Centennial; SRT 299 - Rio de Janeiro II e SRT 334 - Canadense), sendo as progênies de meios-irmãos obtidas por meio de livre polinização. Para tanto, os genitores foram dispostos em arranjos predefinidos com repetições, de modo que houvesse a mesma probabilidade de cruzamento entre eles. Esse campo de cruzamento produziu aproximadamente 30.000 sementes botânicas verdadeiras (Figura 1).



Figura 1. Aspecto da produção de sementes botânicas da batata-doce em campo de cruzamento na Fazenda Santa Elisa (Campinas-SP): a) florescimento e frutificação de parental; b) detalhe do fruto verde; c) detalhe do fruto seco. Foto: Peressin, V. A.; d) detalhe das sementes da família 19; e) detalhe dos frascos de armazenamento em câmara de sementes; f) detalhe das sementes da família 2-D. Foto: Feltran, J. C.

Em 2017, optou-se pelo plantio de uma amostra representativa do referido lote, resultando em uma produção de aproximadamente 2.000 clones em uma primeira etapa (2018),

sendo a seleção reduzida para os 170 melhores clones em etapa posterior (2018/2019 - Figura 2).



Figura 2. Etapas do processo de seleção de novos clones de batata-doce na Fazenda Santa Elisa (Campinas-SP): a) vista do campo de cruzamentos; b) detalhe da multiplicação dos seedlings em canteiros; c) detalhe do plantio de ramas em leiras para avaliação de uma planta; d) detalhe do viveiro de clones selecionados; e) detalhe do campo de seleção de clones (linhas de cinco plantas). Foto: Peressin, V. A.

Embora esse campo de cruzamento, iniciado em 2016 no Centro de Pesquisa de Horticultura, na Fazenda Santa Elisa, do Instituto Agrônômico (IAC), Campinas (SP), tenha gerado uma variabilidade imensa no que se refere ao formato, tonalidade de cor da polpa e da casca das raízes tuberosas da batata-doce (Figura 3), optou-se, inicialmente, por dar prioridade à seleção de um grupo

elite de 16 clones com a tonalidade de cor da polpa alaranjada. A previsão de finalização desse projeto foi agosto de 2021, com posterior pedido de registro dos materiais e disponibilização dos mesmos aos produtores de batata-doce do estado de São Paulo, em meados de 2022. Caso haja interesse, poderão ser disponibilizados aos demais produtores de batata-doce do Brasil.



Foto: Peressin, V. A.; Governo, B. R. V. e Bernacci, L. C.



Figura 3. Variabilidade de formato, tonalidade de cor da polpa e da casca das raízes tuberosas da batata-doce, do campo de cruzamento, no Centro Experimental de Campinas "Fazenda Santa Elisa - IAC, Campinas (SP).

No Polo Regional da Alta Sorocabana, em Presidente Prudente (SP), houve o cruzamento das cultivares Londrina e Uruguaiana (amplamente utilizadas na região) resultando, inclusive, em plantas filhas com características diferentes das características de seus pais. O resultado foi uma riqueza de materiais quanto a cores de casca e polpa, sabores e formatos. Os pais Londrina e Uruguaiana apresentam cor de casca roxa e cor de polpa amarelo-pálido e amarelo, respectivamente. Em um trabalho com mais de 1.500 clones oriundos de sementes botânicas foram verificadas até três cores na polpa da mesma raiz. Considerando-se a cor predominante, foram obtidas as seguintes percentagens de plantas que produziram raízes com essas cores: amarelo-pálido (43,9%); amarelo (28,0%); laranja-escuro (12,6%), laranja-intermediário (9,0%); branca (5,7%); roxa (0,4%); creme (0,2%); e laranja-claro (0,2%). A cor da película (casca) também apresentou grande variação considerando-se apenas a cor predominante de casca, foram quantificadas as seguintes percentagens de plantas que produziram raízes com as seguintes cores: roxa (71,4%), rosa (18,4%); creme (7,9%), salmão (2,0%), marrom (0,1%), amarelo (0,1%) e branca (0,1%).

Na região há maior interesse em plantas que produzam raízes com cores de casca roxa e de polpa amarelo-pálido ou amarelo, mas outros materiais também foram selecionados em função dos amplos objetivos da pesquisa. Em teste de produtividade de raízes comerciais, realizado em 2019 com apoio financeiro da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - processo 2017/03298-1), foram selecionados clones com cores de polpa amarelo ou alaranjado (Figura 4). Três clones com raízes de cor de polpa amarelo-pálido e dois de polpa laranja destacaram-se em relação aos pais. Os clones apresentaram produtividade de raízes comerciais variando entre 20,4 e 64,3 t ha⁻¹. As produtividades dos pais Uruguaiana e Londrina foram de 25,6 e 21,4 t ha⁻¹, respectivamente. Em experimento realizado em 2020, os clones continuaram apresentando elevadas produtividades comerciais, variando de 39,2 a 58,6 t ha⁻¹.

Esses clones promissores continuam sendo testados e altas produtividades comerciais continuam sendo obtidas. Espera-se que em um futuro próximo possam integrar a lista de cultivares de batata-doce consumidas pelos brasileiros.



Figura 4. Materiais de batata-doce selecionados no Polo Regional da Alta Sorocabana, Presidente Prudente (SP). Foto: Rós, A. B.

8.3. Caracterização morfoagronômica dos clones IAC em processo de seleção

Considerando a probabilidade do registro e lançamento de novas cultivares entre os diferentes genótipos de batata-doce obtidas nos campos de cruzamentos, realizados no Centro de Pesquisa de Horticultura, no Centro Experimental de Campinas "Fazenda Santa Elisa - IAC, Campinas (SP) e no Polo Regional da Alta Sorocabana, em Presidente Prudente (SP), os descritores morfoagronômicos internacionais reconhecidos para o cultivo têm sido avaliados, no Laboratório de Botânica Econômica, do Herbário IAC, buscando-se caracterizar e distinguir os diferentes clones.

Entre os cerca de 60 descritores considerados, observa-se que a quase totalidade deles apresenta-se adequada para a distinção dos diferentes clones, devido à grande diversidade originada nos cruzamentos realizados. E, apesar desta grande diversidade entre os acessos, os clones IAC se mostraram mais homogêneos e uniformes dentro de cada um deles (clone), em geral com maior homogeneidade e uniformidade do que as cultivares testemunhas.

A cor da polpa das batatas-doces alaranjadas, inclusive, variou, entre os clones, desde o laranja-claro ao laranja-escuro, sendo que era laranja-

intermediário na maioria deles. A maioria dos clones as batatas-doces apresentaram raízes tuberosas de forma oblonga, sendo de pele rosa, de intensidade intermediária, com cerca de 300 g, 15 cm de comprimento por 6 cm de largura, na média geral, e, quase não apresentaram defeitos de conformação.

Além das diferenças nas raízes tuberosas, existem diferenças morfológicas que não chegam ao supermercado e à mesa do consumidor, mas que auxiliam na distinção e reconhecimento dos diferentes clones. Por exemplo, há entre estes clones de batata-doce alaranjada do IAC plantas com folhas não lobadas até heptalobadas (com 7 lóbulos), sendo na maioria pentalobadas (com 5 lóbulos, Figura 5). As folhas novas são geralmente

verdes com a margem arroxeadada, variando de totalmente verdes a predominantemente arroxeadadas. As flores também apresentam variações apresentando a fauce branca com anel arroxeadado, variando entre totalmente esbranquiçada a totalmente roxo-pálido. Apresentam formato pentagonal no geral, variando entre semi-estreladas a arredondadas (Figura 5). Os seus estigmas são no geral localizados abaixo das anteras, podendo-se ficar abaixo delas ou claramente acima (Figura 5).

A plasticidade e diversidade encontradas nas batatas-doces é, de fato, impressionante, mostrando a riqueza e a biodiversidade encontrada no germoplasma de batata-doce do Instituto Agrônomo (IAC).

