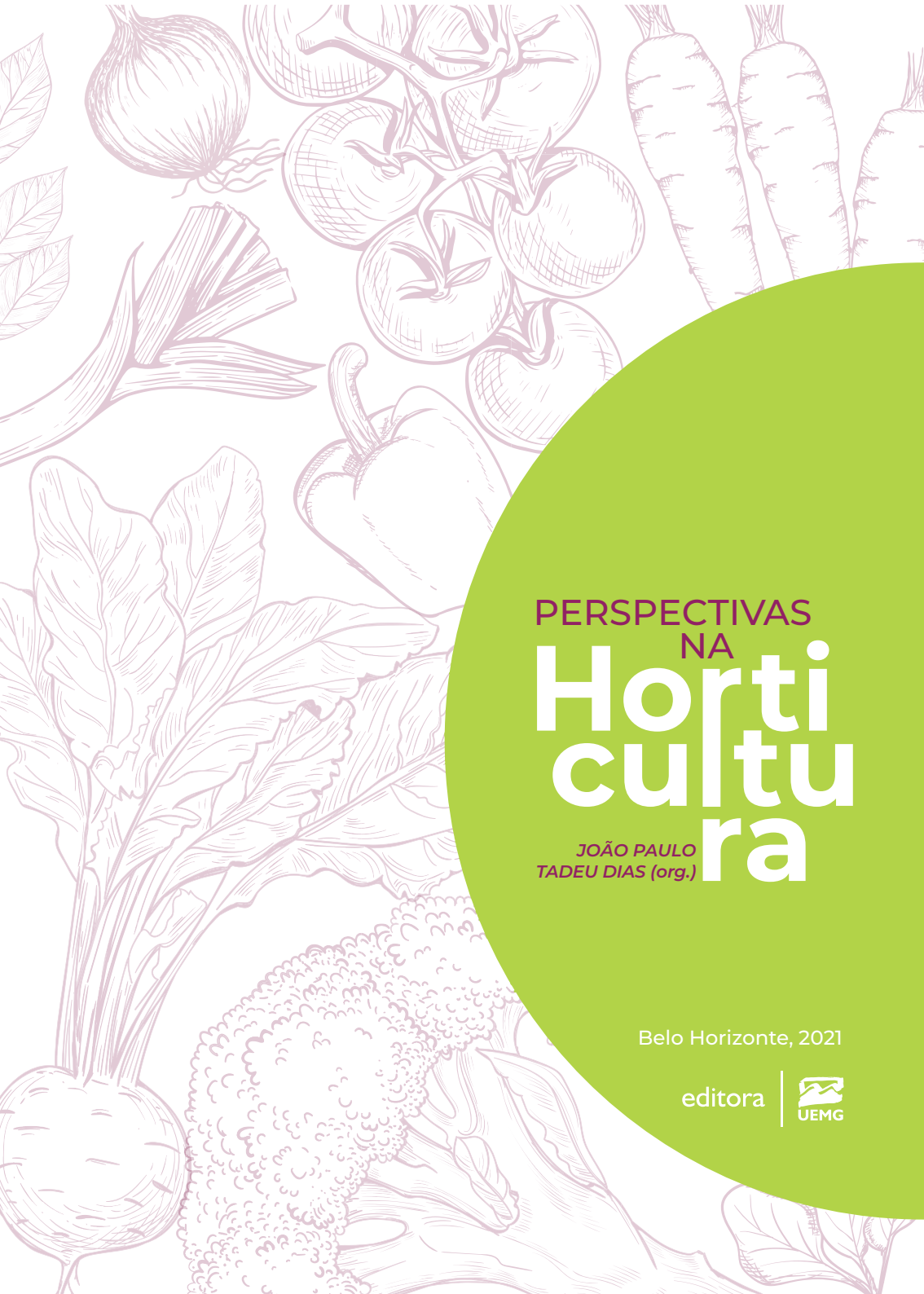


PERSPECTIVAS
NA
**Horti
cultu
ra**

JOÃO PAULO
TADEU DIAS (org.)

editora





PERSPECTIVAS
NA
**Horti
cultu
ra**

JOÃO PAULO
TADEU DIAS (org.)

Belo Horizonte, 2021

editora



P467 Perspectivas na horticultura [recurso eletrônico] / João Paulo Tadeu Dias (org.). – Dados eletrônicos. – Belo Horizonte : EdUEMG, 2021.

Livro eletrônico.

Modo de acesso: <<http://eduemg.uemg.br/catalogo>>

Vários autores.

ISBN 978-65-86832-09-9

1. Horticultura. 2. Hortaliças. I. Dias, João Paulo Tadeu. II. Universidade do Estado de Minas Gerais. III. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS | UEMG

Lavínia Rosa Rodrigues | **Reitora**

Thiago Torres Costa Pereira | **Vice-reitor**

Raoni Bonato da Rocha | **Chefe de Gabinete**

Fernando A. F. Sette P. Júnior | **Pró-reitor de Planejamento, Gestão e Finanças**

Magda Lúcia Chamon | **Pró-reitora de Pesquisa e Pós-graduação**

Michelle Gonçalves Rodrigues | **Pró-reitora de Ensino**

Moacyr Laterza Filho | **Pró-reitor de Extensão**

EDITORA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS | EDUEMG

CONSELHO EDITORIAL

Thiago Torres Costa Pereira | **UEMG**

Ana Elisa Ribeiro | **CEFET – MG**

Ana Lúcia Almeida Gazzola | **UFMG**

Amanda Tolomelli Brescia | **UEMG**

Fuad Kyrillos Neto | **UFSJ**

Helena Lopes da Silva | **UFMG**

José Márcio Pinto de Moura Barros | **UEMG/PUC MINAS**

Thiago Torres Costa Pereira | **Editor-chefe**

Gabriella Nair Figueiredo Noronha Pinto | **Coordenação administrativa e editorial**



EXPEDIENTE

João Paulo Tadeu Dias

Organização

Isabella Moreira da Matta, Tainá França Verona

Revisão

Sofia Rodrigues Santos Carvalho

Capa e projeto gráfico

Direitos desta edição reservados à Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais.

Rodovia Papa João Paulo II, 4143. Ed. Minas, 8º andar,

Cidade Administrativa, bairro Serra Verde, BH-MG. CEP: 31630-900

(31) 3916-9080 | e-mail: editora@uemg.br | eduemg.uemg.br





Agradecimentos

O organizador e os autores agradecem a Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, especialmente a Unidade Ituiutaba. Nossa gratidão aos colegas, professores e demais funcionários da universidade e instituições parceiras, bem como aos especialistas de cada subárea pertencente à horticultura, que empregaram seu arcabouço teórico, técnico, científico e experiência na elaboração dos capítulos desta obra.

Agradecimento especial a todos que auxiliaram de alguma forma na produção do conteúdo, correção e ajustes dos manuscritos, sempre buscando a excelência dos textos e qualidade na formatação final da obra.

João Paulo Tadeu Dias

Agosto de 2018

Apresentação

Plantas hortícolas são aquelas cultivadas intensivamente e usadas com finalidade estética, paisagística, ornamental, medicinal, comercial e, em grande parte, alimentar. O eixo temático e norteador da obra é a inovação, as tendências e as perspectivas em horticultura.

Buscou-se aqui reunir tendências e perspectivas referentes a distintas áreas que contemplam a horticultura, como a olericultura, fruticultura, floricultura, viveiricultura, jardinocultura, bem como plantas medicinais, aromáticas e condimentares, não convencionais (PANCS), entre outras.

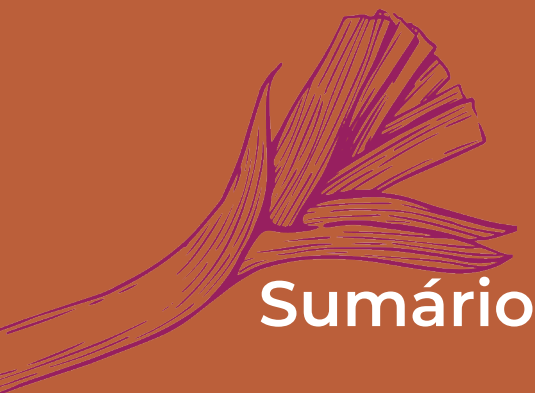
Os capítulos sucintos apresentam temas atuais de grande importância no cenário nacional e internacional. De modo a trazer ao leitor uma nova visão da horticultura e analisar assuntos pertinentes sob diferentes aspectos.

É com imensa satisfação que convido o leitor – seja ele técnico, agrônomo, agricultor, biólogo, profissional das Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, Engenharias e áreas correlatas ou pesquisadores e estudantes – a fazer uso das informações aqui reunidas.

Prof. João Paulo Tadeu Dias

Doutor em Agronomia (Horticultura)





Sumário

8

Capítulo 1. Tendências na produção e consumo de hortaliças: mundo e Brasil

João Paulo Tadeu Dias

26

Capítulo 2. Interações climáticas na horticultura tropical e ferramentas de gestão climatológica

Carlos Cesar Silva Jardim, Rosilene Oliveira dos Santos, Alessandra Conceição de Oliveira, Valéria Lima da Silva

45

Capítulo 3. Importância, tendência e perspectivas da irrigação na produção de hortaliças

Alessandra Conceição de Oliveira, Valéria Lima da Silva, Carlos Cesar Silva Jardim, Rosilene Oliveira dos Santos

59

Capítulo 4. Hortaliças: plantas alimentícias não convencionais

Joel Soares Vieira, Ubiramar Ribeiro Cavalcante

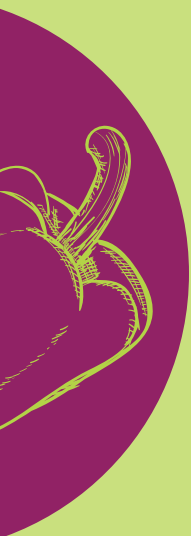
78

Capítulo 5. Pós-colheita de hortaliças: inovações e perspectivas

Tatiana Marquini Machado, João Paulo Tadeu Dias

118

Sobre os autores



Capítulo 1.

Tendências na produção e consumo de hortaliças: mundo e Brasil

João Paulo Tadeu Dias

A palavra hortaliça refere-se ao grupo de plantas que, em sua maioria, apresentam características como: consistência tenra ou macia, não lenhosa, ciclo biológico de cultivo curto, tratamentos culturais intensivos, cultivo em áreas menores (comparado às culturas do agronegócio ou grandes culturas), utilização na alimentação humana (sem exigir preparo industrial), entre outras. O tipo de exploração tradicional intensiva de hortaliças praticado nos *hortus* medievais – locais murados e próximos à residência da população –, de maneira geral, foi sendo denominado horticultura, que também inclui a produção de plantas para alimentação humana, com finalidade estética, para aprimoramento do sabor dos alimentos ou para fins medicinais.

Vale ressaltar que horticultura e olericultura não são sinônimos, tendo o primeiro um significado abrangente. Olericultura é um termo técnico-científico mais preciso, utilizado no meio agrônomo, derivado do latim (*oleris* = hortaliça + *colere* =

cultivar) e refere-se à ciência e arte aplicada, bem como ao estudo da agrotecnologia de produção de diversas oleráceas. Popularmente, as hortaliças, ou a sua parte comestível, são denominadas impropriamente de “legumes” e “verduras”. No entanto, tais plantas são incluídas na olericultura, por exemplo, a batata, batata-doce, melancia, melão, milho-doce, milho-verde e morango (FILGUEIRA, 2008).

Dentro do grande ramo da horticultura, podem-se incluir a olericultura (cultivo das olerícolas), fruticultura (cultivo de frutas), floricultura (cultivo de flores), jardinocultura (plantas ornamentais), viveiricultura (produção de mudas em geral), cultivo de plantas condimentares, plantas medicinais e cogumelos comestíveis.

A população mundial, no momento da elaboração desse livro, era de aproximadamente 7,6 bilhões de pessoas e deverá atingir 8,6 bilhões em 2030, 9,8 bilhões em 2050 e 11,2 bilhões em 2100, de acordo com relatório das Nações Unidas. Com cerca de 83 milhões de pessoas sendo adicionadas à população mundial a cada ano, a tendência ascendente no tamanho populacional deverá continuar, mesmo assumindo que os níveis de fertilidade diminuirão (UNITED NATIONS, 2017a). Consequentemente, a escalada de produção de alimentos poderá não acompanhar. O número de pessoas subnutridas ou malnutridas no mundo tem crescido desde o ano de 2014, chegando a 815 milhões em 2016 (FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATION, 2017).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2017b) aponta algumas perspectivas,



tendências e mudanças no mundo e, especialmente, na agricultura, destacando:

- Crescimento populacional, urbanização e envelhecimento populacional;
- Crescimento econômico, investimento e preços comerciais competitivos de produtos alimentícios;
- Competição por recursos naturais, principalmente água;
- Mudanças climáticas;
- Inovação e produtividade na agricultura;
- Pragas e doenças transfronteiriças;
- Crises, conflitos e desastres naturais;
- Pobreza, desigualdade e insegurança alimentar;
- Nutrição e saúde;
- Mudança estrutural e emprego;
- Mudança de sistemas alimentares;
- Migração e agricultura;
- Perdas e desperdício de alimentos;
- Governança para segurança alimentar e nutrição;
- Finanças para o desenvolvimento.

A horticultura pode ser uma opção favorável ao aumento de produção de plantas alimentares, pois beneficia o desenvolvimento econômico e a criação de empregos e renda, contribui para nutrição e segurança alimentar, além de combater a



subnutrição, sobretudo, em países pobres e em desenvolvimento como o Brasil.

O aumento do consumo de frutas e hortaliças parece ser uma realidade em países desenvolvidos, como os Estados Unidos e Japão, além da Europa. Entretanto, pode não corresponder à realidade em nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento, como em Estados da América Latina, Caribe, África e algumas regiões da Ásia e Oriente Médio. Morris e Kirwan (2010) revelaram que o alongamento das cadeias de *commodities* (produtos não diferenciados, em sua maioria, produtos agroalimentares) produzidas a longas distâncias se concentra na produção de alimentos exóticos ou “globais”, como ocorre com produtos hortícolas africanos ou frutas do Caribe. Isso porque essas *commodities* são complexas geograficamente e portanto, mais suscetíveis ao fetichismo, tornando-as de interesse particular. No entanto, como resultado constatado nos últimos anos, o sistema produtivo de alimentos produzidos mais próximos à residência se torna cada vez mais importante, tanto no que se refere à produção quanto ao consumo.

Estudo do consumo de frutas e vegetais, especificamente hortaliças, feito pela *Produce for Better Health Foundation* (PBHF, 2015), apontou que nos Estados Unidos o consumo anual de hortaliças frescas e processadas em porções *per capita* (representando o número de vezes que a pessoa “em média” consome um produto anualmente), no ano de 2014, situou-se em batata (75), alface/salada de folhas (69), cebola (44), tomate (excluído cereja) (39), cenoura (29), milho (28), feijões verdes (25), molhos de saladas (21), pimentas (17), legumes/grãos descascados (15), couve-flor (15) e mistura/combo



de hortaliças (15). A mesma pesquisa apresentou o consumo anual de frutas frescas e produtos consumidos processados com frutas em porções *per capita*: suco de laranja (51), suco de maçã (16), pequenas frutas/combo de suco de frutas (9), suco de uva (7), além de bananas (46), maçã (32), pequenas frutas (24), laranjas (14), melões (13), uvas (12), compota de maçã (9), pêssegos (9), abacaxis (6) e peras (6).

Além disso, o estudo revelou que crianças de todas as idades estavam consumindo mais frutas em todas as refeições, especialmente, uvas, bananas, maçãs e laranjas. Também os adultos com idade entre 18 e 44 anos estão comendo mais frutas no café da manhã, principalmente, uvas e bananas. No entanto, o consumo apresentava tendência de diminuição para adultos com idade acima de 45, particularmente aqueles com 65 anos ou mais.

Entre os diversos países do mundo que são produtores de alimentos, o Brasil se destaca como grande produtor e fornecedor de grãos, hortaliças e frutas. Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) – responsável pelo levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil – no ano base de 2012, a participação das frutas e hortaliças frescas no gasto familiar com alimentação era de 18,7%. Já o consumo alimentar anual de hortaliças per capita era de 27,075 kg, conforme a Pesquisa de Orçamentos Familiares do IBGE (ABCSEM, 2014). Estima-se que o cultivo de hortaliças reproduzidas por sementes no Brasil gere cerca de dois milhões de empregos diretos em toda cadeia produtiva, aproximadamente 2,4 empregos por hectare (ABCSEM, 2014). Dados do Censo Agropecuário,



elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) revelaram que o país possui uma área colhida total com hortaliças e floricultura de aproximadamente 23.637 ha; destes, cerca de 22.293 ha cultivados com hortaliças, legumes e outros produtos da horticultura; e 1.342 ha com cultivo de flores, folhagens e plantas ornamentais, entre outras.