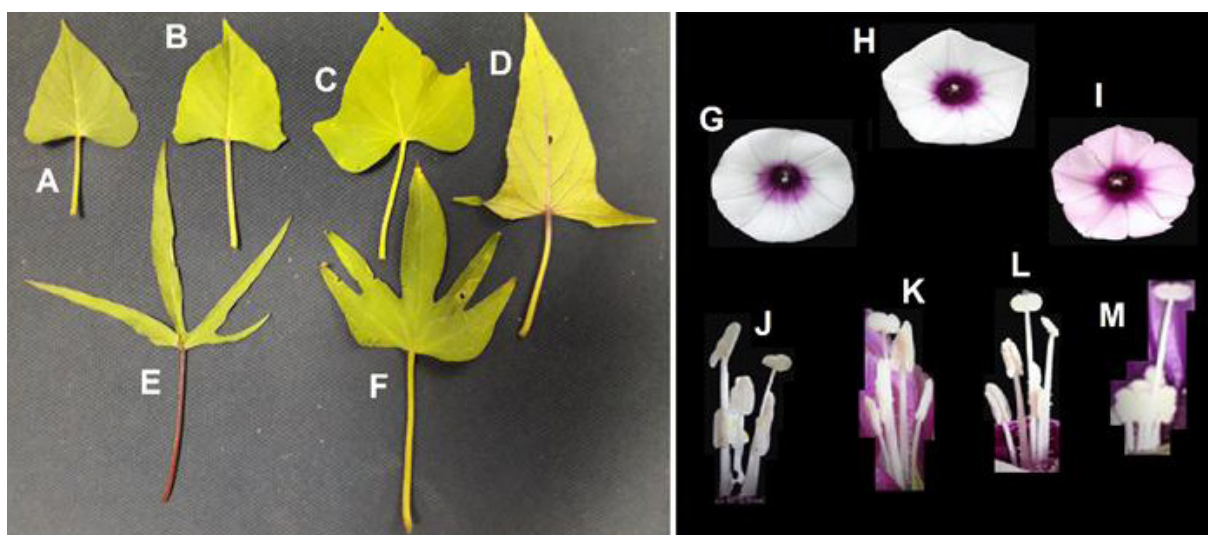


Figura 5: Mostra da variabilidade observada nas folhas (A-F) e flores (G-M), entre os clones de batata-doce do IAC em processo de seleção. Lâmina foliar: A inteira, B incipientemente trilobada, C-D trilobada, E irregularmente tetralobada, F pentalobada; Corola: G arredondada, H pentagonal, I semiestrelada. Posição do estigma: J abaixo da antera mais próxima, K na mesma altura que a antera mais próxima, L ligeiramente acima das anteras, M claramente acima das anteras. Foto: Bernacci, L. C.

9. MELHORAMENTO GENÉTICO DE MANDIOCA DE MESA: SEGURANÇA ALIMENTAR E SAÚDE PARA A POPULAÇÃO

*José Carlos Feltran¹
Valdemir Antônio Peressin¹
Cássia Regina Limonta Carvalho²
Juliana Rolim Salomé Teramoto²
Antônio Carlos Pries Devidé³
Cristina Maria Castro³
Sérgio Doná⁴
Thiago Leandro Factor¹
Sebastião de Lima Junior¹
Sally Ferreira Blat¹
Daniel Gomes⁵
Eliane Gomes Fabri¹*

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Horticultura, Campinas (SP). jose.feltran@sp.gov.br

² IAC - Centro de Pesquisa de Recursos Genéticos Vegetais, Campinas (SP).

³ APTA Regional - Polo Regional do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba (SP).

⁴ APTA Regional - Polo Regional do Médio Paranapanema, Assis (SP).

⁵ APTA Regional - Campinas (SP).



9.1. Importância econômica e social

Dados econômicos demonstram o papel fundamental da mandioca na segurança alimentar das populações, principalmente das situadas nas zonas mais carentes do ambiente tropical e sub-tropical, sendo o alimento básico de mais de 800 milhões de pessoas espalhadas pelo mundo (FAO, 2013).

Mundialmente são produzidas próximo de 304 milhões de toneladas de raízes de mandioca, desta quantidade o Brasil, quinto produtor mundial, contribui com apenas 5,8% desse volume de produção cultivando aproximadamente 1,2 milhões de hectares (FAOSTAT, 2021). No Brasil, a produção está espalhada por todo o território nacional e pode ser classificada em mandioca industrial e mandioca de mesa. No estado de São Paulo, temos as duas atividades, sendo a mandioca industrial concentrada nas regiões administrativas de Marília e Presidente Prudente, enquanto a mandioca de mesa concentra-se a produção nas regiões administrativas de Campinas e Sorocaba (IEA, 2021).

A raiz de mandioca é utilizada na alimentação humana, na forma in natura (cozidas ou fritas) e na forma processada (farinhas e féculas nativa e modificada). Na indústria alimentícia a fécula tem aplicações como espessante, geleificante, estabilizante e emulsificante; na indústria não alimentícia a fécula é

utilizada em aplicações nas áreas têxtil, papel, biopolímeros e farmacêutica. Na alimentação animal as raízes, a parte aérea e os resíduos do processamento industrial podem ser utilizados na forma de raspa, silagem e farelo de bagaço, respectivamente. Por fim, as raízes e a parte aérea, ainda, podem ser utilizadas na produção de etanol e na geração de energia térmica, respectivamente. Desta forma, pode-se verificar a importância estratégica dessa cultura para a indústria, alimentação humana e animal e para geração de energia. Por esses motivos a FAO considera a mandioca como a cultura do século XXI (FAO, 2013).

9.2. Melhoramento genético de mandioca de mesa: histórico e atualidade

No Instituto Agrônomo (IAC) estudos iniciais com a cultura da mandioca datam do final do século XIX no entanto, a partir de 1935 a dedicação foi mais acentuada com a estruturação do Programa de Melhoramento Genético de Mandioca, a formação da coleção de germoplasma, o desenvolvimento de técnicas de melhoramento genético e a seleção de novas variedades. De fato, em 1948 iniciaram-se os trabalhos de melhoramento genético em mandioca com cruzamentos controlados.

Em 1950, o IAC consolidou 15 anos de experimentação de mandioca em um trabalho que apresentava os elementos

básicos para a produção de mandioca de mesa de forma racional: variedades, espaçamento, épocas de plantio, etc. (VALLE e LORENZI, 2014).

De raízes de polpa branca a IAC 14-18 Verdinha foi obtida em 1958 por polinização aberta em SRT-454 Guaxupé (Figura 1a).

Em 1962, foi lançada a variedade com raízes de polpa branca IAC 24-2 Mantiqueira, obtida por polinização aberta em SRT-120 Santa, que foi disseminada nas principais regiões produtoras do mundo pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) como CMC-40 (Figura 1b).

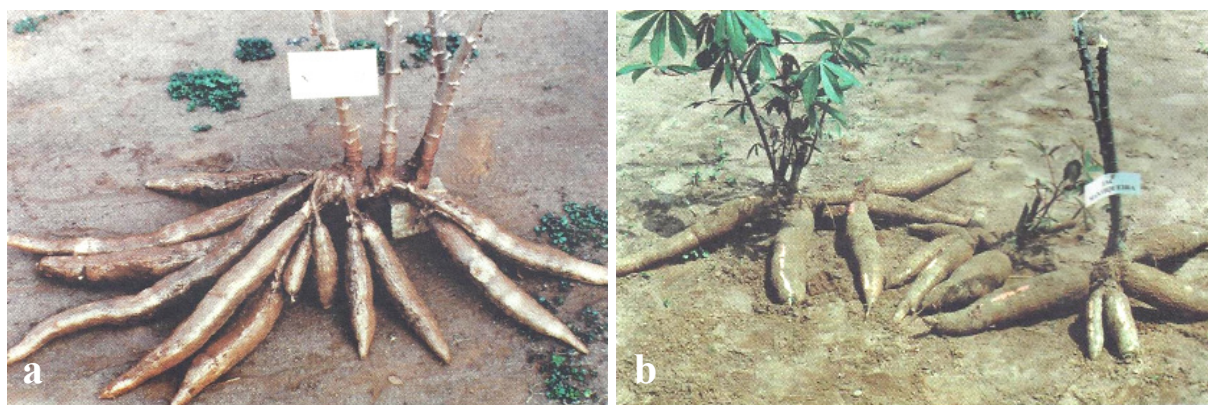


Figura 1. Aspecto visual das raízes de mandioca das variedades IAC 14-18 Verdinha (a) e IAC 24-2 Mantiqueira (b). Foto: Arquivo IAC (s.d.).

A partir de 1979 o IAC ampliou o programa de melhoramento genético tradicional e os estudos genéticos buscando aumentar a eficiência do programa com a escolha de combinações mais favoráveis dos parentais. São derivados desta época as cultivares industriais IAC 13, IAC 14 e IAC 15.

Com relação à mandioca de mesa a melhor variedade desenvolvida

pelo IAC ainda é a mandioca de mesa IAC 576-70, obtida do cruzamento das variedades SR-797 Ouro do Vale (raízes de polpa amarela) com IAC 14-18 Verdinha (raízes de polpa branca). Buscou-se com este cruzamento uma cultivar que associasse bom desempenho agrícola, com produtividade, estabilidade, resistência a doenças e com raízes amarelas.

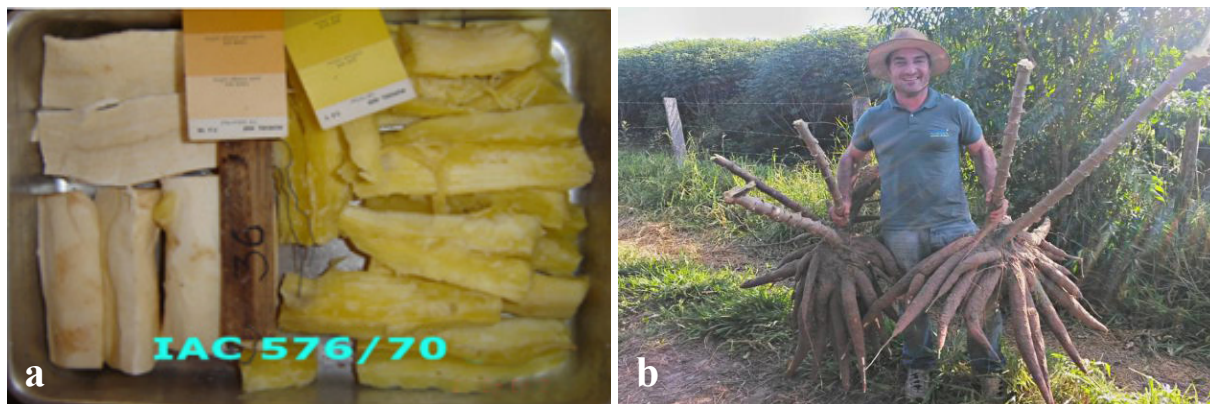


Figura 2. Aspecto visual das raízes cruas (direita) e cozidas (esquerda) da variedade IAC 576-70 (a) e aspecto de duas plantas da IAC 576-70 no ponto de colheita apresentadas pelo Engenheiro Agrônomo Daniel Pio da EDR-Botucatu (b). Foto: Feltran, J. C.