A produção de hortaliças no Brasil começou, se difundiu e popularizou há muito tempo, conforme relataram Madeira, Reifschneider e Giordano (2008) em estudo sobre a contribuição portuguesa à produção e ao consumo dessas plantas no país. Segundo os autores, no início da colonização, por volta de 1530, os portugueses ocuparam primeiramente as regiões litorâneas e, depois de muito tempo, as regiões centrais do país. Os colonos, navegadores e jesuítas cristãos estabeleceram um grande processo de troca de plantas (ou escambo), especialmente as hortaliças, oriundas de Portugal, Brasil e suas colônias na África e Ásia. Ademais, elas diversificavam a alimentação, serviram de variação genética e de base para um futuro melhoramento e, com o passar do tempo, para seleção de plantas hortícolas adaptadas às condições de solo e clima característicos da região. Posteriormente, no século XVIII, houve a descoberta das riquezas brasileiras, em especial de ouro de Minas Gerais, o que intensificou a urbanização do país, bem como a chegada de imigrantes açorianos para a região Sul. Com esses estrangeiros vieram muitas cultivares de hortaliças, se destacando as de cenoura e cebola. A maioria das culturas brasileiras são oriundas do melhoramento genético do material tradicional (cebolas do tipo Crioula, até hoje plantadas), como a cultivar portuguesa Garrafal, que deu origem à cultivar de cebola Baia-Periforme, mais plantada na



região Sudeste até a vinda de híbridos modernos. O material genético de cenoura tropical também foi selecionado de materiais oriundos dos Açores, o que levou à criação da variedade Brasília (lançada em 1981), selecionada para as condições brasileiras e cultivo no verão, sendo bem aceita pelos produtores (MADEIRA; REIFSCHNEIDER; GIORDANO, 2008).

Segundo o Anuário Brasileiro de Hortaliças de 2017 (CARVALHO *et al.*, 2017), os principais cultivos (exceto mandioca) no Brasil no ano de 2015 foram: tomate (23,4%), batata (21,7%), melancia (11,9%), cebola (8,1%), cenoura (4,3%), batata-doce (3,3%), melão (2,9%) e alho (0,7%). Entre 32 produtos hortícolas, a área ocupada foi de 752 mil hectares com uma produção de 17,9 milhões de toneladas, perfazendo uma produtividade de 23,7 t ha⁻¹, uma disponibilidade de 87,4 kg habitante⁻¹ ano⁻¹ e o valor de produção de R\$ 23,2 bilhões. A mandioca representou uma área de 1.513 mil hectares, produção de 23,1 milhões de toneladas, produtividade de 15,2 t ha⁻¹ e valor de produção de R\$ 8,2 bilhões. Os estados brasileiros com maior representatividade foram São Paulo (20,7%), Minas Gerais (13,9%), Rio de Janeiro (13,2%), Paraná (8,5%) e Rio Grande do Sul (6,0%) – dados referentes ao IBGE – Faostat/Embrapa Hortaliças. Já a comercialização de hortifrutigranjeiros, no ano de 2016, nas Centrais de Abastecimento (CEASAS), ficou em 14.262.937.548 kg.

Silva e Coelho (2014) estudaram a demanda por frutas e hortaliças no Brasil e a influência dos hábitos de vida, localização e composição domiciliar. Verificaram que é notável a discrepância de aquisição entre os domicílios pobres e ricos, sendo que a maioria dos produtos está fora do conjunto de possibilidades dos domicílios cuja renda é baixa, devido a seu alto



valor. Famílias chefiadas por mulheres são menos propensas a adquirir alimentos que exigem maior tempo de preparo, independentemente do nível de renda domiciliar. Em domicílios mais pobres, a quantidade demandada de algumas frutas e hortaliças é relativamente maior naqueles em que habitam crianças e idosos. Deve-se salientar que nesses domicílios o consumo ainda é muito baixo. As áreas urbanas possuem padrões de vida diferentes das áreas rurais, e em muitos casos tais padrões podem ser responsáveis pela degradação dos hábitos alimentares. No entanto, os resultados apontam para uma aquisição mais variada de frutas e hortaliças em domicílios urbanos, enquanto os rurais ainda apresentam um padrão de consumo mais tradicional.

A produção e consumo de frutas e hortaliças podem ser influenciados pelas especificidades regionais, uma vez que afetam seus custos e tornam os produtos mais acessíveis à população residente. É o caso de frutas de clima tropical no Nordeste, frutas de clima temperado no Sudeste e no Sul e hortaliças no Sudeste. O incentivo à produção de determinados bens em localidades aparentemente não propícias (como é o caso da produção de uva na região do Vale do São Francisco) pode contribuir para torná-los acessíveis à população residente. Outro avanço é a propensão de compra e a demanda de frutas e hortaliças por meio de hábitos e conscientização com a saúde. A escolaridade do responsável pelo domicílio tem impacto positivo não somente sobre a probabilidade de aquisição, como também sobre a quantidade demandada. Os seus resultados implicam que políticas informativas – cujos objetivos sejam ressaltar problemas relacionados à obesidade e aos vícios, conscientizar indivíduos



a preferirem uma alimentação mais saudável e combater o sedentarismo – também teriam importância na melhoria dos hábitos alimentares do povo brasileiro.

A principal CEASA do Brasil é a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que possui importância ímpar na comercialização de hortaliças no Brasil. A CEAGESP é considerada o maior entreposto atacadista (principalmente na armazenagem e entrepostagem) da América Latina, atuando com hortaliças e produtos diversos (frutas, legumes, verduras, flores, alho, batata, cebola, coco seco, ovos e pescados), conforme figuras 1 e 2. A empresa é responsável por receber a produção do campo, proveniente de diferentes estados brasileiros e até de outros países, além de disponibilizar tais produtos na mesa das pessoas com regularidade e qualidade comercial (CEAGESP, 2018).

Figura 1 – Diversidade de frutas e hortaliças comercializadas na CEAGESP.



Fonte: João Paulo T. Dias, março de 2010.



Figura 2 – Diversidade de frutas e hortaliças comercializadas na CEAGESP.



Fonte: João Paulo T. Dias, março de 2010.

O Anuário Brasileiro de Hortaliças de 2017 refere-se ao mercado de exportação brasileiro de olerícolas, que comercializou em 2016: melão (224.688.423 kg), melancia (67.437.489 kg), mandioca (48.991.014 kg), cebola (21.818.839 kg), batata-doce (20.236.729 kg), milho-doce (13.268.264 kg), cenoura (12.126.200 kg), tomate (9.999.931 kg), ervilha (6.057.117 kg), cascas (4.780.435 kg), condimentos/temperos (3.028.000 kg), batata-inglesa (2.679.725 kg), sementes diversas (1.666.193 kg), beterraba (724.333 kg), mostarda (682.266 kg) e outros produtos diversos (4.613.225 kg); perfazendo um total de (442.798.183 kg). As importações de olerícolas no ano de 2016 foram de: batata-inglesa (412.900.495 kg), cebola (183.157.612 kg), alho (174.909.563 kg), ervilha (52.347.078 kg), tomate (38.411.730 kg), mandioca (31.522.148 kg), lentilha (13.241.615 kg), sementes



diversas (11.723.548 kg), morango (8.497.186 kg), grão-de-bico (7.582.983 kg), condimentos/temperos (4.928.316 kg), pepino (2.014.973 kg), mostarda (1.925.741 kg), aspargo (1.832.502 kg), cogumelo/trufa (1.282.221 kg), além de outros produtos (30.219.623 kg); perfazendo um total de (976.497.334 kg) (MDIC/Comex Stat; CARVALHO *et al.*, 2017).

Algumas tendências de mercado e desafios podem ser apontadas referentes à produção e comércio de hortaliças, tais como aplicação de novos produtos fitossanitários a fim de proteger as culturas de pragas e doenças (além de controle biológico), produção orgânica, cultivo em ambiente protegido (casas de vegetação controladas), rastreabilidade e certificação, segurança alimentar, maior produtividade, melhoramento genético e lançamento de novas variedades ou cultivares, agricultura de precisão e mecanização, transporte adequado (caminhões refrigerados e adoção da “cadeia do frio” para a manutenção da qualidade e durabilidade das hortaliças), venda direta e marca própria como ocorre nos Estados Unidos e na Europa para agregar valor ao produto final (GERBASI, 2018).

No mercado de frutas e hortaliças, certos movimentos pareceram se concretizar e tornaram-se uma realidade, como a diferenciação de produtos (por exemplo, o que acontece com a produção integrada e produção orgânica), produtos processados minimamente (figuras 3, 4, 5, 6 e 7), cultivo e comercialização de hortaliças em miniatura (*baby leaf*, mini alface, mini cenouras e mini beterrabas, conforme figura 6), busca por inovação tecnológica (seja em tratamentos pré e pós-colheita, acondicionamento e embalagem), transporte



e armazenamento (com atmosfera modificada e atmosfera controlada, figura 7), bem como certificação seguindo protocolos de qualidade tanto no processo produtivo quanto no processamento, industrialização e comércio (por exemplo, a Globalgap, certificação amplamente difundida em diversos países, sobretudo, na Europa).

Figura 3 – Mistura de salada embalada e semi-pronta para o consumo, comercializada em Cartagena/Espanha.



Fonte: João Paulo T. Dias, outubro de 2014.



Figura 4 – Salada de frutas processadas minimamente comercializada em Florença/Itália.



Fonte: João Paulo T. Dias, outubro de 2014.

Figura 5 – Mistura de hortaliças selecionadas e embaladas para ratatouille, comercializada em Paris/França.



Fonte: João Paulo T. Dias, outubro de 2014.



Figura 6 – Beterraba em miniatura, cozida e marinada em tempero sendo vendida em Cartagena/Espanha.



Fonte: João Paulo T. Dias, outubro de 2014.

Figura 7 – Endívia selecionada/embalada e mantida em atmosfera controlada (temperatura baixa e alta umidade relativa) para comercialização em Cartagena/Espanha.



Fonte: João Paulo T. Dias, outubro de 2014.



Considerações finais

Avanços referentes ao estudo, conhecimento e entendimento da horticultura são sempre importantes e trazem desenvolvimento às diferentes cadeias produtivas de hortaliças. Perspectivas, inovações e desafios surgem de maneira a possibilitar evolução e melhora no cultivo e na comercialização de hortaliças, além de revelarem tendências, tais como:

- Uso de novos produtos fitossanitários (além de controle biológico);
- Produção orgânica de hortaliças;
- Horticultura, jardins e sua relação com Educação Ambiental;
- Cultivo em ambiente protegido (casas de vegetação controladas);
- Interações climáticas e controle de irrigação;
- Agricultura de precisão e mecanização dos cultivos;
- Melhoramento genético (novas cultivares) e maior produtividade;
- Transporte e logística adequados;
- Rastreabilidade e certificação;
- Segurança alimentar;
- Venda direta e marca própria;
- Diferenciação de produtos (produção integrada e orgânica, além das plantas alimentícias não convencionais – PANCS);



- Produtos processados minimamente;
- Hortaliças em miniatura;
- Tratamentos pré e pós-colheita, acondicionamento e embalagem;
- Atmosfera modificada e atmosfera controlada.



Referências

ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas.

Levantamento de dados socioeconômicos do agronegócio de hortaliças, ano base 2012. 2014. 58 slides. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>. Acesso em: 8 maio 2019.

CARVALHO, C. *et al.* **Anuário Brasileiro de Hortaliças.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 56 p.

CEAGESP – **Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo.** Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/a-ceagesp/institucional/>. Acesso em: 21 ago. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nation. **The State of Food Security and Nutrition in the World.** Rome. 132p. FAO, 2017a. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i7695e/i7695e.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nation. **The future of food and agriculture – Trends and challenges.** Rome. 163 p. FAO, 2017b. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

GERBASI, T. **Tendências e Desafios para o Setor Brasileiro de Hortaliças.** Disponível em: http://appsite.markestrat.com.br/upload/6ef6630898cfd9e902fe9e56bb41d3b5-tend_unciasedesafiosparaosetorbrasileirodehortali_cas_timbrado.pdf. Markestrat. Acesso em: 17 ago. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2887#notas-tabela>. Acesso em: 18 ago. 2018.

MADEIRA, N. R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; GIORDANO, L. B. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira** [online], v. 26, n. 4, p. 428-432, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000400002>. Acesso em: 15 ago. 2018.



MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Dados de Exportação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 20 ago. 2018.

MORRIS, C.; KIRWAN, J. Food commodities, geographical knowledges and the reconnection of production and consumption: The case of naturally embedded food products. **Geoforum**, v. 41, n. 1, 2010. p. 131-143.

PBHF – Produce for Better Health Foundation. **State of the Plate**: Study on America's Consumption of Fruit and Vegetables, Produce for Better Health Foundation, 2015. Disponível em: https://fruitsandveggies.org/wp-content/uploads/2019/05/2015-State_of_the_Plate.pdf. Acesso em: 14 ago. 2018.

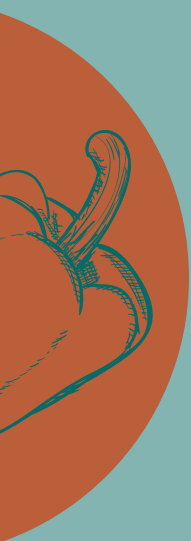
SILVA, M. M. C.; COELHO, A. B. Demanda por frutas e hortaliças no Brasil: uma análise da influência dos hábitos de vida, localização e composição domiciliar. **Pesquisa e Planejamento Econômico** (Rio de Janeiro), v. 44, p. 545-578, 2014.

UNITED NATIONS. **World population Prospects**: The 2017 Revision. UN Department of Economic and Social Affairs. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html#:~:text=The%20current%20world%20population%20of,Nations%20report%20being%20launched%20today>. Acesso em: 18 ago. 2018.

Leitura recomendada

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas>. Acesso em: 21 ago. 2018.





Capítulo 2.

Interações climáticas na horticultura tropical e ferramentas de gestão climatológica

*Carlos Cesar Silva Jardim,
Rosilene Oliveira dos Santos,
Alessandra Conceição de Oliveira,
Valéria Lima da Silva*

A horticultura é a área da agricultura que possui maior produção de alimentos para consumo humano e está presente em grande parte do mundo, contribuindo para o fornecimento de alimentação diversificada e com alto valor nutricional e medicinal. Como a diversidade dessas plantas é muito ampla, o plantio delas deve promover condições favoráveis para a expressão de seu potencial produtivo.

O ambiente de produção agrícola é composto por várias interações de fatores bióticos e abióticos, ampliando as probabilidades de haver diversos comportamentos adaptativos das plantas, caso um fator contribua para seu desenvolvimento ou cause a inibição das suas funções (AGUIAR; CARVALHO, 2017). Os fatores abióticos são fundamentais na determinação e seleção de quais plantas estão aptas a se desenvolverem em

condições naturais em determinado local. Portanto, diversas pesquisas são realizadas com o intuito de elaborar técnicas para a disseminação de culturas em locais onde as condições são diferentes daquelas do local de origem (ROCHA *et al.*, 2016).

A interação planta-ambiente pode ser modelada através da observação da região de procedência da cultura, permitindo a estimativa de futuros locais com potencial para implantação. O estudo dos fatores climáticos é uma das áreas com maior desenvolvimento, com um robusto banco de dados para entender como os fenômenos ocorrem e realizar a predição climática, de modo a facilitar o planejamento para o cultivo das hortaliças (SILVA JUNIOR *et al.*, 2018).

Entre os níveis de observação climática, existem escalas de dados com abrangência variada, de acordo com a característica a ser analisada, como a dinâmica das massas de ar a nível continental ou microclimas nas regiões estomáticas e radiculares das plantas. A observação dos fatores climáticos parte do princípio da manutenção da vida da planta oferecendo condições favoráveis no maior tempo possível (SILVA *et al.*, 2016).

As variáveis climáticas são gerenciadas através de técnicas nas quais o limiar entre dados e informação por vezes não recebe a devida importância, pois existe um fluxo de dados muito grande para uma baixa absorção em forma de informação útil. Diante desse universo de material disponível, o sucesso da horticultura em climas tropicais depende da correta aplicação dos conhecimentos agrônômicos sobre a



interação da planta com o clima no qual as atividades estão sendo exploradas.

A horticultura, em geral, é composta por plantas herbáceas, sendo que, segundo Camargo Filho e Camargo (2017), cerca de 66,5% da área cultivada na olericultura é de apenas cinco espécies. Isso evidencia a necessidade de estudar estratégias para o cultivo dessas plantas em climas nos quais há fatores desfavoráveis para seu desenvolvimento. O clima tropical é separado em diversas divisões regionais, porém alguns fatores são comuns entre elas, como a temperatura alta e umidade relativa do ar baixa em algumas épocas do ano, características que são antagônicas para o desenvolvimento de plantas herbáceas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2017).

Condições climáticas predominantes

No cenário brasileiro, as mudanças climáticas ocorrem rotineiramente, causando impactos para culturas de hortaliças, por exemplo, dias com mais horas de luz, temperaturas muito elevadas, precipitações escassas ou intensas, o que pode ocasionar distúrbios no sistema fisiológico das plantas. A tendência no melhoramento vegetal é a seleção de plantas que necessitam de condições extremamente favoráveis para seu desenvolvimento cuja falta faz com que as hortaliças entrem em senescência, gerando grandes prejuízos, porém algumas culturas conseguem suportar essas mudanças climáticas.

As características climáticas influenciam no crescimento e desenvolvimento e afetam a produtividade das culturas. Temperatura e graus dias, umidade relativa do ar, radiação



solar, fotoperíodo e precipitações influenciam a relação das plantas com micro-organismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, o que demanda medidas de controle adequadas. Muitas práticas agrícolas de campo – como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações, a colheita, entre outras – dependem de condições específicas de tempo e de umidade no solo para que possam ser realizadas de forma eficiente (CIRINO *et al.*, 2014). A temperatura do ar interfere em maior escala nas plantas hortícolas, pois condições extremas desencadeiam outros fenômenos, como a variação da umidade relativa do ar que tem a capacidade de controlar a absorção de água e assimilação de nutrientes pela planta devido à abertura e fechamento estomático. Para diminuição da evapotranspiração direta algumas técnicas podem ser aplicadas, como a construção de estruturas impedindo o fluxo da massa de ar dentro da área cultivada (ANDRIOLO, 2017).

Segundo Yuri *et al.* (2016), as condições climáticas podem influenciar de diferentes formas ao longo do ano a produção de tomateiros no Nordeste brasileiro, assim como nos demais locais de implantação. Por exemplo, o tomateiro possui desenvolvimento eficiente com as temperaturas variando entre 15°C e 25°C, sendo que, em menos que 10°C, suas atividades metabólicas são paralisadas e acima dos 30°C ocorre estresse para suas trocas gasosas com o meio.

Foi observada, no decorrer do desenvolvimento de índices ligados aos fatores climáticos, a importância da contagem de graus por dia de calor para a conclusão do ciclo de uma planta. Diferentes estudos apontam o acúmulo de graus dia⁻¹



como fator determinante para estimular as plantas a terem um ciclo previsível ou para que tenham rendimentos aceitáveis, de acordo com o somatório da diferença entre a temperatura média diária e a temperatura basal para a planta (MOURA *et al.*, 2018).

O planejamento para a implantação de qualquer cultura oleícola deve considerar as técnicas disponíveis para diminuir o impacto que a temperatura pode causar. A avaliação entre a combinação de telas de sombreamento e manejo de solo para diminuir a temperatura próxima às plantas e diminuir a incidência solar direta mostrou a eficiência da utilização dessa técnica, porém, em alguns casos, não necessariamente correspondeu a maiores produtividades (HIRATA; HIRATA; MONQUERO, 2017).

A umidade relativa do ar tem uma forte relação com a temperatura e tem como uma das representações a razão entre a umidade atual e a potencial na mesma faixa de temperatura. Essa unidade demonstra a capacidade do ar em receber e realizar trocas gasosas, pois quanto maior a umidade relativa do ar, menos perdas de vapor de água a planta apresenta através de seus estômatos. Em umidade relativa muito baixa, as plantas perdem mais água do que o necessário, sendo preciso acionar mecanismos de defesa na regulação estomática no intuito de não entrar em ponto de murcha permanente.

Atualmente, existem técnicas avançadas de cultivo com o manejo da umidade relativa do ar, nas quais se pode estimular a faixa de umidade ideal para cada planta evitando o aparecimento de doenças e priorizando o uso racional de



recursos hídricos. A aeropônia é uma alternativa para manejar o déficit de água em forma de vapor, pois a aplicação da lâmina da água em pequenas partículas é capaz de fornecer os nutrientes para as plantas e carregar o ar até o ponto de orvalho, fazendo com que gotas maiores se formem e precipitem por gravidade (CALORI *et al.*, 2017).

Para regiões de clima tropical, deve-se atentar para a radiação solar e o fotoperíodo, pois são fontes de toda energia do sistema agrícola e podem ser um delimitador de produtividade. Em locais com alta incidência solar, deve-se controlar a disposição das plantas de forma que não ocorram danos às suas estruturas. A combinação entre temperatura, umidade e incidência solar direta pode desnaturar os pigmentos das folhas e frutos, inviabilizando sua comercialização (GONDIM *et al.*, 2015).

A utilização de materiais refletivos pode aumentar a eficiência da luz emitida pelo sol em regiões que apresentem um fotoperíodo pequeno, concentrando próximo à planta uma grande quantidade de irradiação difusa, porém em ondas de comprimentos semelhantes. Em um estudo com materiais refletivos, Sousa Neto *et al.* (2010) constataram que dentro de casas de vegetação, onde a radiação solar é menor, a utilização de malhas refletoras aumentou a produção de alface.

A observação de todos os fatores ligados ao clima demonstra que a maior parte das pesquisas é voltada à eficiência hídrica de cada planta; com isso, muitas linhas são abordadas no melhoramento e na escolha de uma cultura a ser implantada. Comumente, os projetos de validação da eficiência hídrica se



baseiam em fracionamento de lâminas de água a ser aplicada, avaliando a eficiência da planta sob diversos níveis de estresse.

Na horticultura, a predominância de herbáceas acarreta um alto consumo de água, pois, além da demanda hídrica para a manutenção da umidade do ar, as plantas perdem água facilmente para o meio. As técnicas de manejo, como a utilização de materiais para impedir a evaporação da água do solo (*mulching*), são empregadas por produtores que manejam os recursos hídricos de modo a manter os níveis de umidade do solo dentro de uma tensão em que o sistema radicular consiga extrair a água.

Estudos com a reposição da água evapotranspirada evidenciam com fidelidade o balanço hídrico do sistema agrícola, no qual o maior desafio está na determinação dos coeficientes da cultura em cada época de seu desenvolvimento. Mantovani *et al.* (2018) estudaram a produtividade de cultivares de batata-doce em função de lâminas de irrigação, aplicando água fracionada à evapotranspiração diária, e demonstraram a eficiência da planta em produzir em seu máximo potencial, entre 75% e 100% correspondente à evapotranspiração.

De acordo com Silva Junior *et al.* (2018), se as condições climáticas são adversas durante o período em que a planta está em campo, isso implica um planejamento maior no período de implantação. Os fenômenos climáticos são variáveis espaciais e temporais e cada planta apresenta níveis de tolerância para cada mudança, sendo possível planejar os manejos com a utilização de técnicas de gestão dos dados climáticos.



Para o manejo dos ambientes de produção com base nos fatores climáticos, foram desenvolvidos modelos matemáticos capazes de expressar quantitativamente a interação do clima com a planta. Os modelos descritivos são usados na administração da irrigação, podendo ser estipulada a lâmina a ser aplicada de acordo com a evapotranspiração mensurada e estimada.

O método de Penman-Monteith, que ficou conhecido como o método combinado da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO, tornou-se o modelo global padrão para estimativa da evapotranspiração da cultura de referência (ALLEN *et al.*, 1998). Existem diversas formas de estimar quais zonas são favoráveis para o desenvolvimento das culturas, sendo mais utilizadas as que consideram o maior conjunto de fatores com potencial para limitação da produtividade, e, assim, delimitar zonas que apresentam menor risco para a cultura implantada. A análise hídrica baseou-se em um modelo de balanço hídrico da cultura, considerando-se as seguintes variáveis: precipitação pluviométrica, evapotranspiração potencial, ciclos e fases fenológicas das cultivares, coeficiente de cultura (K_c) e reserva útil de água dos solos.

Ferramentas de gestão dos fenômenos climáticos

A gestão dos fatores climáticos, relacionados ao ambiente de produção, é uma das principais ferramentas para a definição de período de plantio, técnicas utilizadas no cultivo e viabilidade de implantação das culturas. Souza *et al.* (2013) descreveram a importância da manutenção de condições



favoráveis à cultura durante seu ciclo, destacando o estudo da interação de cultivares de alface com as condições climáticas características do clima tropical.

Devido à forte demanda para realizar estudos relativos às condições climáticas e suas interações com os diferentes ambientes agrícolas, diversas ferramentas foram implementadas na coleta, armazenamento e gestão dos dados climáticos, sendo cada vez mais comum sua consulta para determinar quais os manejos empregados. Atualmente, é frequente a utilização de métodos automatizados para coleta de dados em grande escala, com alta resolução temporal e com multifuncionalidade.

Os instrumentos mais comuns para a captação de informações climáticas são as estações meteorológicas, distribuídas em diversos pontos pelo território observável e dotadas de sensores para a mensuração e armazenamento das condições pontuais. Existem inúmeras redes de estações (figura 1), compostas por sensores capazes de realizar leituras e placas controladoras para armazenamento de dados (PAIVA *et al.*, 2017).



**Figura 1 – Estação meteorológica terrestre com conectividade padrão
na cidade de Dourados/MS.**



Fonte: Carlos Cesar Silva Jardim, setembro de 2018.

A capacidade de representação dos dados climáticos é abundantemente discutida, pois existe uma alta demanda e baixa oferta de dados no nível local. Com isso, Hoppe *et al.* (2015) descreveram a dificuldade de aquisição de dados em zonas de interesse e propuseram a disseminação de tecnologia por meio da construção de abrigos meteorológicos de baixo custo (ABC), aumentando as observações e facilitando o entendimento das dinâmicas locais.

Para a automação do processo de aquisição de dados climáticos, podem ser utilizadas diversas alternativas, sendo mais comum o emprego de placas controladoras de baixo



custo e periféricos acoplados. Segundo Paiva *et al.* (2017), a placa controladora que apresenta melhor custo benefício para tal função é a Arduino®, com a qual é possível estabelecer conexão física cabeada com diferentes sensores e possui alta fidelidade quando comparada com estações validadas.

Os sensores utilizados nas estações têm relação com a informação que será coletada: são amplamente utilizados sensores de temperatura do ar, da velocidade e direção do vento, da umidade relativa do ar e precipitação. A conectividade é estabelecida por meio de linguagem de programação, utilizando algoritmos para o correto funcionamento e armazenamento dessas variáveis, em que cada uma é mensurada e anexada de acordo com a parametrização empregada (SILVA *et al.*, 2016).

Com a arquitetura do banco de dados definida e os sensores devidamente conectados e calibrados, as estações meteorológicas proporcionam um robusto banco de dados, com séries históricas especializadas de tal forma que é possível realizar a interação dos componentes avaliados entre os diferentes pontos de observação e a predição de acontecimentos na área de interesse. Projetos de pesquisas de longo prazo, com alta resolução temporal e espacial, já estão disponíveis com grande fidelidade dos fenômenos climáticos, sendo estruturados e disponibilizados via plataformas de internet para consulta (ROMANI *et al.*, 2016).

A aquisição de dados por meio de estações meteorológicas ou outros sensores é o principal mantenedor dos *Big Data*s. Ao formar uma rede de sensores, é possível realizar uma combinação de dados por meio de algoritmos específicos, de



modo a estabelecer previsões para uma determinada escala de tempo, desde que se mantenham as condições do meio (FANTE; NETO, 2016). Nos casos de estabelecimento de séries históricas, nas quais as condições passadas influenciarão uma futura decisão, pode-se realizar a normalização dos dados por meio de estimativas em iguais períodos sem que haja distorções nos valores médios (MORAES; ARRAES, 2015).

Sistemas de informações geográficas

As variáveis espacializadas são objetos de pesquisa de distintas linhas do conhecimento, como a gestão de dados com potencial social, econômico e ambiental com o viés de identificar sua disposição no meio e possíveis interações com fatores anteriormente estudados isoladamente. Dentro da horticultura também existe uma enorme aplicabilidade para a gestão dos dados por sensoriamento remoto. Segundo Wrublack, Mercante e Boas (2016), os sistemas de informações geográficas podem estabelecer com exatidão a interação entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água utilizada para irrigação.

Os sistemas de informações geográficas (SIGs) são ferramentas capazes de gerenciar, criar, manipular e realizar análises estatísticas com variáveis que possuem componentes espaciais. Existem diversos tipos de SIGs para pesquisas e utilização técnica, cada um tem maior compatibilidade com sensores utilizados em diferentes atividades.

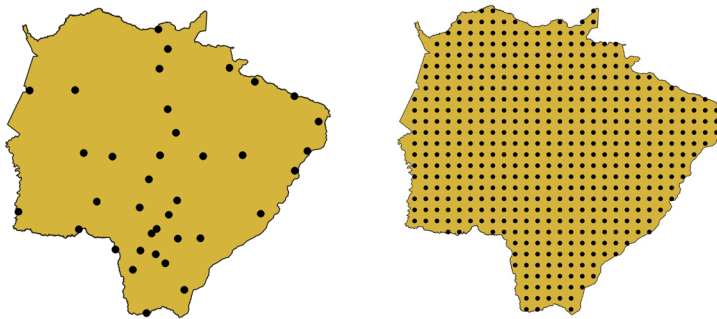
Para o gerenciamento de dados climáticos oriundos de redes de estações climáticas, podem-se utilizar a interpolação de



dados e estimativa de zonas com a ocorrência da variável em estudo. Os SIGs gratuitos podem gerar mapas interpolados com o demonstrativo da distribuição da precipitação pluviométrica em uma bacia hidrográfica, servindo como referência para a utilização futura de água outorgável para construção de barragens.

Também é objeto de pesquisa dentro do sensoriamento remoto voltado para a agricultura a utilização de imagens de sensores orbitais passivos, que registram o comportamento climático das áreas observáveis (figura 2). Atualmente, podemos utilizar produtos de diferentes programas de lançamento e observação, cujos dados climáticos são comumente avaliados com a correlação e validação dos produtos oferecidos pelo satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) (ANJOS; CANDEIAS; NÓBREGA, 2016).

Figura 2 – Comparativo entre taxa amostral para rede de estações meteorológicas terrestres (à esquerda) e dados de sensores orbitais (à direita), para o estado de Mato Grosso do Sul.



Fonte: Carlos Cesar Silva Jardim, setembro de 2018.



Com sensores orbitais diferentes, destacam-se a pesquisa massiva com as imagens obtidas através dos satélites Landsat 8 e Sentinel 2, projetos americano e europeu respectivamente. Os sensores orbitais possuem câmeras multiespectrais capazes de observar e registrar diferentes faixas do espectro de luz, sendo utilizados em diversas atividades agrícolas, como o balanço de energia difusa em um sistema (TEIXEIRA, 2015).

Também pode-se trabalhar com a observação da irrigação, buscando pelos locais onde há refração da luz através das extensões irrigadas, de maneira a quantificar sua eficiência (VELOSO *et al.*, 2016). Por meio da utilização dessas informações e com o processamento dos mapas e validação dos resultados, podem-se estimar variáveis do sistema agrícola – como o balanço hídrico, mediante análise da evapotranspiração real da cultura, que é uma característica determinante para o manejo da irrigação (VELOSO; FERREIRA; SILVA, 2017).

A utilização de sensoriamento remoto pode contribuir na modelagem de preditores climáticos, como a evapotranspiração potencial e real, utilizando a classificação supervisionada do tipo de vegetação e temperatura da superfície no topo da atmosfera – TOA, de maneira a facilitar a interpolação dos resultados baseados nos dados climáticos oferecidos pela rede de estações meteorológicas. Os modelos podem ser regionalizados de acordo com o clima do local, considerando que cada classificação climática contribui para o desenvolvimento de uma determinada fitofisionomia (REBOITA *et al.*, 2018).



Considerações finais

A horticultura em locais tropicais, sem a implementação de técnicas de ambientação no cultivo, é limitada ao tipo de clima predominante na região, pois as condições são, muitas vezes, desfavoráveis ao desenvolvimento potencial das culturas. Grande parte das plantas herbáceas devem ser cultivadas com algum tipo de manejo específico, visto que fisiologicamente estão menos preparadas para estresses climáticos, como temperaturas altas e umidade relativa do ar baixa em grande parte do período de seu desenvolvimento.

A utilização de técnicas, como a construção de telados e estufas, o manejo do solo com a adição de material de origem orgânica como cobertura, a irrigação em horários adequados e estratégias de posicionamento da data de plantio são fundamentais na implantação de qualquer atividade agrícola. Os fenômenos climáticos são parte de um processo considerado de importância primária pelos pesquisadores, uma vez que a expressão do potencial genético da cultura implantada é totalmente ligada ao local em que ela se encontra.

A utilização de técnicas para os estudos dos fenômenos climáticos por meio de ferramentas de coleta e comunicação de dados, como a integração dos bancos de dados climáticos com plataformas de gerenciamento, é fator determinante para a realização de um correto manejo dos recursos hídricos. O uso de metodologias interdisciplinares, como o geoprocessamento, pode auxiliar na confecção de mapas e na elaboração de estratégias para a implantação de culturas em potencial nas regiões tropicais.



Referências

AGUIAR, C.; CARVALHO, A. M. Agricultura como utilizadora de diversidade genética: cultivares, variedades, raças e recursos silvestres. **Cultivar**, p. 21-26, 2017.

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration**: Guidelines for computing crop water requirements, FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56. Rome: FAO, 1998. 300 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/X0490E/X0490E00.htm>. Acesso em: 3 set. 2018.

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura Geral**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência. Editora UFSM, 2017.

ANJOS, R. S.; CANDEIAS, A. L. B.; NÓBREGA, R. S. Caracterização das chuvas através do satélite TRMM em Petrolândia – PE. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/44652>. Acesso em: 7 set. 2018.

CALORI, A. H. et al. Electrical conductivity of the nutrient solution and plant density in aeroponic production of seed potato under tropical conditions (winter/spring). **Bragantia**, v. 76, n. 1, p. 23-32, 2017.

CAMARGO FILHO, W. P. de; CAMARGO, F. P. de. A produção e a comercialização mundial dos principais olerícolas. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.ashbmcd.com/index.php/HB/article/view/1369>. Acesso em: 10 set. 2018.

CIRINO, P. H. et al. Uma análise do impacto das mudanças climáticas na produtividade agrícola da região nordeste do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 46-57, jul.-set. 2014.

FANTE, K. P.; NETO, J. L. S. Técnicas estatísticas para a homogeneização de dados de temperatura em séries temporais climatológicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/43202>. Acesso em: 7 set. 2018.

CONDIM, A. R. D. O. et al. Qualidade de melão “Torreón” cultivado com diferentes coberturas de solo e lâminas de irrigação. **Ceres**, v. 56, n. 3, 2009. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3437>. Acesso em: 13 set. 2018.



HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Telas de sombreamento associadas a manejos do solo no cultivo da cebolinha no verão.

Horticultura Brasileira, v. 35, n. 2, 2017. Disponível em: <http://editor.horticulturabrasileira.com.br/index.php/HB/article/view/839>.

Acesso em: 13 set. 2018.

HOPPE, I. L. et al. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS).