Lançada em 1984 a variedade IAC 576-70 (Figura 2a e b) tem de 200 - 220 unidades internacionais (UI) de vitamina A e se destaca por sua produtividade, razoável resistência à bacteriose, aspecto das raízes, tempo de cozimento, baixo teor de ácido cianídrico e cor amarelo da polpa das raízes (VALLE e LORENZI, 2014).

Esta variedade por seus atributos superiores (teor de β -caroteno com atividade de pró-vitamina, bom descascamento, menor tempo de cozimento e massa de ótima qualidade

culinária, resistência à bacteriose, produção de raízes cilíndricas uniformes e alta produtividade) foi utilizada em cruzamentos com outras variedades amarelas objetivando a obtenção de clones com teores mais elevados de carotenoides pró-vitamínicos e com excelentes qualidades organolépticas.

Na década de 1990 diversos outros clones promissores foram obtidos no Programa de Melhoramento Genético de Mandioca do IAC objetivando a obtenção de alimentos funcionais (Figura 3).



Figura 3. Aspecto visual das raízes cozidas de diversos clones de mandioca de mesa (a, b, c), visão do teste de cozimento com diversos clones conduzidos pela Dra Teresa Losada Valle (d) e aspecto das raízes descascadas do clone IAC 6-01 (e). Foto: Carvalho, C. R. L. (a,b,c); Valle, T. L. (d) e Gomes, D. (e).

Destes foram selecionados para continuarem nos experimentos apenas os clones IAC 265-97 e IAC 108-00. Em síntese são clones com boa produtividade, baixo teor de ácido

cianídrico e com teores elevados de β -caroteno (Tabela 1). Entretanto, pelas características produtivas e pelo bom cozimento o clone IAC 28-00 também continua sendo avaliado.

Tabela 1. Características nutricionais, cianogênicas e agrônômicas de nove clones de mandioca de mesa comparativamente à variedade padrão IAC 576-70. Colheita com 10 meses

Genótipo IAC	Carotenoides totais	β -caroteno	Vitamina A	Tempo de cozimento	Potencial cianogênico	produção	Matéria seca
	($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	(UI 100 g^{-1})	(min.)	(eq.mg de HCN kg^{-1})	(t ha^{-1})	%
IAC 576-70	437,50	395,15	227	35,8 BCD	30,9 C	27,52 A	42,24
265/97	1095,40	1124,60	625	34,7 CD	27,8 C	17,90 AB	35,89
290/97	503,20	472,20	263	41,6 ABCD	38,7 BC	27,53 A	40,88
66/99	606,50	634,40	352	45,4 ABC	160,1 A	15,32 B	38,84
16/00	925,10	858,10	476	51,4 A	40,6 BC	27,10 A	36,75
27/00	1317,90	1248,70	694	51,6 A	42,4 BC	22,62 AB	42,82
113/00	566,90	648,90	361	47,9 AB	57,0 BC	21,22 AB	41,13
108/00	1426,80	1426,80	793	52,0 A	33,5 C	28,47 A	38,10
33/00	980,70	923,30	513	36,5 BCD	32,2 C	15,59 B	36,43
28/00	293,10	370,80	206	29,4 D	70,7 B	28,00 A	42,72

Fonte: Valle, T. L.

Dentre os clones avaliados em diversas épocas e locais, os clones IAC 265-97 e IAC 6-01 destacaram-se no aspecto culinário (Figura 5). O clone IAC 265-97 tem cerca de 625 UI de vitamina enquanto o clone IAC 6-01, proveniente do cruzamento entre SRT 1221 (amarelo) x IAC 576-70, uniu produtividade e características culinárias superiores, os aspectos fitotécnicos que possibilitam o cultivo em diversidade de sistemas de produção. O clone IAC 6-01 tem cerca de 800 UI de vitamina A e ficou popularmente conhecido como mandioca Ouro por causa da coloração de suas raízes (FAPESP, 2012).

Na região do Vale do Paraíba inicialmente focaram nos experimentos de avaliação de clones de mandioca de mesa oriundos de cruzamentos intervarietais, avaliados quanto à produção de raízes e outras características desde a década de 1980 (VILLELA et al., 1985). A partir do ano de 2005, novas linhas temáticas foram introduzidas neste trabalho, tais como a adubação verde, o policultivo, culturas de cobertura, o cultivo mínimo, o plantio direto e os sistemas agroflorestais.

Dentre os diversos clones comparados no Vale do Paraíba destacaram-se os clones IAC 06-01 e IAC 265-97, com raízes de cor amarelo

ouro quando cozidas. Além, disso o clone IAC 6-01, que possui porte alto e ramificação tardia e fechada a partir de 1,5 m de altura, facilita os tratos culturais, favorece o consórcio de culturas e produz cobertura uniforme

do solo, tem se destacado em avaliações realizadas nos estágios iniciais de implantação de sistemas agroflorestais (SAF) como cultura inicial na formação de reflorestamentos e na restauração ambiental.



Figura 4. Aspecto visual das raízes cozidas das testemunhas SRT Pinheirinho e IAC 576-70 e dos clones IAC 265-97 e IAC 6-01, colhidos aos 10 meses. Foto: Feltran, J. C.

Merece destaque, também, o clone IAC 108-00 com elevado potencial produtivo, rico em teor de cálcio e com teor de β -caroteno de $940 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ e quase duas vezes mais cálcio (Ca) acumulado nas raízes 884 mg kg^{-1} . No entanto, este clone apresentou problemas de cozimento, sendo utilizado apenas para outras funções como genitor, fonte para alimentação animal e para farinhas enriquecidas. Este clone já foi testado na produção de

farinha sob processamento artesanal, onde quantificou-se a perda de carotenóides pró-vitâmicos durante as etapas do processamento. Verificou-se que 60% do β -caroteno presente nas raízes amarelas permaneceram na farinha e que o consumo diário de 100 g dessa farinha representaria uma ingestão de 45% das necessidades de vitamina A de um indivíduo adulto (CARVALHO et al., 2005).



Figura 5. Aspecto visual das raízes descascadas do clone IAC 108-00 (a); visão da massa obtida após a ralação das raízes do clone IAC 108-00 (b); aspecto visual da produção artesanal da farinha no assentamento rural HortoVergel, em Santo Antônio da Posse (SP) (c) e aspecto visual da farinha do clone IAC 108-00 sendo processada artesanalmente (d). Foto: Valle, T. L.

A partir da década de 2010, ainda dentro do Programa de Melhoramento Genético de Mandioca de Mesa, foram obtidos novos clones amarelos os quais estão sendo avaliados em diversos ambientes produtivos. Dentre eles tem se destacado os clones IAC 64-10, IAC 76-10, IAC 138-10, IAC 139-10 com

relação às características produtivas e nutricionais. Estes clones após a finalização do processo de seleção, com testes de estabilidade produtiva e quantificações de carotenoides pró-vitânicos e de teores de ácido cianídrico, serão disponibilizados aos agricultores.



Figura 6. Aspecto visual das raízes cozidas das testemunhas SRT Pinheirinho e IAC 576-70 e dos clones IAC 12-10, IAC 64-10, IAC 74-10, IAC 76-10, IAC 133-10 e IAC 139-10, colhidos aos 10 meses. Foto: Feltran, J. C.

9.3. Segurança e soberania alimentar e nutricional

9.3.1. A planta de mandioca como fonte de vitaminas e minerais

A mandioca de mesa é considerada uma cultura hortícola, porém sua rusticidade é sem igual. Isto, possibilita que o cultivo seja feito em solos de baixa fertilidade natural, onde outras espécies não produziram satisfatoriamente, como ocorre na maioria da região tropical. Assim, a mandioca de mesa se tornou a base da segurança

alimentar, tradicionalmente plantada na agricultura familiar em monocultivo ou em consórcio, pois, não utiliza bem os fatores de produção nos três primeiros meses do seu ciclo, devido ao lento desenvolvimento inicial, que possibilita intercalar cultivos precoces. No entanto, solos bem equilibrados, ricos em matéria orgânica e com teores médios a altos de

fósforo são preferíveis para seu cultivo por melhorarem consideravelmente o cozimento das raízes. O uso de adubos verdes associado ao cultivo também apresenta bons resultados quantitativos e qualitativos.