Ciência e Natura, v. 37, n. 1, 2015. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaenatura/article/view/16228>.

Acesso em: 7 set. 2018.

MANTOVANI, E. C. et al. Produtividade e uso eficiente da água de duas cultivares de batata-doce em função de lâmina de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, 2013. Disponível em: <http://editor.horticulturabrasileira.com.br/index.php/HB/article/view/102>. Acesso em: 9 set. 2018.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de Textos, 2007.

MORAES, R. A.; ARRAES, C. L. Análise de Uma Metodologia Para Preenchimento de Valores Faltantes em Dados de Precipitação, para o Estado do Paraná. **UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 11, n. 1, 2012. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/exatas/article/view/470>. Acesso em: 7 set. 2018.

MOURA, M. S. B. de. et al. Biometria e eficiência do uso da água em tomate cereja no semiárido. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, 2017. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26276>.

Acesso em: 13 set. 2018.

PAIVA, L. M. da S. et al. Desenvolvimento de uma estação meteorológica automática e didática de baixo custo. **Revista Intercâmbio**, v. 8, p. 193-204, 2017.

REBOITA, M. S. et al. Previsão Climática Sazonal para o Brasil Obtida Através de Modelos Climáticos Globais e Regional. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 2, p. 207-224, 2018.



Interações climáticas na horticultura tropical e ferramentas de gestão climatológica

ROCHA, R. B. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de famílias de meios irmãos de pinhão-mansão em diferentes regiões do Brasil. **Ceres**, v. 63, n. 2, 2016. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/1533>. Acesso em: 10 set. 2018.

ROMANI, L. A. S. *et al.* Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - Agritempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola. **Agrometeoros**, v. 24, n. 1, 2016. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/24879>. Acesso em: 7 set. 2018.

SILVA JUNIOR, J. F. *et al.* Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 12, n. 2, p. 122-131, 2018.

SILVA, M. A. V. *et al.* Influência das condições microclimáticas no crescimento do milho BR 106, cultivado sob sementeira direta. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 383-394, 2016.

SOUZA, A. L. de. *et al.* Comportamento de cultivares de alface americana sob clima tropical. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 123-129, 2013.

SOUZA NETO, O. N. de. *et al.* Produção de alface hidropônica e microclima de ambiente protegido sob malhas termo-refletoras. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1533>. Acesso em: 13 set. 2018.

TEIXEIRA, A. H. de C. **Determinação do balanço de energia com imagens Landsat 8 no perímetro de irrigação Nilo Coelho**, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1019405>. Acesso em: 6 set. 2018.

VELOSO, G. A. *et al.* Determinação do albedo de superfície em áreas irrigadas do projeto Jaíba (Minas Gerais), mediante imagens Landsat 5 – TM. **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 126-146, 2016.

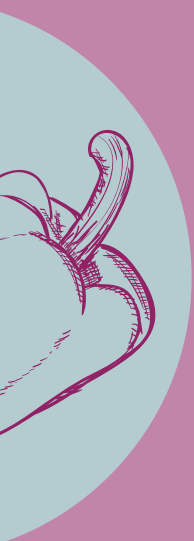
VELOSO, G. A.; FERREIRA, M. E.; SILVA, B. B. da. Determinação da evapotranspiração real diária em áreas irrigadas do projeto Jaíba (Minas Gerais, Brasil), mediante imagens Landsat 5 – TM. **Cerrados**, v. 15, n. 1, p. 53-76, 2017.



WRUBBLACK, S. C.; MERCANTE, E.; VILAS BOAS, M. A. Mapping of use and occupation of the soil and irrigation water quality in the city of Salto do Lontra-Paraná, Brazil. **Engenharia Agrícola**, out. 2013. v. 33, n. 5, p. 1024–1037. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162013000500014&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 7 set. 2018.

YURI, J. E. *et al.* Produção de genótipos de tomate tipo salada em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, p. 1056-1064, 2016.





Capítulo 3.

Importância, tendência e perspectivas da irrigação na produção de hortaliças

Alessandra Conceição de Oliveira

Valéria Lima da Silva

Carlos Cesar Silva Jardim

Rosilene Oliveira dos Santos

A irrigação tem como principal objetivo aumentar a produtividade com a aplicação de água, associada ou não a produtos químicos e/ou fertilizantes, e proporcionar a quantidade ideal nos períodos de chuva e secos. Em geral, as hortaliças têm seu desenvolvimento influenciado pelas condições de umidade do solo e a falta de água é o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial (SANTANA *et al.*, 2010).

As hortaliças são culturas que requerem água constantemente, e, para serem cultivadas durante o ano todo, a irrigação no período mais seco passa ser a única forma de hidratação do solo. Sua produção geralmente é feita por agricultores familiares, pois esse tipo de cultivo utiliza pouco espaço, pouco

insumo e tem um ciclo bastante curto. Seu único problema é a grande necessidade de água (DIAS *et al.*, 2012).

As hortaliças têm um sistema radicular relativamente superficial e requerem uma maior disponibilidade de água no solo para obter melhor desempenho e produtividade. Geralmente, são plantas que podem ser cultivadas em todas as estações do ano, entretanto, no período seco, a irrigação é um insumo primordial (SILVA; SILVA, 2005).

Por isso, para se obter uma boa produção de hortaliças, é necessário levar em consideração a quantidade de água exigida pela planta, ver qual método de irrigação se adequa ao produtor e qual o tipo mais adequado à cultura, buscando uma produção sustentável, com boa produtividade e custos viáveis. Testezlaf (2017) define a irrigação como aplicação artificial de água de maneira a satisfazer as necessidades das plantas e obter a produção ideal.

Tendências e perspectivas da horticultura irrigada

A irrigação tem sido uma das práticas culturais mais importantes para o sucesso da horticultura. Por mais que pareça simples, a quantidade de água que a planta recebe reflete no seu desenvolvimento, pois a irrigação está associada à capacidade de retenção de água do solo e necessidade hídrica da planta (CAMARGO, 2016). Couto *et al.* (2002) explicam que o excesso ou a falta pode provocar a morte da planta, por isso é necessário analisar a capacidade de retenção para selecionar o tipo de irrigação a ser utilizado em cada cultura.



A irrigação deve ser realizada quando a deficiência de água no solo for capaz de causar decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas da planta e, conseqüentemente, afetar o desenvolvimento e a produtividade. Na prática, esse critério é simplificado de acordo com cada caso particular, podendo ser baseado em parâmetros relacionados à planta, ao solo, a condições práticas limitantes ou a um conjunto desses atributos (MAROUELLI *et al.*, 1998).

A fim de atender à crescente demanda de produção e o consumo de água na irrigação, Cunha *et al.* (2013) mostram os desafios ambientais e a possibilidade de danos irreversíveis aos ecossistemas com o uso inapropriado da irrigação. Dillon (2011) afirma que pequenos projetos podem gerar baixos custos e permitem uma melhor gestão dos recursos hídricos. Para Camargo (2016), perguntas como “quando” e “quanto” devem ser feitas para um manejo correto, de maneira a proporcionar maior competitividade e lucratividade ao produtor e auxiliar numa produção mais sustentável, diretamente envolvida na redução do desperdício de água e de energia.

A irrigação é relevante ao desenvolvimento de diferentes culturas, porém é responsável por impactos ambientais quando usada indevidamente (SEO, 2011; CUNHA *et al.*, 2013). Em Senegal, os horticultores, a fim de aumentar a produção, bombeiam excessivamente água subterrânea para irrigação e, para diluir a água cada vez mais salina, misturam-na com águas residuais não tratadas. A irrigação por gotejamento diminui o consumo na produção de alimentos, assim como a captação de água da chuva reduz a demanda na rede urbana (HOWELER *et al.* 2013).



Rossi e Santos (2018) conceituam a gestão de escassez ambiental, demonstrando o uso ineficiente de tecnologias e o consumismo que tornam insustentáveis as atividades econômicas. Além disso, há o conflito socioambiental entre diferentes formas de apropriação da natureza e os interesses públicos, coletivos, difusos e privados, no contexto da sociedade consumista e produtora de mercadorias. Camargo (2016) afirmou que é possível vencer um dos maiores desafios da agricultura irrigada e produzir cada vez mais alimentos utilizando cada vez menos água.

A tendência para que os sistemas sejam mais sustentáveis é uma irrigação correta e eficiente, capaz de beneficiar diretamente a agricultura e o meio ambiente, especialmente as hortícolas. Siqueira *et al.* (2018) reiteram que existem tecnologias de fácil aplicação e baixo custo aos agricultores que garantem a reposição de água no solo e oferecem componentes de sustentabilidade ambiental e social.

Rossi e Santos (2018) contam que o uso inadequado e intensivo para irrigação das águas do Salitre, rio perene no semiárido, quase provocou sua extinção, comprometendo as condições de permanência na terra da comunidade que vivia em seu torno. Por não adotar um método de controle da irrigação, o produtor rural geralmente a faz em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico, e isso tem como principal consequência o desperdício de água e energia, utilizadas em um bombeamento desnecessário (SOUZA *et al.*, 2008).



A reposição de água no solo é decisiva para o sucesso da horticultura. Para o manejo adequado da irrigação, é necessário o controle diário da umidade do solo e/ou da evapotranspiração durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para tanto, é indispensável o conhecimento de parâmetros relacionados às plantas, ao solo e ao clima para determinar o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada (EMBRAPA, 1996). O manejo da irrigação de uma forma consciente consiste no uso do volume de água necessário às plantas no momento certo (TESTEZLAF, 2017).

Em geral, as recomendações para irrigação em horticultura apontam para os métodos como a aspersão, localizada e superficial. Os diferentes sistemas têm capacidade para atender à demanda de cada região e produtor, buscando sempre minimizar os custos, por meio do emprego de mão de obra qualificada e melhor uso do recurso água (MAROUELLI *et al.*, 2011). Todavia, cada técnica apresenta vantagens e desvantagens, custos variáveis e se adapta melhor a determinadas hortaliças. O manejo da irrigação tem como objetivo maximizar a eficiência, diminuir custos e uso de mão de obra, proporcionando condições favoráveis para um bom desenvolvimento das plantas e sua produção (EMBRAPA, 2005).

Para Nunes *et al.* (2017), o Brasil tem um potencial para agricultura irrigada. Segundo Marouelli e Silva (2011), os sistemas por aspersão têm sido os mais utilizados em hortaliças no país. Isso se deve ao custo moderado e flexibilidade de manejo, por isso podem ser utilizados para diferentes condições de cultivo, tipos de solo e topografia.



Em termos de avanços tecnológicos na irrigação por aspersão, pode-se destacar o desenvolvimento de aspersores que possibilitam melhor distribuição de água e redução do uso de energia e a incorporação de componentes eletrônicos que melhoram a operação dos sistemas, diminuindo o uso de mão de obra e a interferência do operador no manejo da irrigação (SILVA; MAROUELLI, 2006).

Além disso, outro avanço é a expansão das áreas de produção de hortaliças permitida, em parte, pelo uso do pivô central (figura 1). Marouelli e Silva (1998) relataram que o sistema pivô central já era usado para as culturas de tomate, ervilha, milho-doce, cenouras, batata-doce e melancia. Marouelli (2007) aponta que os sistemas convencionais são mais recomendados para áreas pequenas, enquanto o pivô central é mais indicado para áreas grandes de produção de sementes, como sementes de ervilha.



Importância, tendência e perspectivas da irrigação
na produção de hortaliças

**Figura 1 – Irrigação por aspersão Pivô Central, Fazenda Roberta
Município de Nova Xavantina/MT.**



Fonte: Alessandra Conceição de Oliveira, 2016.

A irrigação localizada engloba, basicamente, os sistemas por gotejamento e o sistema por microaspersão. Esse método tem alta eficiência na aplicação de água e menos desperdício do recurso hídrico e consegue elevar a produtividade sem acarretar custos ambientais. Projetos de aspersão por gotejamento têm a vantagem da sustentabilidade econômica e



socioambiental, pois possibilitam aplicar, de forma inteligente, menor lâmina de água (PINTO *et al.*, 2017).

Marouelli e Silva (2011) informam que os principais avanços na irrigação de hortalças são introdução e adequação do sistema por gotejamento, automação, desenvolvimento e ajustes de curvas de absorção para uso da fertirrigação, inovação e melhoria no manejo de irrigação, determinação e ajustes de parâmetros (figura 2). O gotejamento tem se adaptado melhor à utilização da fertirrigação, melhorando a eficiência da aplicação de nutrientes, CO_2 e alguns agrotóxicos (SILVA; FEITOSA FILHO, 2003).

Figura 2 – Sistema de irrigação por gotejamento em culturas como beterraba, pimentão, quiabo e rabanete.



Fonte: Alessandra Conceição de Oliveira, 2012.



O sistema por gotejamento, até ao final dos anos 1980, era pouco utilizado, porém a cada ano seu uso para a irrigação de hortaliças aumenta, preferencialmente, nos plantios mais espaçados (acima de 80 cm entre fileiras), devido a questões econômicas (MAROUELLI *et al.*, 2003). Sistemas de baixa pressão possuem tecnologia eficiente para agricultores em pequena escala, utilizando uma bomba motorizada até o reservatório, possibilitando a irrigação por gravidade transportando a água até ponto desejado (SMITH *et al.*, 2014).

Uma grande inovação para melhorar o rendimento em sistemas superficiais é a utilização da tecnologia da irrigação intermitente, ainda pouco utilizada no Brasil (SILVA; MAROUELLI, 2006). De acordo com o Ministério da Integração Nacional (2008), faltam dados confiáveis para a utilização eficiente desse sistema nos cultivos. No método tradicional por sulcos, a eficiência de irrigação geralmente encontra-se na faixa entre 30% e 50%; com a adoção dessa nova tecnologia, pode-se atingir um patamar de 70% a 80% (FRIZZONE, 2017).

Os principais sistemas são por sulcos, corrugação, faixas e inundação (tabuleiros e pequenas bacias). Entre eles, apenas o de sulcos é utilizado na irrigação de hortaliças no Brasil, principalmente na produção pequena de certos tipos de fruto, como tomate estaqueado e pimentão, pois diminui doenças foliares (TESTEZLF, 2017).



Considerações finais

Cada técnica de irrigação permite uma economia sólida, quando considerados os custos de investimentos, funcionamento, acesso aos equipamentos para manutenção, as diferentes culturas e as condições climáticas e ambientais.

A irrigação tem um papel importante no crescimento e desenvolvimento da sociedade, presumindo haver sempre um aumento da produção agrícola com uso de tecnologias. Mas entende-se que ela pode ser prejudicial se não se levarem em consideração as questões ambientais. Ou seja, a irrigação deve ser utilizada de forma inteligente e sustentável.

Segundo o Ministério da Integração Nacional (2008), o princípio fundamental é convidar os atores envolvidos a serem parceiros para o desenvolvimento sustentável a fim de colaborar com a viabilização de projetos que compensem a utilização dos recursos naturais.



Referências

- CAMARGO, D. C. Manejo da Irrigação: como, quando e quanto irrigar? Fortaleza: **INOVAGRI/IFCE**, 26 p. 2016. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/images/stories/MOOCs/ManejoIrrigacao-comoIrrigar/materiais/Manejo_da_Irrigacao_como_quando_e_quanto_irrigar__Apostila.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.
- COUTO, L.; SANS, L. M. A. Características físico-hídricas e disponibilidade de água no solo. **Circular Técnica**: Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG, 8 p. 2002.
- CUNHA, D. A. *et al.* Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. vol. 51, n. 2, p. 369-386, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032013000200009. Acesso em: 10 set. 2018.
- DIAS, R. S. *et al.* A produção de hortaliças pela agricultura familiar no município de Humildes – Bahia. **Anais: XIX Encontro Nacional de geografia agrária**, Uberlândia, MG, 11 p. 2012. http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1416_1.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.
- DILLON, A. Do Differences In The Scale Of Irrigation Projects Generate Different Impacts On Poverty And Production. **Journal Of Agricultural Economics**, v. 62, n. 2, p. 474-492, 2011.
- EMBRAPA. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF, 72 p. 1996.
- EMBRAPA. Uvas sem sementes, Cultivares BRS Morena, BRS Clara e BRS Linda. **Sistema de Produção** nº 08, 2005, versão eletrônica. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasSemSementes/irrigacao.htm#irriga002>. Acesso em: 13 set. 2018.
- FRIZZONE, J. A. **Os métodos de Irrigação**. Piracicaba, SP: Material Didático. 32 p. 2017. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Frizzone/LEB_1571/TEXTO_COMPLEMENTAR_1_-_METODOS_DE_IRRIGACAO.pdf. Acesso em: 13 set. 2018.



MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Seleção de Sistemas de irrigação para hortaliças. Brasília – DF, **Circular técnica da Embrapa hortaliças nº 11**, 16 p. 1998. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107339/1/CNPH-DOCUMENTOS-11-SELECAO-DE-SISTEMAS-DE-IRRIGACAO-PARA-HORTALICAS-FL-07821.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, p. 1-8. 2003.

MARQUELLI, W. A. Irrigação em Campos de Produção de Sementes de Hortaliças. Brasília – DF, **Circular Técnica da Embrapa hortaliças nº 52**, 16 p. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287641029_Irigacao_em_Campos_de_Producao_de_Sementes_de_Hortalicas. Acesso em: 13 set. 2018.

MARQUELLI, W.; SILVA, W. L.C. Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. **Circular Técnica 98**, Brasília, DF. 2. ed. 24 p. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75698/1/ct-98.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A irrigação no Brasil: situação e diretrizes** – IICA Brasília, DF. 132 p. 2008. Disponível em: <http://repiica.iica.int/docs/Bo677p/Bo677p.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

NUNES, T. Z. et al. Uniformidade de irrigação e fertirrigação em sistema de aspersão fixa em pastagem. **IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, XXVI CNIRD e III SBS**. 10 p. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/64424347-Uniformidade-de-irrigacao-e-fertirrigacao-em-sistema-de-aspersao-fixa-em-pastagem.html>. Acesso em: 13 set. 2018.

PINTO, J. M.; SIMÕES, W. L.; CALGARO, M. Irrigação de cebola por gotejamento na superfície do solo e subterrâneo. **IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, XXVI CNIRD e III SBS**. 9 p. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165210/1/Welson-7.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.



Importância, tendência e perspectivas da irrigação na produção de hortaliças

ROSSI, R. A.; SANTOS, R. **Conflito e regulação das águas no Brasil: a experiência do Salitre**. Caderno CRH (Centro de Estudos e Pesquisas em Humanidades UFBA), Salvador, v. 31, n. 82, p. 151-167, 2018. Disponível em: <https://rigs.ufba.br/index.php/crh/article/view/20195/16327>. Acesso em: 13 set. 2018.

SANTANA, M. J. *et al.* Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 15, n. 4, p. 443-454, 2010.

SEO, N. An analysis of public adaptation to climate change using agricultural water schemes in South America. **Ecological Economics**, v. 70, n. 4, p. 825-834, 2011. Disponível em: DOI: 10.1016/j.jecolecon.2010.12.004. Acesso em: 13 set. 2018.

SILVA, C. A; SILVA, C.J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Publicação científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF, ano IV, n. 8, 2005.

SILVA, D. J; FEITOSA FILHO, J. C. **Fertirrigação para Iniciantes**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/27619/1/OPB107.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

SILVA, H. R. da; MAROUELLI, W. A. Avanços na eficiência de sistemas de irrigação em horticultura. Palestra apresentada no **II Simpósio Nacional sobre o uso da água na Agricultura**, Passo Fundo, RS, 11 p. 2006. Disponível em: <http://cbhpf.upf.br/phocadownload/2seminario/irrigacaohorticulturii.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

SIQUEIRA, A. P. da S. *et al.* **Irrigapote**: aprendizagem coletiva na utilização de tecnologia de irrigação sustentável. EMBRAPA AMAZÔNIA. 19 p. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094350/irrigapote-aprendizagem-coletiva-na-utilizacao-de-tecnologia-de-irrigacao-sustentavel>. Acesso em: 13 set. 2018.



SMITH, M. *et al.* Técnicas de Irrigação para Agricultores de Pequena Escala: Práticas Fundamentais para implementadores de RRC.

Documento Técnico: Um Guia de Campo para a Redução do Risco de Calamidades na África Austral – FAO. 52 p. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3765o.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

SOUZA, E. A. M.; SOUZA, P.C.; VILAS BOAS, M. A. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por aspersão convencional fixo e gotejamento em vila rural. **Irriga**, Botucatu – SP, v. 13, n. 1, p. 47-62, 2008.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas. CAMPINAS, 2017. Disponível em: https://www.feagri.unicamp.br/irrigacao/index.php?option=com_attachments&task=download&id=47. Acesso em: 13 set. 2018.





Capítulo 4.

Hortalças: plantas alimentícias não convencionais

Joel Soares Vieira

Ubiramar Ribeiro Cavalcante

A flora brasileira é constituída por diversas espécies ainda subexploradas, mas que podem ser uma fonte de renda alternativa e uma opção de diversificação cultural (ALMEIDA *et al.*, 2014). O termo plantas alimentícias não convencionais (PANC) foi criado em 2008 pelo biólogo e professor Valdely Ferreira Kinupp e refere-se a todas as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas que não estão incluídas em nosso cardápio cotidiano (KELLEN *et al.*, 2015). O resgate e a valorização dessas hortalças na alimentação representam ganhos importantes do ponto de vista cultural, econômico e social, considerando a tradição no cultivo em várias comunidades e sua contribuição em termos de nutrição (BRASIL, 2010a).

O termo hortalça é utilizado para designar plantas de consistência herbácea, geralmente de ciclo curto, cujas partes comestíveis são diretamente utilizadas na alimentação humana sem exigir industrialização prévia (FILGUEIRA, 1981). Hortalças PANC estão presentes em determinadas localidades

ou regiões e exercem uma grande influência na alimentação de populações tradicionais. Compõem pratos típicos regionais, importantes na expressão cultural dessas populações.

Poucas são as comunidades que mantêm o uso das hortaliças PANC e tem-se observado uma diminuição no consumo e cultivo de hortaliças tradicionais frescas. Independente da classe social, esses alimentos, necessários à nutrição diária, vêm sendo substituídos por alimentos industrializados, levando à queda da utilização principalmente das plantas de importância regional. São, também, percebidas mudanças culturais e nos hábitos alimentares das comunidades tradicionais, com a diminuição do consumo diário das hortaliças PANC, e a substituição por vegetais de maior apelo comercial (BRASIL, 2010a).

A perda de interesse pelo consumo das hortaliças PANC parece estar atrelada à falta de informação sobre os meios de propagação e das suas propriedades nutricionais. Ações que visem incentivar o consumo de hortaliças e, particularmente, de variedades locais, são importantes para levar diversidade e riqueza para a dieta das populações e na perpetuação de bons hábitos alimentares, além de serem fundamentais na valorização do patrimônio sociocultural do povo brasileiro (BRASIL, 2010b).

O desconhecimento sobre essas plantas, sua utilidade e forma de consumo, associado às tendências “modernas”, resultaram na redução do uso de muitas plantas que antes faziam parte do cotidiano alimentar das pessoas. As hortaliças PANC são úteis para complementar a alimentação e a economia



familiar de populações tradicionais e carentes (SOUZA *et al.*, 2009). Diante disso, o resgate e a valorização dessas hortalças representam ganhos importantes do ponto de vista cultural, econômico, social e nutricional.

As hortalças não convencionais são fontes de vitaminas, sais minerais, proteínas, carboidratos e fibras, muitas vezes em quantidades superiores quando se comparam com as convencionais de maior uso pela população. Vários trabalhos atestam essa riqueza nutricional: Silva (2015) caracterizou os constituintes nutricionais presentes nas espécies almeirão de árvore (*Lactuca canadensis* L.), azedinha folhas estreitas (*Rumex acetosa* L. var. 1), azedinha folhas largas (*Rumex acetosa* L., var. 2), bertalha (*Basella alba* L.), capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.), caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.), caruru vermelho (*Amaranthus hybridus* L.), coentro do mato (*Eryngium campestre* L.), peixinho (*Stachys byzantina* K. Koch) e taioba (*Xanthosoma sagittifolium* L.) (Tabela 1). Verificou-se que todas elas apresentaram atividade antioxidante, com destaque para a capuchinha, que apresentou 93,58% para o sequestro de radicais livres (SRL), em especial para as folhas e flores. A capacidade de sequestro de radicais livres, apresentada pelas folhas de capuchinha, é superior às elucidadas por Melo *et al.* (2006) para algumas hortalças folhosas comumente comercializadas no Brasil, tais como alface (65% SRL), couve-flor (87,52% SRL), couve (91,63% SRL) e espinafre (81,41% SRL).



Tabela 1 – Resultados médios para atividade antioxidante, vitamina C, proteínas e minerais, obtidos para as estruturas das espécies avaliadas.

ESPÉCIE	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	VITAMINA C	PROTEÍNAS	MINERAIS
	%SRL	MG/100G	%	%
<i>T. majus</i> (folha)	93,58	188,55	3,32	2,75
<i>A. hybridus</i> (folha)	58,92	172,04	4,42	6,79
<i>S. byzantina</i> (folha)	46,51	88,75	3,45	3,3
<i>T. majus</i> (flor)	68,32	175,93	1,72	0,83
<i>X. sagittifolium</i> (folha)	21,86	195,58	3,46	2,11
<i>A. viridis</i> (folha)	41,76	187,90	5,79	4,64
<i>B. alba</i> (folha)	28,62	187,23	1,44	1,31
<i>H. sabdariffa</i> (flor)	20,14	69,94	3,54	1,05
<i>R. acetosa</i> ¹ (folhas)	11,57	93,85	1,87	0,78
<i>R. acetosa</i> ² (folhas)	41,98	95,73	1,48	0,95
<i>L. canadensis</i> (folhas)	41,98	104,63	1,25	1,71
<i>E. campestre</i> (folhas)	18,66	111,3	1,11	1,97

1. Azedinha das folhas estreitas, 2. Azedinha das folhas largas.

Fonte: Adaptado de Silva (2015).

Em relação à vitamina C, variou de 195,58 mg/100g para as folhas de taioba a 69,94 mg/100g para as flores de *Hibiscus* (Tabela 1). Esses valores são bem superiores aos encontrados em hortaliças utilizadas *in natura*, como alface, brócolis, couve, couve-flor, espinafre, repolho e rúcula, que, em média,



apresentam 50 mg/100 g (LIMA, 2011). Capuchinha, peixinho e caruru-vermelho apresentaram maiores teores de fenólicos e de vitamina C, sendo essencialmente por isso que essas espécies foram as com maior teor de atividade antioxidante.

O caruru de mancha e o caruru vermelho se destacaram por possuírem os maiores teores de proteínas: 4,42% e 5,79% respectivamente (Tabela 1). Esses valores são superiores aos presentes nas hortalças folhosas mais comercializadas e consumidas no Brasil, como alface crespa (1,3%), couve (2,9%), espinafre (2,0%) e rúcula (1,8%) (LIMA, 2011). As folhas do caruru de mancha foram as que apresentaram o maior valor de minerais constituintes, quando comparadas com as demais espécies estudadas.

O teor de pectina observado no botão floral da vinagreira (1,45 g/100) mostrou-se expressivo com relação a outras espécies consideradas fontes desse composto, para a fabricação de doces e geleias. Também se destaca pela apresentação de antocianina em sua constituição, substância que participa do metabolismo energético por meio da transformação de carboidratos e outros nutrientes em energia e apresenta propriedades antioxidantes quando ingerida, conseqüentemente, possuindo efeito desintoxicante das células (ROCHA; REED, 2014). Além disso, é possível a sua utilização como corante natural na indústria de alimentos (LOPES *et al.*, 2012).

A lisina é um aminoácido essencial ao nosso organismo e que precisa ser ingerido através da alimentação. O teor de lisina do ora-pro-nóbis é até 23 vezes maior que de plantas como



couve e alface e 7,2 e 5,0 vezes maior em relação ao espinafre e ao milho, respectivamente (ALMEIDA, 2012).

Hortalças como taioba (82,96 mg/100g), ora-pro-nóbis (86,99 mg/100g), bertalha (92,92 mg/100g) e beldroega (93,68 mg/100g) caracterizam-se pelos elevados níveis de ácido ascórbico, precursor da vitamina C presente em inúmeras atividades fisiológicas. Como os seres humanos não são capazes de sintetizá-la, é muito importante a ingestão diária (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os níveis de minerais presentes nas folhas de hortalças PANC (Tabela 2) são suficientes para atender à necessidade diária de crianças e adultos, além de apresentarem teores superiores aos relatados para as olerícolas cultivadas comercialmente.

Tabela 2 – Teores médios de minerais (g 100 g⁻¹ MS) nas folhas de hortalças PANC. Sinop, UFMT (2009).

MINERAIS	TAIOBA	ORA-PRO-NÓBIS	BERTALHA	BELDROEGA
N	5,02	3,47	2,93	2,17
P	0,37	0,45	0,35	0,35
K	3,82	3,74	3,87	3,71
Ca	2,39	2,16	2,05	2,39
S	0,28	0,36	0,52	0,20
B	0,0032	0,0028	0,0024	0,0028
Cu	0,0012	0,0009	0,0005	0,0011
Mn	0,0069	0,0028	0,0042	0,0058
Zn	0,0033	0,0059	0,0057	0,0020
Fe	0,0081	0,0094	0,0213	0,0324

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2013).



Diante desses resultados, as hortaliças PANC são uma opção promissora quando se busca qualidade nutricional e diversidade na alimentação humana. A seguir descreveremos quatro delas, com enfoque no pós-colheita, pois consideramos ser um obstáculo a ser vencido na conquista de novos mercados.

Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)

É uma planta nativa da flora brasileira. No Nordeste, predomina nos estados do Maranhão, Pernambuco, Bahia, Alagoas e Sergipe; no Centro-Oeste, pode ser encontrada em Goiás; no Sudeste, é comumente utilizada na culinária de todos os estados; e no Sul, é encontrada no Paraná e em Santa Catarina (ZAPPI *et al.*, 2015).

Pertence à família Cactaceae e é considerada detentora do maior número de caracteres primitivos da família. É uma planta trepadeira arbustiva (figura 1 A) de caule longo, ereto e fino, herbáceo (figuras 1 B), sublenhosos, semilenhosos ou lenhosos, tornando-se rasteiro com a idade, de até 10 m de comprimento e com ramos laterais (DUARTE; HAYSASHI, 2005). Sendo uma das únicas plantas da espécie com folha desenvolvida, suas folhas são elípticas e carnosas (figura 1 C) e apresentam alto teor de mucilagem. Em virtude da presença do biopolímero arabinogalactana e do elevado conteúdo proteico, tem despertado o interesse das indústrias alimentícia e farmacêutica (MERCÊ *et al.*, 2001).



Figura 1 – Planta de ora-pro-nóbis (A), ramo da planta com folhas novas e no ponto de colheita (B), e diferentes fases de crescimento das folhas (C).



Fonte: Ubiramar Ribeiro Cavalcante, 2015.

Devido a sua rusticidade, a planta adapta-se aos diversos tipos de solo, não sendo exigente em fertilidade (BRASIL, 2010a). Caracteriza-se por um desenvolvimento vegetativo durante o ano inteiro. As folhas comestíveis podem ser usadas em várias preparações, como farinhas, saladas, refogados, tortas e massas alimentícias, além do preparo de pratos típicos (MARSARO-JÚNIOR *et al.*, 2011).

Pode começar a ser colhida entre 2 e 3 meses após o seu plantio, quando as folhas apresentam em média de 7 a 10 cm de comprimento. No momento da colheita e durante o manuseio da planta, devem-se utilizar luvas para evitar ferimentos pelos acúleos. O rendimento da cultura varia de 2,5 a 5,0 t/ha a cada corte, sendo comum três a quatro cortes por ano (BRASIL, 2010a). A vida útil das folhas de ora-pro-nóbis é relativamente longa em comparação a outras folhosas, e elas podem ser colocadas em embalagens plásticas e



armazenadas sob refrigeração a 10 °C, permanecendo em boas condições por até 12 dias.

Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.)

Popularmente conhecida como capuchinha, chaguinha, chagas, papagaios, flor-de-sangue, agrião-do-méxico, flor-de-chagas, espora-de-galo e agrião do peru, tem como centro de diversidade primária a região que vai da Patagônia na Argentina ao sul do México, passando por Brasil, Peru e Colômbia. No Brasil, a capuchinha (figura 2) é mais utilizada e reconhecida por suas propriedades fitoterápicas, pois a luteína – um importante carotenoide ligado a prevenção de doenças da visão, como a degeneração macular e a catarata – está presente em altas concentrações nas pétalas comestíveis da flor (RIBEIRO *et al.*, 2012).

Entre as hortalças PANC, a capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) é a precursora no mercado de flores comestíveis e a mais consumida, sendo utilizada no preparo de diversos pratos.

A colheita das folhas e flores inicia-se aos 50 dias após o plantio, podendo se estender por meses. As partes mais procuradas e apreciadas da planta são as flores, que podem atingir produtividade de 0,4 a 0,5 kg/m², e as folhas, que alcançam entre 0,8 e 1,0 kg/m² (BRASIL, 2013).

As flores de capuchinha exigem cuidados para mantê-las inteiras e bonitas, pois qualquer mancha ou rasgo em suas pétalas já invalida a comercialização. Em geral, são classificadas como produtos com alta perecibilidade, devido à



natureza efêmera dos tecidos que as formam, à intensa atividade respiratória e ao reduzido conteúdo de carboidratos de reservas. Portanto, necessitam de condições adequadas para manter por mais tempo seu frescor, coloração e longevidade pós-colheita. A refrigeração é considerada um aspecto de grande valor para a comercialização de flores, pois possibilita a manutenção da qualidade durante o armazenamento e o transporte a longas distâncias. Foi verificado em estudos por Sangalli *et al.* (2007) que a longevidade média das flores de capuchinha vermelhas e amarelas acondicionadas em embalagens de PVC e mantidas em câmara fria a 5°C foi de oito dias após a colheita, enquanto as não acondicionadas murcharam e perderam as condições de comercialização a partir do segundo dia.

Figura 2 – Capuchinha com flores.



Fonte: Joel Soares Vieira, 2018.



Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* [L] Schott)

Planta da família Araceae, é originária do Brasil tropical e equatorial. É uma herbácea perene e pode atingir de 1,5 a 2,0 m de altura. Entretanto, com o corte das folhas para alimentação, fica em torno de 0,8 a 1,0 m de altura (figura 3). Forma um rizoma principal grande e outros menores, com brotações secundárias em número relativamente reduzido (BRASIL, 2013). O cultivo comercial para exploração de folhas ainda é pouco expressivo no Brasil, distribuindo-se principalmente em regiões dos estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. As folhas são consumidas refogadas como acompanhamento de pratos à base de carnes. No Nordeste, é muito comum o uso de taioba em omeletes, lasanhas e risotos (MADEIRA, 2013).