Independente do sistema, o cultivo de mandioca de mesa concentra sua atenção na produção de raízes e na sua qualidade, destinadas principalmente aos mercado na forma in natura ou semi-processada (raízes descascadas), entretanto outro componente da planta

de mandioca com potencial de uso são as folhas. Estas podem ser utilizadas para alimentação humana e animal, devido ao seu alto valor nutricional.

No cultivo tradicional de mandioca a parte aérea (hastes, pecíolos e folhas) é destruída antes na colheita, servindo para a ciclagem de nutrientes. Nesta estrutura as folhas destacam-se por serem uma excelente fonte nutricional e de baixo custo de produção, pois são consideradas resíduos da produção da raiz.



Figura 7. Aspecto visual das plantas de mandioca da variedade IAC 576-70 (a); aspecto visual da plantas desfolhadas (b); aspecto visual das folhas recém-colhidas (c) e aspecto visual das folhas secas e trituradas (d). Foto: Teramoto, J. R. S.

De forma geral, as folhas, também, contêm quantidades significativas de proteína, apresentam um bom perfil de aminoácidos essenciais, possuem mais fibras insolúveis do que fibras solúveis, tem altos teores de carotenoides, sendo os mais abundantes a luteína (sem atividade de pró-vitamina A) e o β -caroteno (pró-vitamina A). Estes carotenoides estão presentes em maiores quantidades nas folhas maduras. Estudos realizados no IAC com folhas maduras da variedade IAC 576-70 e do clone IAC 6-01, demonstraram que as folhas maduras da variedade IAC 576-70 contém 13 vezes mais β -caroteno que nas raízes,

enquanto as folhas maduras do clone IAC 6-01, com raízes de polpa amarela e rico em β -caroteno, apresentavam duas vezes mais β -caroteno em relação às raízes, conforme tabela 2.

As folhas de mandioca, também, são ricas em minerais (base seca) como: potássio (1,23 a 2,3 g 100 g⁻¹), cálcio (430 a 1140 mg 100 g⁻¹), magnésio (0,26 a 0,42 g 100g⁻¹), manganês (160 a 252 ppm), ferro (15 a 27 mg 100 g⁻¹) e zinco (120 a 249 ppm). Entretanto, a composição das folhas, pode variar de acordo com fatores genéticos, ambientais e suas interações e manejos e tratamentos pós-colheita.

Tabela 2. Teor de β -caroteno nas raízes e folhas maduras de mandioca da variedade IAC 576-70 e do clone IAC 6-01, determinados em base seca e base úmida

Quantidade de β -caroteno	Base seca	Base úmida
	mg β -caroteno/100 g amostra	mg β -caroteno/100 g amostra
IAC 576-70 folha	11,6	4,32
IAC 576-70 raiz	0,72	0,35
Clone IAC 6-01 folha	11,8	4,63
Clone IAC 6-01 raiz	5,10	2,26

Fonte: Teramoto, J. R. S.

O consumo de folhas de mandioca na alimentação não constitui um hábito alimentar do brasileiro, exceto por algumas iguarias culinárias presentes em alguns locais como no estado do Pará, mas tem grande importância em países do continente africano (Camarões, República Dominicana, Congo, Libéria)

e do continente Asiático (Tailândia, Indonésia, Vietnã).

Devido ao potencial desse subproduto do cultivo de mandioca, o IAC tem avaliado o uso e os possíveis enriquecimentos de folhas de mandioca para a alimentação humana e animal,

principalmente das derivadas das plantas com altos teores de β -caroteno nas raízes, já que provavelmente as folhas além das características nutricionais descritas apresentam, também, teores elevados de β -caroteno.

9.4. Considerações Finais

A planta de mandioca tem alto potencial de uso em diversas cadeias: industrial, energia e alimentar. Planta de segurança alimentar, nativa do continente americano, pode suprir as necessidades alimentares de populações carentes e servir de fonte de vitamina A diminuindo a carência deste nutriente. Também, pode ter seu uso potencializado pela utilização das folhas como fonte suplementar de minerais, vitaminas e proteínas na alimentação humana e animal, gerando renda aos agricultores e desenvolvimento econômico no campo e bem estar à sociedade.

Referências

CARVALHO, P. R. N.; VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; SILVA, M. G. da S.; PARRA, E. B.; FELTRAN, J. C.; GALERA, J. M. S. Degradação de β -caroteno durante a produção artesanal de farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., Campo Grande, MS, 2005. **Anais [...]** Campo Grande:

Embrapa Meio-Oeste, 2005. CD-ROM.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. CIAGRI. IEA (2021). Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 13 maio. 2021.

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Mandioca vitaminada. Revista FAPESP, v. 200, n. 10, p. 100-103, 2012.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONAL. **Save and grow - Cassava:** A guide to sustainable production intensification. FAO (2013). Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3278e/i3278e.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2021.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONAL. FAOSTAT (2021). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 13 mai. 2021.

VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: contribuições do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 15-34, jan./abr., 2014.

VILELLA, O. V.; PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L.; MONTEIRO, D. A.; RAMOS, M. T. B.; SCHMIDT, N. C. Competição de clones de mandioca selecionados para mesa e indústria. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 2, p. 559-568, 1985.

10. SUCO DE UVA: POTENCIAL BIOATIVO DE SEUS POLIFENÓIS

*Mara Fernandes Moura¹
Laís Moro²
Karina Assis Camizotti³
José Luiz Hernandez¹
Marco Antonio Tecchio⁴*

¹ IAC - Centro Avançado de Pesquisa de Frutas, Jundiá (SP).
mara.moura@sp.gov.br
jose.hernandes@sp.gov.br

² USP - Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, São Paulo (SP).

³ Pós-graduanda da Universidade Estadual Paulista (FCA-UNESP), Botucatu (SP).

⁴ FCA-UNESP, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu (SP)



As uvas (*Vitis* sp) são consideradas uma das maiores fontes de polifenóis, devido a diversidade de classes de metabolitos secundários, possuindo uma composição de polifenóis muito rica tanto qualitativa como quantitativamente. Já foi bem demonstrada a associação de benefícios à saúde com o alto teor de polifenóis, os quais incluem, os flavonoides como procianidinas e antocianinas, os estilbenos, reconhecidos principalmente pelo resveratrol, entre outros.

Estes compostos bioativos possuem capacidade antioxidante, ou seja, auxiliam na proteção do organismo através da eliminação dos radicais livres que, em excesso, podem causar problemas de saúde. Estes compostos também são encontrados em seus subprodutos, como o vinho e o suco de uva.

Os consumidores estão preocupados com uma alimentação saudável, no entanto, devido ao conteúdo alcóolico, o vinho não pode ser consumido por algumas pessoas. Em pesquisas realizadas avaliando-se as atividades benéficas, da ingestão de suco de uva e vinho, surpreendentemente, foi constatado que o suco de uva também apresenta elevado potencial antioxidante, quando comparado ao vinho. Estes resultados surpreenderam diversos estudiosos, pois o processo industrial

utilizado para a elaboração do suco de uva e vinho são muito contrastantes. Especialmente devido a elaboração de suco geralmente envolver elevadas temperaturas, as quais poderiam impactar negativamente a composição destes compostos e seus efeitos para a saúde. Nesse contexto, o suco de uva apresenta-se como uma alternativa para um público amplo, composto por pessoas que não gostam, ou não podem consumir bebidas alcoólicas, como crianças, jovens, idosos e gestantes.

O mercado do suco de uva está em expansão no Brasil. A comercialização de suco de uva integral aumentou 37% de 2017 a 2019, refletindo o interesse dos consumidores por alimentos que tragam benefícios à saúde. De acordo com a Instrução Normativa nº 2013, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o suco de uva integral deve ser elaborado a partir de 100% de uvas, sendo vetada a adição de aditivos. Essas características tornam o suco de uva um aliado na saudabilidade, além de possuir características sensoriais que são apreciadas pelos consumidores.

Dentre as características sensoriais, a cor predetermina a expectativa do consumidor e está conectada a qualidade do suco, sua aceitabilidade e a intenção de compra. As antocianinas, responsáveis pela coloração do suco de uva, compõem

uma classe de flavonoides e estão presentes principalmente na película das bagas, sendo a uva, portanto, uma das principais fontes de antocianinas para a população brasileira. Apesar do processamento térmico, que é utilizado durante a elaboração e pasteurização para garantir a qualidade e segurança para o armazenamento, as antocianinas presentes no suco de uva apresentam-se como compostos com elevada capacidade antioxidante. O consumo regular de alimentos que contêm antocianinas está associado à redução do risco de doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares e o controle da doença de Alzheimer.

Outro importante grupo são os estilbenos, especialmente o resveratrol, que é reconhecido por suas propriedades anti-inflamatórias, neuroprotetivas e pela capacidade de reduzir os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) séricas e o risco de doenças cardiovasculares, entre outras patologias. As mais recentes pesquisas indicam que o resveratrol atua na ativação de diferentes formas de proteínas da família das sirtuínas, através da ativação e aumento da atividade das enzimas, podendo propiciar benefícios ao organismo e até mesmo prevenir e controlar doenças como a pré-eclâmpsia.

A pré-eclâmpsia é uma doença específica da gestação, que se manifesta após a 20ª semana. Estima-se entre 10%

e 15% das mortes maternas diretas estão associadas à pré-eclâmpsia/eclâmpsia. Estudos sugerem, que o resveratrol é capaz de prevenir modificações nas células endoteliais, que recobrem o interior dos vasos sanguíneos. Além disso, alguns derivados de resveratrol apresentam atividades biológicas similares às encontradas neste composto, demonstrando-se promissores.

Também estão presentes compostos como as aminas bioativas, que são sintetizadas nas uvas e podem ser formadas em reações decorrentes do processo de elaboração do suco e fermentação nos vinhos. Indicativos de qualidade e garantia de um bom processamento das uvas, a triptamina e a feniletilamina são aminas bioativas desejáveis, por possuírem elevada capacidade antioxidante, enquanto, algumas aminas bioativas, como tiramina e histamina, em elevadas concentrações, podem provocar efeitos adversos como dor de cabeça e outras reações alérgicas.

O suco de uva é, ainda, uma das fontes de procianidinas para a população brasileira, compostos que estão principalmente na película e semente das uvas. As procianidinas influenciam as características sensoriais dos sucos de uva, afetando a cor e sabor, pois sua concentração pode ser beneficiada pelo processamento térmico utilizado na elaboração dos

sucos. Estudos preliminares destacaram o elevado potencial antioxidante destes compostos e sua influência positiva na microbiota.

Em estudos da ingestão de suco de uva, observou-se que após uma hora do consumo, foi possível detectar aumento do status antioxidante nos voluntários. Os rápidos efeitos verificados, foram associados aos compostos presentes no suco, como os compostos fenólicos, que podem modular mecanismos oxidativos enzimáticos e não enzimáticos, sem afetar o status glicêmico. Também foi observado um efeito protetivo, do consumo de suco de uva, contra peroxidação lipídica.

No âmbito tecnológico, em função dos benefícios proporcionados à saúde, diversas propostas vêm sendo apontadas para aumentar os níveis destes compostos visto que, o consumo per capita de frutas e vegetais pela população brasileira é baixo, em comparação a outros países, representando um baixo consumo de polifenóis. Estratégias que possam ser empregadas na pré-colheita, com o intuito de aumentar a concentração destes, têm sido explorados, visando o desenvolvimento de frutos mais ricos em compostos funcionais e conseqüentemente, a elaboração de um produto biofortificado.

Atualmente, o Centro Avançado de Pesquisa de Frutas vem trabalhando

para a obtenção de um suco de uva biofortificado, através de estudos que avaliam a interação dos sistemas de condução e diferentes cultivares de uva submetidas ao tratamento com um bioestimulante na fase de pré-colheita. Este tratamento não deixa resíduos nos frutos e estimula a própria planta a produzir maiores teores de estilbenos e antocianinas, de forma a não prejudicar o meio-ambiente.

O Centro Avançado de Pesquisa de Frutas também tem trabalhado no sentido de caracterização de acessos da coleção de germoplasma para seleção de genitores para o programa de melhoramento de uvas para suco. Nesse contexto, tem desenvolvido pesquisas em colaboração com Unicamp, UNESP, Centro de Pesquisa de Alimentos da USP e com os Centros de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, de Ecofisiologia e Biofísica e de Recursos Genéticos Vegetais, do IAC. São pesquisas para caracterização e identificação de genótipos com elevados teores de antocianinas totais e compostos antioxidantes.

Além da técnica mencionada anteriormente, pesquisas relatam que a adição de sementes de videiras proporciona um aumento no teor de polifenóis e na atividade antioxidante, conseqüentemente aumentando o potencial bioativo do suco, o que ocorre devido a semente conter cerca de 60% dos compostos fenólicos presentes na

uva. Durante o processamento do suco, aspectos como temperatura e tempo de extração são de grande importância, de modo a influenciar o rendimento do processo e promover a solubilidade dos compostos fenólicos presentes na uva, proporcionando elevada capacidade antioxidante. Posteriormente ao processo de extração, o resfriamento rápido do suco contribui para evitar a degradação dos polifenóis extraídos, em especial as antocianinas.

Além disso, estudos de manejo cultural, sistemas de condução e utilização de combinações copas e porta-enxertos para incrementar a produção de uvas com maior teor de compostos fenólicos também têm sido realizados em parceria com a UNESP e Centro de Pesquisa de Seringueira e Sistemas Agroflorestais. Pesquisadores e alunos da UNESP e IAC, em pesquisa conjunta, trabalhando com a elaboração de sucos de uva das cultivares BRS Violeta e Isabel Precoce, observaram melhores índices de cor para o suco elaborado com a variedade híbrida 'BRS Violeta', a qual também apresentou melhores características de sólidos solúveis, acidez titulável, maior teor de polifenóis totais e antocianinas totais, sendo uma excelente alternativa para utilizar em cortes, mistura de cultivares em diferentes proporções, com sucos de cultivares com deficiência de coloração. A avaliação do suco

das cultivares IAC 138-22 Máximo e BRS Violeta, demonstrou que ambas se apresentam como excelentes alternativas para misturas com uvas rosadas para agregação de cor na elaboração de sucos, no entanto, a cultivar BRS Violeta apresenta maior capacidade de incrementar os potenciais bioativos dos sucos.

Em estudo de elaboração de suco de uva integral monovarietal, ou seja, apenas com a cultivar Isabel Precoce e também cortes com 20% de cultivares como BRS Cora e BRS Violeta, foi observado durante a análise sensorial, que apesar dos cortes não influenciarem nas características de corpo, aroma, sabor, e impressão global dos sucos, houve uma melhora significativa na coloração das amostras que foram feitos os cortes, além de apresentar melhor aceitação pelo consumidor, quando comparado ao suco monovarietal de 'Isabel Precoce'.

Pesquisas realizadas com cultivares tintas de *V. labrusca* L., as quais são utilizadas para a elaboração de sucos no Brasil, evidenciam que, sucos produzidos com uvas de sistema de cultivo orgânico, apresentam maiores teores dos polifenóis resveratrol, antocianinas e taninos, quando comparado ao suco de uvas de cultivo convencional. Isso ocorre, pois o não uso de defensivos químicos no cultivo torna as plantas mais suscetíveis ao ataque de patógenos e,

como mecanismo de defesa, as videiras produzem maiores quantidades de metabólitos secundários, aumentando a concentração de compostos bioativos nas bagas.

Diante do exposto verifica-se que, as diferentes pesquisas são essenciais para auxiliar na escolha da cultivar e manejo adequados para o processamento e para nortear o

processo de produção, permitindo a elaboração de sucos de uva de melhor qualidade. Além disso, a utilização de diferentes cultivares propicia uma composição físico-química variada que permite a obtenção de sucos com diferentes atributos sensoriais podendo, dessa forma, contribuir para melhor aceitação e, conseqüentemente, aumento do consumo per capita.



Figura 1. Envase de suco de uva extraído pelo método de arraste de vapor.



Figura 2. Armazenamento de amostras de suco de uva para monitoramento de qualidade.



Figura 3. Variedade Concord conduzida pelo sistema de condução espaldeira.



Figura 4. Variedade BRS Violeta conduzida pelo sistema de condução latada.

Referências

- BARBALHO, S. M.; BUENO OTTOBONI, A. M. M.; FIORINI, A. M. R.; GUIGUER, E. L.; NICOLAU, C. C. T.; GOULART, R. A.; FLATO, U. A. P. Grape juice or wine: which is the best option? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 22, p. 3876-3889, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1710692>.
- BORGES, R. S.; PRUDÊNCIO, S. H.; ROBERTO, S. R.; ASSIS, A. M. Avaliação sensorial de suco de uva cv. Isabel em cortes com diferentes cultivares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 584-591, 2011. DOI: <https://doi:10.1590/s0100-29452011000500080>.
- BUB, A.; WATZL, B.; HEEB, D.; RECHKEMMER, G.; BRIVIBA, K. Malvidin-3-glucoside bioavailability in humans after ingestion of red wine, dealcoholized red wine and red grape juice. **European Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 113-120, 2001. DOI: <https://doi:10.1007/s003940170011>.
- CALDEIRA-DIAS, M.; MONTENEGRO, M. F.; BETTIOL, H.; BARBIERI, M. A.; CARDOSO, V. C.; CAVALLI, R. C.; SANDRIM, V. C. Resveratrol improves endothelial cell markers impaired by plasma incubation from women who subsequently develop preeclampsia. **Hypertension Research**, v. 42, n. 8, p. 116-1174, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41440-019-0243-5>.
- CARNAUBA, R. A.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M. (2021). Erratum: Estimated dietary polyphenol intake and major food sources of the Brazilian population, **British Journal of Nutrition**, v. 126, n. 3, p. 441-448 (2020) DOI: [10.1017/S0007114520004237](https://doi.org/10.1017/S0007114520004237). **British Journal of Nutrition**, v. 126, n. 11, p. 176 (2020), 2021. <https://doi.org/10.1017/S0007114521000507>.
- DANI, C.; OLIBONI, L. S.; VANDERLINDE, R.; BONATTO, D.; SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. P. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically or conventionally produced grapes. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, n. 12, p. 2574-2580, 2007. DOI: <https://doi:10.1016/j.fct.2007.06.022>.
- DAL MAGRO, L.; GOETZE, D.; RIBEIRO, C. T.; PALUDO, N.; RODRIGUES, E.; HERTZ, P. F.; KLEIN, M. P.; RODRIGUES, R. C. Identification of Bioactive Compounds From *Vitis labrusca* L. Variety Concord Grape Juice Treated With Commercial Enzymes: Improved Yield and Quality Parameters. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 2, p. 365-377, 2015. DOI: <https://doi:10.1007/s11947-015-1634-5>.
- FLAMINI, R.; MATTIVI, F.; ROSSO, M.; ARAPITSAS, P.; BAVARESCO, L. Advanced Knowledge of Three Important Classes of Grape Phenolics: Anthocyanins, Stilbenes and Flavonols. **International Journal**

of Molecular Sciences, v. 14, n. 10, p. 19651-19669, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms141019651>.