A colheita das folhas inicia-se entre 60 a 75 dias após o plantio, quando atingem de 30 a 40 cm de comprimento, fazendo-se novas colheitas sempre que alcançam esse tamanho. Existe um risco de perdas na pós-colheita, como qualquer verdura, devido a danos durante a colheita e armazenagem. No entanto, se essas perdas são controladas, a produção é melhorada.



Figura 3 – Taioba.



Fonte: Joel Soares Vieira, 2018.

Para minimizar esses danos, as folhas podem ser submetidas a processos de secagem e moagem, tornando-as alimentos menos perecíveis. Esses processos industriais são úteis para a produção de farinhas e amidos, os quais podem, por sua vez, ser utilizados pela indústria alimentícia para o desenvolvimento de novos produtos. Na colheita, devem-se evitar danos físicos, pois induzem aumento dos compostos fenólicos e escurecimento das folhas (MENDES *et al.*, 2011).

Vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Encontra-se distribuída pelo mundo, mas é na África e no Brasil, mais especificamente no estado do Maranhão, que



assume maior importância como hortaliza folhosa (figura 4). Pode atingir 3 m de altura, entretanto o ideal é efetuar o manejo com corte, mantendo as plantas com 1,0 a 2,0 m de altura. As flores são branco-amareladas, rosas ou púrpuras, com cálices carnosos vermelhos ou brancos que irão formar os frutos, pequenas cápsulas (MADEIRA, 2013).

Planta de múltiplos usos, além das folhas, os frutos e cálices são matéria-prima para a fabricação de sucos, doces e geleias. Há diferentes variedades, mas existem basicamente dois tipos: as de folhagem verde e as de folhagem avermelhada (púrpura) (BRASIL, 2013).

Figura 4 – Vinagreira.



Fonte: Joel Soares Vieira, 2018.

Inicia-se a colheita entre 60 e 90 dias após o plantio, quando os ramos são cortados com 40 a 50 cm de comprimento.



Efetuem-se cortes sucessivos sempre que as plantas atingem porte suficiente para novo corte desse tamanho. Produzem-se, aproximadamente, 10 t/ha de ramos para uso como hortaliça a cada corte, sendo comum dois ou três cortes.

No caso dos cálices e das sépalas, colhe-se a partir de 150 a 180 dias, duas a três vezes por semana, para obter produto no ponto de colheita ideal, conforme o uso desejado (doces, sucos ou geleias com os cálices e chá com as sépalas). A produção de frutos imaturos para doces, sucos e geleias rende cerca de 1,0 a 1,5 kg por planta, ou seja, 10 a 15 t/ha; e a de sépalas para infusão, algo como 100 a 150 g por planta ou 1,0 a 1,5 t/ha, que podem render até 50 kg/ha após o secamento (BRASIL, 2013).

Considerações finais

De acordo com relatório divulgado em 2018 pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), houve um aumento da fome no mundo pelo terceiro ano consecutivo. O número de pessoas subalimentadas, ou seja, que padecem de privação crônica de alimentos, aumentou de 804 milhões em 2016 para 821 milhões em 2017, o que corresponde a uma em cada nove pessoas no planeta. No Brasil, os números apontam que mais de 5,2 milhões de pessoas passaram um dia ou mais sem consumir alimentos ao longo de 2017, aproximadamente 2,5% da população. Nesse contexto, as hortaliças PANC, pela sua riqueza nutricional e rusticidade, devem ser resgatadas por uma questão de segurança alimentar e nutricional. A valorização dessas hortaliças



na alimentação representa ganhos importantes do ponto de vista cultural, econômico, social e nutricional.

Além disso, a crescente preocupação das pessoas com a saúde e a busca por uma alimentação saudável tornam as hortalças PANC uma oportunidade interessante para o mercado, devido a suas características que as classificam como alimentos funcionais.

Desta forma, estão ocorrendo ações entre vários órgãos de pesquisa e empresas privadas, como a parceria entre a Embrapa Hortalças e a empresa Proteios, da área de nutrição funcional. A partir da inovação do sistema de produção validado pela Embrapa, agricultores familiares do município de Palmeira, a 80 km de Curitiba, iniciaram o cultivo de ora-pro-nóbis para fornecer à empresa para fabricação de um produto denominado Complemento Nutricional Funcional, uma proteína vegetal em pó composta basicamente pelas folhas dessa hortalça. Ele é uma espécie de farinha utilizada para enriquecer bebidas e alimentos, como pães, massas e barras de cereais, que possui elevada concentração de proteína, em torno de 28% da matéria seca. O Ministério do Desenvolvimento Agrário também está vinculado ao projeto de fomento do cultivo de ora-pro-nóbis no Paraná. O órgão adicionou a cultura na lista dos produtos financiados pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), permitindo o custeio da lavoura. Outras ações governamentais, como a Portaria Interministerial nº 284, de 30 de maio de 2018, contribuem para a difusão dessas hortalças, com a inclusão de ora-pro-nóbis, beldroega,



major-gomes, taioba, entre outras na merenda escolar através do Programa de Aquisição de Alimentos e da Lei nº 11.947/2009 no Programa Nacional de Alimentação Escolar. A inserção comercial das plantas alimentícias não convencionais em feiras locais, regionais e grandes redes de supermercados também assegura uma fonte de renda para os agricultores.



Referências

ALMEIDA, M. E. F. Caracterização química das hortalças não convencionais conhecidas como ora-pro-nóbis. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 1, p. 431-439, Uberlândia, 2014.

ALMEIDA, M. E. F.; CORRÊA, A. D. Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p.751-756, abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortalças não convencionais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, Brasília: MAPA/ACS, 94 p., 2010a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortalças não convencionais: (tradicionais)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: MAPA/ACS, 52 p., 2010b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortalças não convencionais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: MAPA/ACS, 99 p., 2013.

DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 103-109, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortalças**. Vol. 1, 2. ed, Ed, Agronômica Ceres, São Paulo, 1981.

KELEN, M. E. B. et al. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortalças espontâneas e nativas**. Porto Alegre: UFRGS, 2015, 44 p.

LIMA, D. M. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. NEPA-UNICAMP, 4. ed, Campinas, 2011. 161 p.

LOPES, T. et al. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, jul-set, 2007.



MADEIRA, N. R. et al. **Manual de produção de Hortaliças Tradicionais**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 155 p.

MARSARO-JÚNIOR, A. L. et al. First report of natural infestation of *Pereskia aculeata* Miller (cactaceae) by *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Revista de Agricultura**. v. 86, n. 2, p. 151-154, 2011.

MELO, E. D. A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, jul-set. 2006.

MERCÊ, A. L. R. et al. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 76, n. 1, p. 29-37, 2001.

OLIVEIRA, D. C. S. et al. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. p. 472-475, 2013.

RIBEIRO, W. S. et al. **Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.)**. Brasília: Editora Kiron, 100 p. 2012.

ROCHA, D. S.; REED, E. Pigmentos Naturais em Alimentos e sua Importância para a Saúde. **Revista EVS – Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 76-85, jan./mar. 2014.

SILVA, L. F. L. **Hortaliças não convencionais**: quantificação do DNA, contagem cromossômica, caracterização nutricional e fitotécnica. 2015. 141 p. Tese (doutorado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SOUZA, M. R. R. et al. O potencial do ora-pro-nóbis na diversificação da produção agrícola familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3550-3554, 2009.

ZAPPI, D. et al. *Cactaceae*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1633>. Acesso em: 10 ago. 2018.



Leitura recomendada

BARBOSA, C. K. R. **Manejo e Conservação Pós-Colheita de *Pereskia aculeata* Miller**. Dissertação (mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

CAVALCANTE, U. R. **Qualidade de mudas de *Pereskia aculeata* Miller em resposta ao tipo de substrato e maturação fisiológica do ramo**. 2016. 29 p., L dissertação (mestrado em Olericultura: área de concentração Olericultura). Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2016.

FAO, FIDA, UNICEF, PMA Y OMS. **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición**. FAO, Roma. 2018.

PÉREZ, E. E. *et al.* Production and characterization of *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta* flours. **Journal Food Science**, v. 72, n. 6, p. 367-371, 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *et al.* Updated Brazilian on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, Roma, v. 21, p. 445-463. 2008.





Capítulo 5.

Pós-colheita de hortaliças: inovações e perspectivas

Tatiana Marquini Machado

João Paulo Tadeu Dias

Devido à ampla divulgação pela imprensa sobre a relação entre alimentação e saúde, a preocupação da sociedade ocidental com os alimentos tem aumentado de forma exponencial. Dentro desse quadro, vem ocorrendo um aumento do consumo de legumes e verduras frescas e de boa qualidade, pois são essenciais para uma dieta saudável, já que fornecem vitaminas, minerais, antioxidantes e outros compostos importantes para a saúde.

Produtos são considerados de boa qualidade pelos consumidores quando apresentam forma perfeita; tamanho, cor e aroma ideais; e ausências de defeitos, como cortes, injúrias ou apodrecimento; além de serem seguros para o consumo (SIVAKUMAR; BAUTISTA-BAÑOS, 2014).

A Food and Agriculture Organization for the United Nations (FAO) alerta para o desperdício de alimentos em toda a cadeia de produção e afirma que o desafio da agricultura do século XXI é produzir mais alimentos e fibras para suprir uma

população em crescimento, uma vez que a estimativa é que a população mundial cresça mais de um terço entre 2009 e 2050. Ressalta, ainda, que muitos países em desenvolvimento dependem da agricultura e necessitam adotar medidas mais eficientes e métodos de produção sustentáveis, adaptando-se às mudanças climáticas (EMBRAPA, 2018; FAO, 2009; FAO, 2014; GUSTAVSSON, 2011).

A estimativa da FAO é que 28% dos alimentos que chegam ao final da cadeia em países latino-americanos são desperdiçados. O Brasil descarta mais do que o necessário para neutralizar a insegurança alimentar no país e, além de enfrentar perdas elevadas na pós-colheita, também apresenta grande desperdício no final da cadeia produtiva (EMBRAPA, 2018; FAO, 2009; FAO, 2014; GUSTAVSSON, 2011).

Na fase final da cadeia produtiva, a perda e o desperdício de alimentos têm muitos impactos econômicos e ambientais. Economicamente, representam um investimento desperdiçado que pode reduzir os rendimentos dos agricultores e aumentar as despesas dos consumidores (EMBRAPA, 2018; FAO, 2009; FAO, 2014; GUSTAVSSON, 2011).

Ambientalmente, esse desperdício causa uma série de impactos, inclusive emissões desnecessárias de gases de efeito estufa e uso ineficiente de água e terra, que, por sua vez, podem levar ao comprometimento dos ecossistemas naturais e dos serviços que eles fornecem (EMBRAPA, 2018; FAO, 2009; FAO, 2014; GUSTAVSSON, 2011).



O estudo apresentado pela FAO (2011) mostra o desperdício nas seguintes etapas: produção agrícola; manuseio pós-colheita e armazenamento; processamento e acondicionamento; distribuição e consumo. Os produtos agrícolas analisados foram cereais, raízes e tubérculos, oleaginosas e leguminosas, frutas e hortaliças, carnes, peixes e frutos do mar, leite e ovos.

Em 2009, de 1,3 bilhões de toneladas perdidas, 44% seria somente para frutas e hortaliças e 20% para raízes e tubérculos, globalmente. E, dentro do total de 1,5 quadrilhão de Kcal, a participação de diferentes regiões na perda de alimentos no mundo foi de 6% para a América Latina e 28% para a Ásia Industrializada (EMBRAPA, 2018; GUSTAVSSON, 2011).

Nesse cenário, a redução de perdas de produtos hortícolas na etapa de pós-colheita se faz necessária. Por isso, o desenvolvimento e aplicação de técnicas de conservação de hortaliças são imprescindíveis.

Na pós-colheita de produtos hortícolas, as incidências de decomposição em frutas e vegetais dependem do tipo de produto e cultivar, do estágio de amadurecimento, condições de armazenamento e transporte, e do varejista e suas condições de prateleira (SIVAKUMAR; BAUTISTA-BAÑOS, 2014). Na figura 1, temos exemplos da distribuição de produtos frescos em prateleiras.



Figura 1 – Exposição de frutas e hortaliças em gôndolas de feira livre na cidade de Padova/Itália. Nota-se a utilização de embalagens para a proteção dos produtos frescos.



Fonte: MACHADO; DIAS, 2012.

A vida de prateleira de um alimento é definida como o tempo em que o produto, conservado em determinadas condições de temperatura, mantém a qualidade inicial e permanece adequado ao consumo (GRIZOTTO *et al.*, 2006). Para se ter uma previsão desse intervalo para os produtos hortícolas, é necessário obter informações como o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração (MOURA *et al.*, 2007).

Após a colheita, para diversas espécies, a primeira providência para manter a vida pós-colheita é o resfriamento (retirada do calor de campo), pois temperaturas altas podem comprometer a vida de prateleira do produto. Esse fato é claramente constatado no caso de hortaliças e frutas mais sensíveis ao calor. Além disso, quanto maior o tempo de espera, mais será requerido do sistema de refrigeração para retirar o calor do produto (PATARO; SILVEIRA JUNIOR, 2004).



Todo esforço para conservação pós-colheita busca reduzir a taxa com que processos como a respiração ocorrem, pois, embora seja fundamental na manutenção da vida, deve ser mantida em nível baixo, de modo a retardar a senescência (CHITARRA, 2005). Esta é definida como a fase final da ontogenia do órgão da planta, durante a qual ocorre uma série de processos degenerativos ativos essencialmente irreversíveis, que, por fim, levam à destruição e à morte (DHATT; MAHAJAN, 2007 apud EL-RAMADY *et al.*, 2015; POGSON; MORRIS, 2004). Obando-Ulloa *et al.* (2009) afirmam que seria um efeito fisiológico e bioquímico natural presente em todos os seres vivos, cujos sintomas típicos de desordens são irreversíveis e visíveis a olho nu.

Estudos descrevem os tipos de índices e seus componentes medíveis, sendo eles os visuais (tamanho, forma e cor); físicos (firmeza) e as medições químicas, como teor em sólidos solúveis ou sólidos solúveis totais e acidez titulável (DHATT; MAHAJAN, 2007 apud EL-RAMADY *et al.*; 2015).

As mudanças negativas ou deteriorativas envolvidas na senescência incluem: escurecimento enzimático e não enzimático, descoloração, *off-flavour*, amolecimento, encolhimento e endurecimento, além de outras alterações químicas, termofísicas e reológicas, que modificam o estado nutritivo, valor e sabor original, cor e aparência dos frutos e hortaliças (EL RAMADY *et al.*, 2015).

Porém, conforme El-Ramady *et al.* (2015), o estágio de desenvolvimento em que um produto é considerado maduro depende de seu uso final. Afinal, frutas e legumes são



consumidos em todos os estágios de desenvolvimento, portanto não há regras gerais quando se trata de definir a maturidade hortícola.

Segundo Pogson e Morris (2004), muitos pesquisadores consideram que a senescência de vegetais começa quando se atingem os limites em relação à perda da qualidade comercializável (ou aparência), ou seja, ela é o marco do tempo de armazenamento. Consequentemente, cada planta terá seus critérios de senescência. Nos vegetais folhosos, a senescência é indicada pela substancial perda de clorofila e o branqueamento das folhas. Nas raízes e órgãos de armazenamento, é indicada pelo desenvolvimento de brotação e aumento da infecção por patógeno.

A manutenção da qualidade dos produtos hortifrutícolas deve-se às técnicas de armazenamento pós-colheita que reduzem as taxas respiratórias, retardam o amadurecimento e previnem desordens fisiológicas (SANTOS *et al.*, 2006).

A vida de prateleira varia com o tipo de alimento, temperatura de estocagem, embalagem utilizada, entre outros fatores. Alguns danos devem ser observados durante o armazenamento, tais como contaminação microbiana ou por insetos e roedores, oxidação, hidrólise e reversão em gorduras, oxidação de pigmentos, reações de escurecimento não enzimático, alterações devido à umidade, atividade enzimática, perda de valor nutritivo, interações com os recipientes e perda da qualidade estética (MELLO *et al.*, 2003).



Em hortaliças, a perda de água é a mais importante causa da deterioração, porque afeta diretamente a aparência, a textura, o frescor e a qualidade nutricional (ANSORENA *et al.*, 2009). A colheita interrompe o suprimento de água para o órgão vegetal, causando a aceleração da degradação da clorofila e outras reações (SANTOS *et al.*, 2001).

Também podem ocorrer lesões nos tecidos durante o armazenamento, como reações enzimáticas que produzem alterações sensoriais, por exemplo, o surgimento de *off-flavour* (aromas estranhos), descoloração e perda de firmeza. O *off-flavour* é causado principalmente pela peroxidação dos ácidos graxos insaturados, catalisada por enzimas que ao final formam aldeídos e cetona (MELO *et al.*, 2003).

A oxidação é um processo metabólico que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células. Entretanto, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também leva à produção de radicais livres e, se não controlados, podem provocar danos extensivos (ROESLER *et al.*, 2007). As reações oxidativas acontecem na presença de espécies reativas de oxigênio (ROS), que apresentam elevada reatividade. Entre essas ROS, encontram-se os radicais hidroxila como ($\text{OH}\cdot$), peroxila ($\text{RO}_2\cdot$), alcooxila ($\text{RO}\cdot$) e as formas triplete ($^3\text{O}_2$) e singlete ($^1\text{O}_2$) do oxigênio (BUCHANAM *et al.*, 2000).