GOMEZ, H. A. G.; MARQUES, M. O. M.; BORGES, C. V.; MINATEL, I. O.; MONTEIRO, G. C.; RITSCHER, P. S.; LIMA, G. P. P. Biogenic Amines and the Antioxidant Capacity of Juice and Wine from Brazilian Hybrid Grapevines. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 75, n. 2, p. 258-264, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00811-5>.

JACKSON, R. S. Chemical constituents of grapes and wine. In: **Wine Science: Principles and Applications** (3 ed.). San Diego: Academic Press, p. 270-331, 2008.

JOHNSTON-COX, H.; MATHER, P. J. Cardiovascular Disease and Alcohol Consumption. **The American Journal of the Medical Sciences**, v. 355, n. 5, p. 409-410, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2018.01.016>.

MELLO, L. M. R. DE; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2019. **Panorama**, v. 1, n. 1, p. 15-18, 2020. DOI: <https://doi.org/ISSN 1808-6802>.

MONTEIRO, G. C. **Fitoquímica e perfil sensorial de sucos de uvas e seus subprodutos**. 2020. 25 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Botucatu, 2020.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de uva**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2007. 45 p.

SILVA, G. G.; NASCIMENTO, R. L.; OLIVEIRA, V. S.; ARAÚJO, A. J. B.; OLIVEIRA, J. B.; PEREIRA, G. E. Características físico-químicas de sucos de uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Violeta' elaborados no Nordeste do Brasil. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 6., 2011, Petrolina. **Anais [...]**. Petrolina: Embrapa Semiárido.

TOALDO, I. M.; CRUZ, F. A.; ALVES, T. L.; GOIS, J. S.; BORGES, D. L. G.; CUNHA, H. P.; SILVA, E. L.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food Chemistry**, v. 173, p. 527-535, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.171>.

TOALDO, I. M.; FOGOLARI, O.; PIMENTEL, G. C.; GOIS, J. S.; BORGES, D. L. G.; CALIARI, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 1-8, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.028>.

VINSON, J. A.; TEUFEL, K.; WU, N. Red wine, dealcoholized red wine, and especially grape juice, inhibit atherosclerosis in a hamster model. **Atherosclerosis**, v. 156, n. 1, p. 67-72. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0021-9150\(00\)00625-0](https://doi.org/10.1016/s0021-9150(00)00625-0).

11. LABORATÓRIOS DE SOLOS, FERTILIZANTES E RESÍDUOS DO IAC

*DO SOLO À PLANTA:
DIAGNÓSTICOS QUE AUXILIAM
A PRODUÇÃO NO CAMPO, A
SEGURANÇA ALIMENTAR E A
SAÚDE DA POPULAÇÃO BRASILEIRA*

Aline Renée Coscione¹

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Solos e Recursos Ambientais/Unidade Laboratorial de Referência. aline.coscione@sp.gov.br



A Unidade Laboratorial de Referência (ULR) Laboratórios de Solos, Fertilizantes e Resíduos do Instituto Agrônomo (IAC) é uma unidade de referência para processos e métodos de análises focada na inovação, visando à atualização e ao aperfeiçoamento de métodos e técnicas de análises de atributos físicos, químicos e microbiológicos de solo, substratos, fertilizantes e resíduos aplicados na agricultura. Ela é constituída por 6 laboratórios, administrados por pesquisadoras especializadas em sua área de atuação, sendo: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Substratos, Microbiologia do Solo, Física do Solo e Fertilizantes e Resíduos. Os laboratórios que compõem a ULR surgiram em épocas distintas em função da necessidade de atender demandas específicas tanto no atendimento ao agricultor, verificando o teor de nutrientes disponíveis para as plantas como base de recomendação para adubações, quanto a aspectos ambientais ligados a reutilização de resíduos que podem ser empregados como fertilizantes. Estes laboratórios estão cadastrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a prestação de serviços, sendo que alguns deles já foram ou mantêm reconhecida qualidade de seus serviços atestada pela acreditação na norma ISO17025, concedida pela CGCRE-Inmetro.

O Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de plantas foi pioneiro no Brasil e existe desde a fundação do IAC em 1887. O Laboratório de Física do Solo, também pioneiro, vem desde

o início dos anos 80, apoiando as pesquisas em manejo e conservação dos solos, incluindo os estudos sobre erosão e qualidade física. Lançou em 1986 o primeiro boletim reunindo os métodos de análise selecionados para uso em laboratórios e nos campos experimentais. Os Laboratório de Fertilizantes e Resíduos e o de Substratos avaliam a conformidade de fertilizantes, substratos, condicionadores de solo, corretivos de acidez e sodicidade, e resíduos com potencial de uso agrícola frente as legislações nacionais como instrumento de inovação tecnológica, através da realização de ensaios químicos e físicos, ensaios de incubação para mineralização de carbono e de nitrogênio, determinação de teores semi-totais de elementos em solos para monitoramento ambiental e desenvolvimento e testes de novos métodos de análise de fertilizantes junto ao MAPA. O foco dos serviços prestados pelo Laboratório de Microbiologia do Solo é a avaliação de indicadores microbianos em solo, substratos, fertilizantes, resíduos orgânicos e compostos orgânicos com potencial de uso agrícola, para fins de sanidade e caracterização da microbiota. Além da prestação de serviços analíticos para representantes de fabricantes, associações de produtores de fertilizantes, laboratórios privados e consultorias agrícolas e ambientais, os laboratórios realizam cursos e treinamentos na teoria dos métodos analíticos visando inovação e difusão tecnológica para melhoria dos insumos agrícolas, práticas de manejo sustentável e proteção ambiental.

12. NIT: PARCERIAS PARA INOVAÇÃO

Lilian Cristina Anefalos¹

¹ IAC - Núcleo de Inovação Tecnológica, Campinas (SP). lilian.anefalos@sp.gov.br



Dentre as atividades econômicas de maior destaque e desenvolvimento socioeconômico brasileiro, insere-se o setor agrícola. É fato que o aprimoramento gradativo e contínuo desse setor tem ocorrido a partir de ações estratégicas de inovação. O termo "inovação" tem sido muito utilizado atualmente, para caracterizar ações de sucesso. Há vários conceitos e definições atrelados ao termo "inovação". De forma mais ampla, para a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e pelo Manual de Oslo (OCDE, 2005) inovação é a *"implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas"*.

A partir da Lei de Inovação e, mais especificamente, do Decreto de Inovação, tem havido um incremento de novas formas de parcerias para efetivar a inovação. Nesse sentido, a composição de forças e temas-chave, por meio de hélices para inovação, têm sido a base para implementação de modelos para planos de PD&I.

O modelo mais buscado, atualmente, é a tripla hélice para inovação, com o intuito de alavancar diferentes segmentos de parcerias, a partir do fortalecimento da interação entre o setor privado, o governo e as

instituições de pesquisa e de ensino, com vistas ao desenvolvimento e aplicação do conhecimento e incubação e aceleração de empresas e de novos empreendedores (startups e/ou spin-offs). Vale acrescentar que já estão sendo delineados modelos mais amplos, com relação à sua interação com a sociedade civil e à mitigação de efeitos do aquecimento global e as soluções de questões de sustentabilidade, cujos modelos estão relacionados à quádrupla e quádrupla hélices. Em resumo, soluções bem-sucedidas têm sido obtidas a partir de alianças estratégicas entre os geradores de conhecimento e tecnologia e aqueles que a comercializam no mercado, que atuam à jusante ou à montante na cadeia produtiva.

Nesse sentido, para promover a inovação tecnológica, a partir de ampla divulgação dos resultados de P&D, o Instituto Agrônomo tem se modernizado e melhorado seu ambiente interno para promover ações de estímulo ao empreendedorismo no IAC¹, com vistas a fortalecer negócios inovadores no setor agrícola e acelerar o processo de criação de micro e pequenas empresas, caracterizadas pela inovação tecnológica, pelo elevado conteúdo tecnológico de seus produtos, processos e serviços, bem como pela utilização de modernos métodos de gestão. Mais especificamente, em consonância com a legislação relativa ao fomento da inovação², as ações pró-inovação tem buscado:

❖ Incentivar a transferência de tecnologia, inclusive com licenciamento de tecnologia IAC;

❖ Realizar a transferência de conhecimento e a difusão de tecnologias, com a sua disseminação por meio de publicações científicas, técnico-científicas e, também, com a organização e participação de eventos dirigidos a públicos-alvo diversificado, como reuniões técnicas, incluindo dias de campo, seminários, workshops e congressos. Para haver um canal direto com o setor produtivo, há um rol de treinamentos e capacitações oferecidos pela instituição para contribuir para uma formação especializada de recursos humanos;

❖ Realizar projetos de PD&I para o desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços tecnológicos, por intermédio de ações de cooperação mútua e formação de parcerias com instituições de ensino e pesquisa, com as organizações do setor privado, incluindo novos empreendedores (startups, spin-offs), nos âmbitos nacional e internacional, visando fortalecer o intercâmbio com os parceiros para otimizar o desenvolvimento tecnológico e inovação;

❖ Realizar prestação de serviços técnicos especializados, que envolvam a produção de criações e novas tecnologias, bem como os serviços complementares ou instrumentais à

tecnologia desenvolvida, tais como medição tecnológica, testes, certificações, pesquisas, estudos e projetos destinados à execução e exploração da invenção ou tecnologia e/ou atividades inerentes ao sistema produtivo (de acordo com a Política de Inovação do IAC - Portaria IAC nº 25, de 10 de setembro de 2018);

❖ Realizar ações de apoio e fomento de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento regional no estado de São Paulo, e de outras regiões do Brasil, com foco em: geração de emprego e renda, criação de polos produtivos de desenvolvimento regional, fortalecimento do setor agrícola, e formação de novos empreendedores, propiciando o estabelecimento de bases empresariais competitivas.

❖ Criar, implantar e consolidar ambientes promotores da inovação e incubadoras de empresas, como forma de incentivar o desenvolvimento tecnológico, o aumento da competitividade e a interação entre as empresas, em conformidade com o artigo 5º da Política de Inovação do IAC - Portaria IAC nº 25, de 10/09/2018.

Desta forma, as atribuições do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) não consiste apenas em fornecer instrumentos jurídicos adequados para fomentar as parcerias, mas tem como ponto estratégico facilitar o entendimento do processo como um todo e o acesso aos produtos, processos

e serviços tecnológicos desenvolvidos pelo IAC e como estão disponíveis ao setor produtivo. Assim, esses materiais desenvolvidos em formato bem simples e acessível, como um veículo on-line de vitrine tecnológica, adequado às estratégias da comunicação e divulgação atuais, na web, nas redes sociais, nos

dispositivos móveis, de fácil busca e compartilhamento, possibilitando, assim, que as demandas do setor encontrem, mais facilmente, as ofertas tecnológicas do IAC em PD&I. Assim, foram elaboradas duas ferramentas de suporte à gestão de PD&I, disponibilizadas on-line, na página do IAC, em setembro de 2020:



✓ **Guia Básico do NIT-IAC**, apresentando de forma simplificada e direta qual é o escopo de atuação da instituição na área de parcerias e facilitar o acesso às orientações básicas para desenvolvimento de parcerias em PD&I e proteção de tecnologias.

Este Guia está disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/nit/documentos.php>

Portfólio de Tecnologias Instituto Agrônomo - IAC/SAA

- Cultivares
- Patentes
- Quarentenário
- Produtos e Serviços com Marca Registrada®
- Serviços Laboratoriais



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

✓ **Portfólio de Tecnologias IAC**, com o propósito de registrar e divulgar as inovações geradas pelos pesquisadores do IAC e facilitar o acesso para parcerias com empresas e outras instituições.

Com a colaboração dos pesquisadores do IAC, inventores e responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos, processos e serviços e os responsáveis técnicos pelo Quarentenário e laboratórios IAC, reunimos neste portfólio informações como o título da tecnologia, perfil tecnológico, área de aplicação, características, diferencial e vantagens das principais cultivares IAC (registradas

ou protegidas), patentes concedidas ou com pedidos em análise junto ao INPI e, de nossos produtos e serviços com marca registrada e dos serviços de quarentena e dos laboratórios IAC, incluindo links que levam a informações completas na página do IAC/respectivo laboratório. Esse Portfólio está disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/nit/portifolio.php>.

Neste portfólio estão incorporados elementos relativos aos **Níveis de Maturidade Tecnológica** (TRL - *Technology Readiness Level*), conforme mostra a figura 1, que estão relacionados ao ciclo de vida de um

Agradecimentos

A elaboração dos materiais apresentados neste texto - Guia Básico do NIT-IAC e Portfólio de Tecnologias IAC foi realizada por Lorena Cristina Cassiano (estagiária no período de junho/2019 a janeiro/2021), em conjunto com Janice A. Paulo e

Caroline Porto, como parte das ações da equipe do NIT-IAC. A construção do Portfólio de Tecnologias contou com a valiosa colaboração dos pesquisadores do IAC, inventores e responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos, processos e serviços IAC apresentados nesse material.

¹Ambientes promotores da inovação - "espaços propícios à inovação e ao empreendedorismo, que constituem ambientes característicos da economia baseada no conhecimento, articulam as empresas, os diferentes níveis de governo, as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação, as agências de fomento ou organizações da sociedade civil, e envolvem duas dimensões: a) ecossistemas de inovação - espaços que agregam infraestrutura e arranjos institucionais e culturais, que atraem empreendedores e recursos financeiros, constituem lugares que potencializam o desenvolvimento da sociedade do conhecimento e compreendem, entre outros, parques científicos e tecnológicos, cidades inteligentes, distritos de inovação e polos tecnológicos; e b) mecanismos de geração de empreendimentos - mecanismos promotores de empreendimentos inovadores e de apoio ao desenvolvimento de empresas nascentes de base tecnológica, que

envolvem negócios inovadores, baseados em diferenciais tecnológicos e buscam a solução de problemas ou desafios sociais e ambientais, oferecem suporte para transformar ideias em empreendimentos de sucesso, e compreendem, entre outros, incubadoras de empresas, aceleradoras de negócios, espaços abertos de trabalho cooperativo e laboratórios abertos de prototipagem de produtos e processos;" (artigo 2º. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018).

²Especificamente, relativo ao Decreto Estadual nº 62.817/2017, que regulamenta a Lei federal nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, no tocante a normas gerais aplicáveis ao estado, assim como a Lei Complementar nº 1.049, de 19 de junho de 2008, e dispõe sobre outras medidas em matéria da política estadual de ciência, tecnologia e inovação, e ao Decreto Estadual nº 60.286/2014, que institui e regulamenta o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação - SPAI.



13. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC)

Ação pioneira da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo que traz inovação à agricultura tropical e subtropical por meio da formação de recursos humanos.

Aline Renée Coscione¹

¹ IAC - Pesquisadora científica, coordenadora do PPG-IAC. pgiac@iac.sp.gov.br

Criado em 1999, o Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agrônomo (PPG-IAC) tem como meta principal capacitar e atualizar, com visão científica e tecnológica, profissionais de nível superior em ciência agrárias e áreas correlatas, com base na experiência de 134 anos de pesquisa agroambiental no estado de São Paulo. A implementação desse programa pode ser considerada uma ação pioneira, uma vez que o IAC foi o primeiro instituto de pesquisa, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, a ter um curso de pós-graduação *stricto sensu*. Os mestres e doutores formados no IAC atuam com excelência em atividades de ensino superior e de pesquisa em instituições públicas e privadas, integrando conhecimento teórico adquirido na PPG-IAC com a resolução de problemas práticos, visando assim, atender atuais demandas socioeconômicas por inovações tecnológicas na agricultura. O objetivo do PPG-IAC é formar profissionais capazes de gerar e transferir ciência, tecnologia e produtos para otimização dos sistemas de produção

agrícola, que ao mesmo tempo ofereçam sustentabilidade ambiental, desenvolvimento socioeconômico e segurança alimentar. As dissertações e teses do PPG-IAC têm caráter inovador, pois são parte integrante de projetos de pesquisa desenvolvidos na instituição, em três áreas de concentração: Gestão de Recursos Agroambientais, Melhoramento Genético Vegetal e Biotecnológica, e Tecnologia da Produção Agrícola. Dada sua importância, o programa conta com apoio de instituições de fomento, como CAPES, FAPESP, CNPq além da iniciativa privada e já formou mais de 450 mestres e 70 doutores ao longo dos seus 22 anos de existência. Novos alunos de Mestrado são selecionados anualmente nos meses de novembro/dezembro, enquanto novos alunos de Doutorado são admitidos ao longo de todo o ano letivo. Embora a pandemia de Covid tenha levado as aulas ao formato remoto, também proporcionou a avaliação das teses e dissertações do PPG-IAC por um número maior de professores e cientistas de outras instituições, contribuindo para elevar a qualidade dos estudos realizados por nossos alunos.