Em sistemas biológicos, a membrana celular constitui um dos focos da atuação das ROS. Além da membrana que envolve a célula, as das organelas intracelulares, como mitocôndria, retículo endoplasmático, núcleo etc., apresentam uma estrutura bilipídica e uma variedade de proteínas e açúcares. O



dano celular resulta basicamente do ataque da ROS sobre as macromoléculas, tais como açúcares $(\text{CHOH})_n$, DNA, proteínas e lipídios (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

Nos ácidos graxos poliinsaturados das membranas, o ataque de radicais livres pode desencadear reações de oxidação, denominadas peroxidação lipídica (MELLO FILHO; HOFFMANN; MENECHINI, 1984). Essas reações são ocasionadas pelo peróxido de hidrogênio (VELLOSA *et al.*, 2007) e afetam a integridade estrutural e funcional da membrana celular, alterando sua fluidez e permeabilidade (VELLOSA *et al.*, 2007; VASCONCELOS *et al.*, 2007).

A definição mais aceita para antioxidantes é que seriam substâncias que, mesmo presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidante, poderiam atrasar ou inibir as taxas de oxidação (ROCHA *et al.*, 2007). Entre os principais fitoantioxidantes, destacam-se o ácido ascórbico, flavonoides como a rutina e quercetina, derivados do ácido cinâmico, e outros compostos polifenólicos (BORA *et al.*, 2005).

Os compostos fenólicos são um amplo grupo de metabólitos secundários generalizado no reino vegetal (PODSEDEK, 2007). A ação antioxidante dos fenóis ocorre pela interferência no processo oxidativo por meio da quebra de cadeia de atividades de reação (oxidação primária) ou através de ligação com radicais livres (oxidação secundária) (HEREDIA; CISNEROS-ZEVALLOS, 2009). O conteúdo de fenólicos em frutos é afetado pela diminuição do ponto de maturação na colheita, diferenças genéticas (cultivar), condições ambientais da pré-colheita



e a situação do processo de armazenamento pós-colheita (ZADERNOWSKI *et al.*, 2009).

O grupo mais amplo e diversificado dos polifenóis são os flavonoides. A maior parte dos flavonoides tem a capacidade de reagir com os radicais livres, sequestrando-os ou neutralizando-os, e também faz parte da quelação de metais de transição (PIMENTEL *et al.*, 2005). Os flavonoides protegem as plantas contra a radiação UV, micro-organismos e herbivoria (HOUNSOME *et al.*, 2009).

As clorofilas são os pigmentos mais abundantes nas plantas e comuns em todas as células fotossintéticas. Os pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas *a* e *b*, os carotenoides e as ficobilinas. A clorofila *a* é o pigmento utilizado na fase fotoquímica, enquanto os demais constituem os chamados pigmentos acessórios (CRUZ *et al.*, 2007).

Os pigmentos verdes são quimicamente instáveis e podem ser alterados ou destruídos facilmente, modificando a percepção e a qualidade dos produtos. Ou seja, são sensíveis à luz, aquecimento, oxigênio e a degradação química (SCHOEFS, 2002). A retenção da cor verde é um atributo de qualidade, principalmente dos vegetais folhosos e frutos. Essa manutenção também está relacionada com os níveis de ácido ascórbico no tecido, que é maior nos vegetais verdes (ANSORENA *et al.*, 2009).

Algumas enzimas também estão ligadas ao estresse oxidativo (KUMAR; MALHOTRA, 2008). As polifenoloxidasas (PPO) podem levar ao início de reações de deterioração, isto é, surgimento de cor indesejável ou alterações de sabor e nutricionais (ARAUJO,



2006). Escurecimento e senescência são relacionadas a reações enzimáticas de polifenóis e estresse oxidativo de espécies reativas de oxigênio (ROS) em tecidos da parede celular, o que ocasiona diminuição do tempo de vida útil pós-colheita. Um sistema antioxidante eficiente pode adiar esse processo, embora a atividade antioxidante em vegetais diminua com a senescência (SEGOVIA-BRAVO *et al.*, 2009).

O nível de compostos fenólicos e da polifenoloxidase é conhecido por ser o principal interveniente no processo de escurecimento da fruta e legumes crus ou processados minimamente (MISRA *et al.*, 2014). As polifenoloxidases promovem a oxidação enzimática de compostos fenólicos produzindo primeiro a quinona, que depois se condensa em pigmentos escuros e insolúveis (MENOLLI *et al.*, 2008). A reação de escurecimento, resultante de danos mecânicos durante o armazenamento ou do processamento de frutas e vegetais, é um fenômeno generalizado (SEGOVIA-BRAVO *et al.*, 2009).

Também existe o escurecimento não enzimático, resultado da descoloração provocada pela reação entre carbonila e os grupos amina livres que forma o pigmento denominado melanoïdina. A degradação oxidativa do ácido ascórbico e a adicional condensação com compostos carbonílicos, que podem conter grupos de aminas, também produzem pigmentos escuros. São três os mecanismos das reações de escurecimento não enzimático: *Maillard* (aquecimento e armazenamento prolongados), caramelização (degradação do açúcar na ausência de aminoácidos ou proteínas) e oxidação da vitamina C (oxidação rápida na presença de ar, calor ou luz) (ARAUJO, 2006).



Tendências e perspectivas de técnicas de conservação que podem trazer inovação na qualidade pós-colheita

Há diversas tecnologias disponíveis para a conservação de produtos hortícolas na pós-colheita, tais como: refrigeração, sanitização, utilização de óleos essenciais, radiação gama, radiação ultravioleta C (UV-C), modificação de atmosfera, utilização de embalagens e películas e tratamentos térmicos. Um dos métodos mais usados é a refrigeração, e esse tem sido o foco de numerosas investigações científicas em pós-colheita ao longo dos anos (HENRIOD, 2006).

As hortaliças processadas minimamente são tendências no mercado e têm perspectivas de crescimento como é o caso das frutas selecionadas, a exemplo do figo pré-cozido (figura 2) e casca de laranja pré-cozida (figura 3) embalados e prontos para comercialização.



Figuras 2 e 3 – Hortaliças processadas minimamente são tendências no mercado.



Figo selecionado,
pré-cozido e
embalado pronto para
comercialização.



Casca de laranja
selecionada, pré-cozida
e embalada pronta para
comercialização.

Fonte: João Paulo T. Dias, maio de 2017.

A refrigeração diminui o metabolismo e evita a rápida deterioração dos alimentos. Uma vez colhidos, os vegetais devem ser armazenados e transportados a baixas temperaturas para estender sua vida útil após a colheita e, assim, chegar com boa qualidade aos mercados. Porém, somente a refrigeração pode não ser suficiente para retardar as mudanças que afetam a qualidade (SEIBERT *et al.*, 2008). Além do resfriamento, é necessário manter a alta umidade, já que durante armazenamento pode ocorrer redução da umidade, interferindo na taxa de transpiração do vegetal ou na evaporação subcuticular, especialmente em baixas temperaturas e sob ventilação (HENRIOD, 2006).

A redução da temperatura conserva os vegetais após a colheita por diminuir a diferença de pressão de vapor entre a planta



e o meio, reduzindo a perda de água (SANTOS *et al.*, 2001). Na madioquinha-salsa conseguiu-se reduzir a perda de matéria fresca, manter o teor relativo de água e minimizar a degradação do amido quando armazenada entre 5° e 10°C por 60 dias com a utilização de filme de PVC (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Em armazenamentos mais prolongados, podem ocorrer perda de firmeza, distúrbios fisiológicos e incidência de podridões, sendo essas as principais causas de perdas (SESTARI *et al.*, 2008). Também são comuns injúrias pelo frio, desordens fisiológicas preocupantes em produtos hortícolas armazenados. Elas ocorrem quando os produtos são expostos a temperaturas inferiores à temperatura mínima de segurança, mas acima do ponto de congelamento (KLUGE *et al.*, 2006). O longo tempo de exposição de batatas-doces à baixa temperatura resultou no escurecimento do tecido interno, atribuído ao aumento do conteúdo de compostos fenólicos (PADDA; PICHA, 2008).

A desinfecção de frutas e vegetais frescos é passo essencial no manuseio pós-colheita, pois traz benefícios para o armazenamento e comercialização de hortaliças. O requisito mínimo dos procedimentos de desinfecção é manter os produtos e instalações livres de patógenos de fungos e patógenos humanos bacterianos e, assim, melhorar a segurança alimentar. Esse processo de assepsia da superfície da fruta traz um benefício direto e, em casos particulares, pode, por si só, impedir a decomposição após o armazenamento.

Os sanitizantes e fungicidas também podem ser considerados como tratamentos de pós-colheita para hortaliças e frutas, já que, ao eliminar os micro-organismos presentes na superfície



dos alimentos, diminui-se a velocidade de deterioração e conserva-se a qualidade. Todavia, alguns tipos de sanitizantes podem deixar resíduos (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Os mais utilizados são os liberadores de cloro ativo, como o hipoclorito de sódio ou cálcio, pois são de fácil utilização e baixo custo. Porém, podem gerar substâncias cancerígenas, os trihalometanos (THMs), formados no contato direto da água com os ácidos húmicos e fúlvicos, produtos de decomposição da matéria orgânica (PEREIRA *et al.*, 2006). Outros de uso comum são o ácido acético (vinagre) e o iodo (LÜDKE, 2009), além do ozônio e óleos essenciais.

O ozônio, a forma triatômica do oxigênio, apresenta-se como um gás incolor e de odor pungente. Em fase aquosa, decompõe-se rapidamente em oxigênio e espécies radicais. É um agente oxidante muito poderoso quando comparado a outros, pois reage com uma numerosa classe de compostos (KUNZ *et al.*, 1998). Quando o átomo de oxigênio livre (O^-) encontra a molécula de oxigênio (O_2), eles se combinam em uma molécula de ozônio (O_3) altamente instável. Essa instabilidade é o que confere seu alto poder antioxidante, uma vez que o ozônio retorna rapidamente ser uma molécula de oxigênio (O_2), liberando o átomo livre de oxigênio (O^-) que se junta a um igual e forma mais oxigênio (O_2) ou combina com outra metade química e causa oxidação (GUZEL-SEYDIM *et al.*, 2004).

O ozônio (O_3), gerado através de equipamentos específicos, também é muito utilizado no tratamento de água para reuso e de efluentes, na redução da demanda química e bioquímica



de oxigênio e de trihalometanos, na remoção de ferro e manganês solúveis e de gostos e odores indesejáveis (CHIATTONE *et al.*, 2008). Além disso, diminui *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *E. Coli* O157:H7 (SELMA *et al.*, 2008).

O efeito germicida do ozônio difere dos outros sanitizantes pelo seu mecanismo de ação: age diretamente na parede celular, causando sua ruptura e morte com menor tempo de contato, inviabilizando a recuperação após o ataque. Dependendo do tipo de micro-organismo, o ozônio pode agir até 3.125 vezes mais rápido que o cloro na inativação celular (CHIATTONE *et al.*, 2008).

Em solução aquosa, o ozônio é quase insolúvel e o gás escapa facilmente. Por isso, sua concentração na água é naturalmente limitada e de difícil regulação. Por ser um gás nocivo, a agência americana Occupational Safety and Health Administration (OSHA) limita a exposição humana ao gás ozônio a $0,1 \mu\text{L L}^{-1}$ para exposição contínua durante um período de 8h, e para 15 minutos a concentração aceitável vai até $0,3 \mu\text{L L}^{-1}$. A exposição prolongada a $0,4 \mu\text{L L}^{-1}$ é letal (FELIZIANI *et al.*, 2016).

Alguns estudos estão sendo feitos com ozônio diretamente sobre o produto de forma contínua, em concentrações menores que $1,0 \mu\text{L L}^{-1}$ para minimizar os problemas de segurança de exposição do trabalhador. Foi constatado que em baixas concentrações o gás retarda o crescimento micelial aéreo da maioria dos fungos, mas ocasionalmente estimula a



produção de conidial (FELIZIANI *et al.*, 2016). Na figura 4, temos um exemplo de ozonizador acoplado a um tanque para acondicionar água.

Figura 4 – Aparelho de ozonizador acoplado a tanque de água e com circulação de água movimentada por bomba hidráulica.

1. Processo de inserção de água do abastecimento público no tanque
2. Tanque de água lacrado e início do processo de ozonização da água e sanitização dos vegetais



Fonte: MACHADO; DIAS, 2010.

Em estudo com cenouras tratadas com ozônio em gás ou diluído em meio aquoso, não houve alteração na porcentagem de perda de peso, firmeza e cor do vegetal. Os tratamentos do ozônio gasoso não afetaram o pH das cenouras, e evitaram aumento acentuado de sólidos solúveis durante o armazenamento, aumentando a vida de prateleira. Entretanto, quando dissolvido em água, as concentrações de ozônio e sua interação com a temperatura afetaram temporariamente o pH das cenouras (SOUZA *et al.*, 2018).

Pesquisas sobre o impacto na textura de hastes de aspargos brancos utilizaram tratamentos com água ozonizada e



aplicação de UV-C. Os procedimentos testados foram: UV-C a 1 kJ m^{-2} por 8 minutos; água ozonizada (3 ppm) por 30 segundos e uma combinação dos dois. Foram realizadas análises bioquímicas e biofísicas para determinar compostos totais da parede celular das hastes e a taxa de respiração durante o armazenamento de quatro dias. Verificou-se que a respiração diminuiu durante o armazenamento das hastes, porém esse efeito não foi significativo estatisticamente. Além disso, a rigidez das hastes diminuiu durante todo o período de armazenamento, independentemente do tratamento aplicado (HUYSKENS-KEIL *et al.*, 2011).

A utilização de óleos essenciais (OEs) pode ser um método alternativo para o controle da degradação de produtos hortícolas. São produtos vegetais naturais e estão ganhando popularidade, chamando a atenção de pesquisadores ao redor do mundo devido à sua biodegradabilidade, por serem ecológicos e econômicos e possuem características de segurança. Os OEs exibem propriedades antimicrobianas, alelopáticas, antioxidantes e biorreguladoras. São obtidos de diferentes plantas e suas propriedades fungicidas podem suprimir o crescimento e desenvolvimento de fungos *in vitro* e *in vivo*, em diferentes produtos frescos (SIVAKUMAR; BAUTISTA-BAÑO, 2014; GATTO *et al.*, 2011). As propriedades antimicrobianas de extratos vegetais, que contêm diferentes classes de compostos fenólicos, representam uma rica fonte de biocidas e conservantes. Sua eficácia está ligada aos derivados do ácido hidroxibenzóico ou do ácido cúmarico e caféico, aos flavonóides e cumarinas, a catequina, epicatequina, proantocianidinas e taninos (GATTO *et al.*, 2011).



Vários estudos têm relatado a eficácia do uso de óleos essenciais em controle de doenças em frutas e hortaliças. Em pesquisa sobre podridão em tomate, foram empregados tratamentos com Boscalida e óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), canela (*Cinnamomum zeulanicum*), cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*) e copaíba (*Copaifera* sp.). Os autores perceberam que a boscalida inibiu a respiração celular, induzindo o processo de fermentação, e o óleo de copaíba apresentou resultados interessantes, porém são necessários mais estudos sobre sua dosagem (MACHADO *et al.*, 2017).

Barbosa *et al.* (2016), utilizando óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare* L.) e alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), isoladamente ou em combinação, em concentrações subinibitórias contra três bactérias patogênicas: a *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Salmonella enterica* Serovar Enteridis, em acelga (*Beta vulgaris* L. var Cicla) e alface (*Lactuca sativa* L.), confirmaram que houve interação sinérgica para os dois OEs, assim como a combinação deles. Foram eficazes em diminuir as contagens dessas bactérias patogênicas em caldo de legumes e em vegetais folhosos frescos e também a deterioração da flora nativa.

O trabalho realizado utilizando fumigação em abacates com óleo de tomilho (*Thymus vulgaris*) demonstrou controle efetivo da antracnose (*C. gloesporioides*) (SELLAMUTHU *et al.*, 2013 apud SIVAKUMAR; BAUTISTA-BAÑO, 2014).

A radiação gama é uma alternativa para tratamento pós-colheita de frutas e hortaliças. Consiste na exposição do produto à radiação ionizante, proveniente tanto de uma



máquina de feixes de elétrons como de fontes radioativas. Apenas as fontes de ^{60}Co e ^{137}Cs são consideradas para o uso comercial. Porém, a que tem maior aceitação é a de ^{60}Co , pois se apresenta na forma metálica e é insolúvel em água, portanto proporciona maior segurança ambiental (SILVA; ROZA, 2010).

Esse procedimento tem o propósito de esterilizar ou reduzir a carga microbiana, desinfetar os vegetais de insetos e parasitas, retardar o amadurecimento do fruto e inibir o brotamento de raízes. É um processo seguro que não deixa resíduos nos alimentos, que podem ser consumidos imediatamente após o tratamento, então não apresenta risco para a saúde humana (SILVA; ROZA, 2010; TEZOTTO-ULIANA *et al.*, 2015). Não há alteração da temperatura do produto irradiado, possibilitando o uso em produtos já embalados e evitando recontaminação ou reinfestação (TEZOTTO-ULIANA *et al.*, 2015).

Em estudo de pimenta dedo-de-moça *in natura* e em polpa, com dosagens de 1 a 3 kGy de ^{60}Co , verificou-se que não houve prolongamento da vida de prateleira nos produtos *in natura*. Porém, na polpa, com dosagem de 3 kGy, houve um aumento de 6 dias na vida útil do produto (MILAGRES *et al.*, 2016).