BRAGANTIA

14. BRAGANTIA: REVISTA CIENTÍFICA DO INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC)

Gabriel Constantino Blain¹

¹ IAC - Centro de Pesquisa de Ecofisiologia e Biofísica, Campinas (SP).
gabriel.blain@sp.gov.br

Diferentemente de veículos exclusivamente destinados à comunicação de resultados de pesquisas, revistas científicas com política editorial seletiva, são parte integrante do processo de validação dos resultados de pesquisas. Essa última afirmação baseia-se no fato de que para ser publicado em tais veículos, um estudo deve ter qualidades científicas, tais como adequação de material e métodos, robustez matemático-estatística e reprodutibilidade (entre outros), comprovadas ao longo do processo de “revisão por pares”. Nesse aspecto, o periódico científico no qual os resultados de determinado estudo são publicados atua como chancela da qualidade e alcance dos mesmos. Essa chancela é usualmente comprovada pela indexação em importantes bases bibliográficas nacionais e internacionais. Nesse aspecto, a Revista BRAGANTIA, do Instituto Agrônomo (IAC/APTA/SAA-SP) é um caso de sucesso.

BRAGANTIA é um periódico científico editado pelo Instituto Agrônomo (IAC/APTA/SAA-SP) e criado em 1941 (Figura 1) com a missão de publicar textos originais que contribuam para o desenvolvimento das ciências agrárias. Bragantia é um dos mais tradicionais e respeitados periódicos brasileiros e este ano completa 80 anos de contribuições ao avanço do conhecimento científico brasileiro. A revista é indexada pelas mais importantes bases bibliográficas nacionais e internacionais, tais como: Qualis/

Capes, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Scopus* (Elsevier) e *Web of Science* (Clarivate Analytics). É importante ressaltar que essa última base é usualmente vista como o indexador científico mais importante do planeta, agregando periódicos como *Science* e *Nature*.

Bragantia possui um quadro de editores científicos oriundos de diversos países, tais como Alemanha, Argentina, Austrália, Brasil, Chile e Estados Unidos. Esse fato demonstra que os trabalhos publicados nessa revista pelo IAC, ligado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo são avaliados com rigor científico compatível com padrões internacionais. A média anual de manuscritos submetidos à Bragantia é próxima à 500 trabalhos, ao passo que o número médio anual de publicações é de apenas 60 artigos. Essa característica comprova o elevado rigor científico da Bragantia e evidencia o desejo que a comunidade científica nacional e internacional tem em publicar seus trabalhos em nosso periódico. Todo acervo científico da Bragantia (desde 1941) está disponível em <https://www.scielo.br/j/brag/grid>, o qual pode ser acessado via site do IAC. Além da relevância científica de cada artigo publicado, esse acervo de 80 anos de publicações contínuas e interrompidas é um registro histórico da evolução científica das ciências agrárias brasileira.

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. I

Campinas, Janeiro de 1941

N.º 1

Figura 1. Primeira edição da revista BRAGANTIA.



15. CLÍNICA FITOPATOLÓGICA DOS CITROS

*Helvecio Della Coletta Filho¹
Fabiana Gonçalves de Alencar¹
Valdenice Moreira Novelli¹*

¹ IAC - Centro Avançado de Pesquisa de Citros "Sylvio Moreira", Cordeirópolis (SP).
hdcoletta@ccsm.br

As atividades da Clínica Fitopatológica (CF), por meio do do Centro Avançado de Pesquisa de Citros "Sylvio Moreira" - IAC, atua no desenvolvimento, otimização e aplicação de técnicas para diagnóstico de fitopatógenos em citros, atendendo à comunidade citrícola, desde produtores, viveiristas, exportadores, técnicos e pesquisadores. No final da década de 90, paralelo às discussões sobre a necessidade de se produzir e monitorar o material de propagação cítrico livre de patógenos e mais intensamente após 2003, com a formalização no estado de São Paulo da produção mandatória de material propagativo cítrico em ambiente protegido, a CF vem trabalhando no intuito de atender tanto as demandas do setor quanto a de organizações governamentais (estadual ou federal) com ações de defesa vegetal. Neste caminho tem sempre priorizado a qualidade nos produtos gerados e nos resultados obtidos das análises, com total imparcialidade e confidencialidade assim como rastreabilidade das análises. Neste sentido foi um dos laboratórios de diagnóstico fitossanitário pioneiros no estado de São Paulo a conquistar o selo Ensaio ABNT NBR ISO/IEC 17025 conferido pela Coordenação Geral de Acreditação - CGCRE do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO (http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/detalhe_laboratorio.asp?nom_apelido=CENTRO+DE+CITRICULTU) sob o certificado CRL nº 1.143.

A CF está instalada em um ambiente que possibilita uma separação física na realização de cada método de diagnose presente no escopo, assim como atividades de análises dentro do método,

quando necessário, atender as normas de ISO/IEC 17025. Em sendo uma atividade imprescindível para a movimentação do setor de produção de mudas cítricas e exportação de frutos in natura, mesmo com os desafios impostos pela pandemia da Covid-19 as atividades da CF se mantiveram em curso, muito em função da possibilidade das analistas em trabalharem em ambiente fisicamente delimitados, garantindo sua segurança no ambiente de trabalho no que tange ao distanciamento.

Todos os equipamentos utilizados na CF são calibrados na Rede Brasileira de Calibração (RBC) atendendo métodos de diagnóstico por técnicas moleculares (PCR e PCR quantitativo em tempo real - qPCR), serológicas (ELISA) e microscópicas. O escopo de diagnóstico molecular compreende as bactérias *Candidatus Liberibacter* sp. (HLB ou greening dos citros), *Xylella fastidiosa* (CVC), *Xanthomonas citri* subsp *citri* (Cancro cítrico) e o fungo *Phyllosticta citricarpa* (Pinta Preta dos Citros). As diagnoses do oomiceto *Phytophthora spp.* (gomose) e dos nematoides parasitas de citros são realizadas por microscopia. Assim, com este escopo a CF visa auxiliar o citricultor quanto a dúvidas sobre a ocorrência de patógenos nos pomares, contribuir com o programa de exportação de frutas frescas no que tange ao diagnóstico de pragas quarentenárias exigidos pelos países importadores, e principalmente no monitoramento da qualidade fitossanitária do material de propagação no programa de mudas certificadas do estado de São Paulo, também atendendo a outros estados do Brasil.

16. QUARENTENÁRIO IAC

Christina Dudienas¹
Roberta Pierry Uzzo¹
Martha Maria Passador²
Barbara Negri²



¹ IAC - PqCs. Responsáveis Técnicas do Quarentenário IAC, Campinas (SP).
christina.dudienas@sp.gov.br
roberta.uzzo@sp.gov.br

² quarentenaiaac@iac.sp.gov.br

A introdução no Brasil de materiais vegetais de outros países para fins de pesquisa científica é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que determina a obrigatoriedade de quarentena. Isso se deve à necessidade de se evitar a introdução de pragas exóticas (insetos, fungos, bactérias, vírus, nematoides, plantas daninhas) que têm potencial de causar grandes prejuízos à agricultura brasileira.

O Quarentenário IAC é uma Estação Quarentenária credenciada pelo MAPA através da Portaria nº 56, de 11 de maio de 1998 para realização dessas quarentenas. Segue normas rigorosas de funcionamento, fundamentadas nas Normas Internacionais para Medidas Fitossanitárias (NIMF 34).

Possui instalações adequadas, como câmaras frias, freezers e geladeiras para armazenamento da quantidade total de material importado, laboratórios e casas de vegetação, salas de incubação de material in vitro, adaptados às normas de segurança fitossanitária e ambiental. Os testes fitossanitários são realizados por uma equipe de pesquisadores científicos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, especializados nas diferentes áreas de sanidade vegetal: Fitopatologia, Virologia, Biologia Molecular, Nematologia, Entomologia, Patologia de Sementes, Matologia e Cultura de Tecidos.

Os usuários desse trabalho são empresas privadas e instituições públicas que atuam na área de pesquisa científica em agricultura.

Antes do recebimento dos materiais, as empresas ou instituições públicas

seguem um protocolo coordenado pelo MAPA de solicitação de autorização para importação, providenciando uma documentação para trâmite internacional de materiais vegetais e solicitam um aceite do Quarentenário, que atenderá ao pedido conforme sua capacidade de trabalho e armazenamento. Deve haver uma sincronização das ações, para que não se exceda a capacidade de trabalho e armazenamento do material e os testes sejam realizados com agilidade e segurança fitossanitária.

Após a realização dos testes e, sendo constatada a ausência de pragas quarentenárias, é emitido pelo Quarentenário um laudo final de sanidade e, após autorização do MAPA, os materiais são liberados aos importadores.

De modo geral, o tempo necessário para a realização de todos os testes varia de um mês, para sementes e materiais in vitro, a seis meses, para plantas perenes propagadas por estacas. Em alguns casos, quando há suspeita de algum tipo de contaminação, pode haver aumento do período necessário de quarentena.

Em 2020, o Quarentenário recebeu 9.972 acessos para pesquisa científica no país. Em 2021, até junho, foram introduzidos aproximadamente 5.000 acessos. A quantidade foi reduzida grandemente em relação a anos anteriores, pela drástica diminuição do trânsito internacional devido à pandemia de Covid-19.

A partir de março de 2021 houve um aumento de solicitação de cartas de aceite, indicando uma retomada das atividades de pesquisa científica na área de agricultura.

Instituto Agrônômico
Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento
Av. Barão de Itapura, 1.481
13020-902 - Campinas (SP) BRASIL
Fone: (19) 2137-0600

www.iac.agricultura.sp.gov.br



SECRETARIA DE
AGRICULTURA E
ABASTECIMENTO