Mandiocas minimamente processadas e pré-cozidas foram submetidas à radiação gama em diversas doses. As amostras irradiadas com 1 e 3 kGy obtiveram os melhores resultados, não houve alterações indesejáveis nas características sensoriais do produto, micro-organismos foram destruídos e diminuiu a atividade enzimática, contribuindo para o controle do escurecimento (SILVA *et al.*, 2005 apud SILVA; ROZA, 2010).



Em batatas da cultivar Ágata, a dosagem 0,15 kGy foi a mais eficiente, não alterou o nível nutricional ou as propriedades sensoriais e contribuiu para o aumento de vida de prateleira (SOARES *et al.*, 2016).

A irradiação UV-C é uma alternativa não química que aumenta a durabilidade no armazenamento de várias frutas através de diferentes mecanismos. Age como germicida, alterando o DNA do micro-organismo e afetando divisão celular. Esse controle efetivo de organismos fúngicos e bacterianos melhora a segurança e qualidade em produtos minimamente processados e modula o amadurecimento de frutos, além de provocar respostas como acúmulo de fitoalexinas, reforço das paredes celulares e indução de enzimas defensivas e compostos. A utilização da irradiação UV-C pode aumentar o prazo de validade, pois reduz a respiração da fruta, o amolecimento e a lesão pelo frio e também retarda a senescência (ANDRADE-CUVI *et al.*, 2017; CHARLES *et al.*, 2016).

Tomates de cinco cultivares diferentes foram tratados com uma dosagem de UV-C e armazenados por 15 dias. As análises foram feitas nos tempos 0, 10 e 15 dias e foram examinados açúcares simples (glicose, frutose e sacarose) e ácidos orgânicos (ascórbico, cítrico, málico e oxálico). Foi constatado que o teor de açúcar, em geral, foi menor nos frutos tratados com UV-C, enquanto a titulação ácida tendeu a ser maior (CHARLES *et al.*, 2016).

Em frutas dos Andes – *uvilla*, *naranjilla* e *mortiño* – a radiação UV-C melhorou a retenção de qualidade da *uvilla* e *naranjilla* e, em menor grau, em *mortiño*. A dose de 12,5 kJ m⁻² foi



selecionada para avaliar as propriedades físico-químicas e antioxidantes durante o armazenamento. O tratamento com UV-C foi altamente eficaz para atrasar o amolecimento em *naranja* e aumentou o conteúdo de sólidos solúveis em *uvilla*. Mantidos em armazenamento por longos períodos de tempo, *uvilla* e *mortino* tiveram maior atividade antioxidante do que frutas não tratadas. O aumento de atividade antioxidante encontrado em *uvilla* poderia resultar da ativação da biossíntese de compostos fenólicos em resposta à radiação UV. No geral, os resultados indicam que a exposição curta a UV-C pré-armazenamento pode ser uma abordagem para suplementar a conservação em baixa temperatura, de modo a manter a qualidade e estender a vida pós-colheita de frutas dos Andes (ANDRADE-CUVI *et al.*, 2017).

As embalagens desempenham um papel vital na contenção e proteção dos alimentos à medida que se deslocam pela cadeia até o consumidor. Várias funções podem ser atribuídas às embalagens, entre elas prevenção de deterioração e contaminação; fornecimento de transporte e varejo; e aumento de prazo de validade.

Com relação a embalagens, há as que possuem inovações ativas, tecnologias inteligentes que prolongam a vida de prateleira ou melhoram a segurança, ou ainda, as propriedades sensoriais, mantendo a qualidade do produto hortícola (VERGHESE *et al.*, 2015).



Alguns exemplos de tecnologias de embalagem para estender a vida útil dos produtos alimentares, segundo Verghese *et al.* (2015):

- Embalagem com barreiras em multicamadas: contém várias camadas para fornecer as barreiras necessárias contra umidade, gases e odores. Os requisitos específicos podem ser atendidos com a combinação de polímeros, folha de alumínio e/ou revestimentos. Mantém a umidade e o oxigênio e atrasa a degradação do produto, diminuindo o desperdício.
- Embalagem com atmosfera modificada: os gases são adicionados à embalagem antes de ser selada para manter a atmosfera em seu interior. Reduz as taxas de respiração no produto e o crescimento de micro-organismos.
- Absorvedor de etileno: uma gama de diferentes tecnologias envolve reagentes químicos adicionados a filmes poliméricos ou embalagens para absorver o etileno. É usado para frutas e legumes. Remove o etileno atrasando o amadurecimento e estendendo a vida útil do produto fresco.
- Absorvedor de oxigênio: substância que remove o oxigênio da embalagem. Está frequentemente em pó em um sachê. Novas tecnologias incluem absorvedores de oxigênio no próprio filme. O oxigênio acelera a degradação de alimentos, causando *off-flavour*, mudança de cor, perda de nutrientes e ataque de bactérias e fungos. Quando se remove o oxigênio, se



retarda o processo de degradação da hortaliça ou fruta e se prolonga a vida útil do produto.

- Embalagem asséptica: embalagem que tenha sido esterilizada antes do preenchimento com alimentos tratados com temperatura ultra alta (UHT). Proporciona vida útil de mais de seis meses sem conservantes. Os formatos incluem papel cartão líquido, bolsas e bag-in-box. Altas temperaturas matam os micro-organismos e lacres na embalagem impedem a entrada deles e também de gás ou umidade que poderiam promover a degradação.

Os produtos minimamente processados geralmente envolvem a colheita de vegetais inteiros, que são cortados em um tamanho específico e embalados usando sacos com atmosferas modificadas (SIMKO *et al.*, 2018). As operações de higienização, descamação e corte promovem alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas que aceleram o processo de deterioração, com escurecimento, descoloração e alteração de odor e sabor. Tais processos podem levar à perda de valor nutricional e firmeza, reduzindo a vida de prateleira do produto (BECARO *et al.*, 2015). Portanto, o uso de embalagens com atmosfera modificada e isenta de micro-organismos é imprescindível.

Outra técnica que pode ser utilizada em conjunto com o uso de embalagens é o tratamento térmico. Reduz os níveis de patógenos e o desenvolvimento de doenças e mantém a qualidade de frutos, como tomate, manga e morango. Consiste no uso de água quente ou exposição ao ar quente (PAN *et al.*, 2004).



A esterilização de embalagens também ajuda a aumentar a vida de prateleira de frutas e hortaliças *in natura* ou minimamente processadas, já que elimina a carga microbiana que possa existir nas embalagens e evita, assim, a contaminação e deterioração dos produtos. Uma das técnicas que vem sendo estudadas é a utilização de *cold plasma*. O plasma seria o estado da matéria obtido pela ionização das moléculas de gás. Estudos mostram que o efeito de plasma frio em esporos bacterianos é mais eficiente do que as técnicas convencionais e não causa danos às superfícies plásticas, como acontece com a utilização de calor, produtos químicos e tratamento UV (THIRUMDAS *et al.*, 2014). Devido a isso, pesquisadores iniciaram estudos sobre a utilização do *cold plasma* em frutas e hortaliças (MISRA *et al.*, 2014).

Além das embalagens, também podem-se utilizar revestimentos comestíveis. É criada uma camada fina e seca de materiais comestíveis na superfície dos alimentos, diminuindo a troca gasosa, de água e contaminação por micro-organismos. Dessa forma, melhoram-se a integridade e a aparência, além de se protegerem o sabor e os nutrientes, prolongando a vida útil do produto fresco (ZHAO, 2018).

O uso de reguladores vegetais também pode promover o retardamento do amadurecimento e da senescência do vegetal. O ácido giberélico (GA_3) pode ser usado para atrasar o amadurecimento, por impedir a ação das clorofilases e inibir a produção do etileno. Além disso, retarda o amolecimento da polpa e o acúmulo de carotenoides, o que evita perdas excessivas na comercialização (AQUINO *et al.*, 2016).



Em um estudo sobre a influência da aplicação de doses de GA₃ na extensão da vida pós-colheita em banana-maçã, concluiu-se que a dosagem mais alta (100 mg L₋₁) foi a mais favorável à conservação das características ângulo hue, teor de clorofila, firmeza e sólido solúveis (AQUINO *et al.*, 2016).

O ácido abscísico (ABA) age durante o desenvolvimento da fruta e desempenha um papel importante na regulação do amadurecimento em frutos climatéricos e não climatéricos. Em frutos climatéricos, há um aumento do conteúdo de ABA precedendo uma indução da produção de etileno, enquanto em frutos não climatéricos o ABA parece ter um papel mais forte do que o etileno na maturação. Novos estudos mostram a ação do ABA relacionada à lesão causada pelo armazenamento a baixas temperaturas (CARVAJAL *et al.*, 2017).

CARVAJAL *et al.* (2017) estudaram duas variedades de abobri-
nha, *Natura* e *Sinatra*, utilizando ácido abscísico (ABA) para a diminuição da sensibilidade ao frio (*chilling*) e concluíram que a variedade *Natura* teve um aumento da concentração de ABA durante o primeiro dia de armazenamento refrigerado e também houve um aumento da expressão de genes para os componentes da via de sinalização do ABA. Além disso, houve inibição da sensibilidade ao frio induzida pela biossíntese de ABA nessa variedade, enquanto o tratamento melhorou a qualidade de sensibilidade ao frio do fruto *Sinatra*.

Também estão sendo testados os inibidores de etileno, entre eles, o 1-metilciclopropeno (1-MCP), que é um pó solúvel em água, capaz de bloquear a ação do etileno e



responsável por competir por seus sítios de ligação nos receptores das membranas.

Em estudo de frutos de atemoia *Gefner* tratados com 1-MCP e atmosfera modificada por filme polietileno de baixa densidade associados à refrigeração, foram obtidos resultados eficientes no atraso do amadurecimento dos frutos, tanto com o uso associado ou não da atmosfera modificada com 1-MCP. Houve atraso no acúmulo de sólidos solúveis e na degradação do amido.

Estudo utilizando embalagens ativas antimicrobianas à base de poliamida com nanotubos de haloiseno (HNTs) contendo óleo essencial (cavracol) testou *in vitro* e *in natura*. Para o experimento *in vitro*, os filmes de poliamida apresentaram atividade inibitória fúngica contra uma ampla gama de fungos, tais como: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum* e *Aspergillus niger*. *In natura*, as embalagens ativas foram testadas com tomate-cereja, lichia e uva e resultaram em redução da deterioração e sua vida útil foi significativamente maior (SHEMESH *et al.*, 2016).

Foram avaliados os efeitos da irradiação gama (Co_{60}) em embalagens, tanto a vácuo quanto com atmosfera modificada (MAP) enriquecida com 100% de N_2 e ar, em compostos fenólicos de agrião (*Nasturtium officinale* R. Br.) minimamente processados e armazenados a frio por 7 dias. O ácido *p*-cumárico foi o composto mais abundante no agrião fresco. Amostras armazenadas sob vácuo e irradiadas a 2 kGy revelaram menores níveis de fenólicos. A MAP e as condições de controle preservaram o conteúdo de fenólico inicial, e na dose



de 5 kGy mantiveram-se as concentrações de flavonoides e fenólicos totais, mas aumentou o teor de ácidos fenólicos. Adicionalmente, os flavonoides foram encontrados fortemente correlacionados com a atividade antioxidante (DPPH%) e capacidade de inibição do branqueamento de β -caroteno (PINELA *et al.*, 2018).

Em outro estudo, cenouras fatiadas foram embaladas em filmes simples de polietileno de baixa densidade contendo nanopartículas de prata (AgNPs), com adição de dióxido de silício (SiO₂) ou dióxido de titânio (TiO₂), chamados de MS e MT respectivamente, para manter as qualidades físico-químicas e microbiológicas. Cenouras embaladas com filmes MT apresentaram menor contagem de coliformes aeróbicos e totais mesófilos e menos perda de peso, indicando melhores propriedades físico-químicas e microbiológicas. Também mantiveram o mesmo teor de ácido ascórbico da cenoura *in natura*. A presença de AgNP não influenciou significativamente os valores de pH e firmeza (BECARO *et al.*, 2015).

Tomates-cerejas embalados e tratados com plasma frio (*cold plasma*) em diferentes tempos de exposição (30, 60, 180 e 300s) apresentaram diferenças insignificantes de perda de peso, pH e firmeza em relação ao controle e o final do armazenamento a frio. Além disso, mudanças nas taxas de respiração e cor dos tomates foram registradas em função do tratamento, mas não foram significativas. Os autores afirmam a necessidade de estudos futuros tanto em relação às embalagens para o controle dos produtos respiratórios quanto análises mais aprofundadas em relação à qualidade



e vida de prateleira de tomates-cerejas tratados com plasma a frio (MISRA *et al.*, 2014).

Em uma pesquisa com tomates (*S. lycopersicum* Mill. 'MicroTom'), os frutos foram embalados e tratados somente com radiação de UV-C, com 2 mL L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP) e depois o uso de radiação UV-C e controle. Foram armazenados por 12 dias a frio. Os autores relatam que a radiação UV-C aumentou os transcritos da ACC oxidase e estimulou a produção de etileno e a evolução do amadurecimento foi retardada. Os frutos tratados UV-C apresentaram menos acúmulo de licopeno, β -caroteno, luteína + zeaxantina, δ -tocofero, mas retiveram os níveis mais altos de ácido clorogênico, ácido *p*-cumárico e quercertina após o sexto dia. Além disso, apresentaram maiores teores de poliaminas (putrescina e espermidina). Entre as 14 transcrições de fator de resposta ao etileno (ERFs) estudadas, 11 exibiram maior acumulação de transcritos. Os perfis de transcrição de tomates tratados com 1-MCP e/ou UV-C demonstraram que o etileno desempenha um papel importante na expressão de ERFs (SEVERO *et al.*, 2015).

O tratamento térmico é um dos importantes métodos usados para estender a vida útil de frutas e hortaliças, pois reduz as injúrias causadas pela exposição ao frio; elimina as contaminações causadas por insetos (larvas); controla a decomposição fúngica e microbiana e promove mudanças nos processos fisiológicos como a degradação de enzimas (OKE; WORKENCH, 2013; EL-RAMADY *et al.*, 2015; MAJAHAN *et al.*, 2014). Alguns dos métodos são: imersão em água quente (branqueamento e pasteurização), calor e vapor de água, ar quente (desidratação) e água quente com escovação (OKE; WORKENCH, 2013;



EL-RAMADY *et al.*, 2015). Podem ser utilizados não apenas em frutas, como também em batatas, tomates, cenouras, aspargos, brócolis, alface, espinafre, rúcula entre outros (MAJAHAN *et al.*, 2014).

Brócolis foram tratados com ar quente nas temperaturas de 37, 42, 45, 48 e 50°C por 1 ou 3 horas e armazenados em bandejas cobertas com filme PVC e avaliados diariamente por quatro dias a 20°C. Foram analisados os seguintes parâmetros nas flores: medição de cor, determinação de proteína total, proteína solúvel, clorofila, atividade antioxidante, açúcares totais, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico e a taxa de respiração. Em conclusão, o tratamento a 48°C por 3 horas atrasou a senescência do brócolis e contribuiu para a manutenção de uma melhor qualidade geral do produto.

Gan-Mor *et al.* (2011) desenvolveram um sistema inovador para a aplicação uniforme de desinfecção a vapor de curta duração e alta temperatura em cenouras. O equipamento utiliza uma monitoração precisa da temperatura em tempo real de segmentos individuais dos produtos por imagem térmica. A alta temperatura foi aplicada de maneira uniforme em curta duração por cima, através de jatos de vapor combinados com refletores elétricos de secagem. As cenouras receberam esse tratamento antes da refrigeração ou imediatamente após resfriadas mergulhando em água a 4°C por 10 minutos, simulando o processo de hidro-resfriamento no *packinghouse*. A aplicação do vapor imediatamente após o hidro-resfriamento, reduziu a mudança de cor fitotóxica pós-armazenamento em 60/80% e resultou em diminuição significativa de podridões moles no pós-armazenamento causadas por *S.*



sclerotiorum. A germinação de cenoura não foi aumentada pelo tratamento com vapor, sugerindo a retenção do efeito fisiológico do hidro-resfriamento.

Em um estudo com cebolas amarelas espanholas (*Allium cepa*) cv. “Sabroso” fatiadas sob efeito de tratamentos de alta pressão, foram expostas a 50, 200, 300 e 600 MPa por um tempo de espera de 5 minutos e em água quente (aquecidas em banho-maria a 40, 50, 60, 70 ou 90°C por 30 minutos). Os parâmetros avaliados foram a textura e a perda da integridade da membrana do vacúolo, tonoplasto e tecido do parênquima através de técnicas citológicas e anatômicas; e a firmeza pela quantidade de metanol presente no tecido de cebola como resultado da atividade da pectina metil esterase (PME). Nos tratamentos de alta pressão, a perda de integridade da membrana começou em 200 MPa e a perda total da integridade da membrana ocorreu a 300 MPa e acima. Nos tratamentos térmicos, a integridade da membrana foi perdida entre 50 e 60°C (GONZALES *et al.*, 2010).

Considerações finais

Há grande desperdício de alimentos no Brasil e no mundo, o que leva a um desgaste dos nossos recursos naturais. Além disso, alimentos frescos e de boa qualidade, que muitas vezes não apresentam boa aparência para cumprir as exigências do mercado, estão sendo descartados dentro das próprias produtoras e nem sequer chegam à mesa do consumidor. Em um mundo de desigualdade social, o desperdício torna-se um assunto importante. Cada dia novas tecnologias para a conservação pós-colheita de frutas e hortaliças estão sendo



estudadas e desenvolvidas e muitas já visam à diminuição de impactos ambientais e do custo para os produtores.

Neste levantamento, o que se torna claro é que a combinação de várias técnicas pode ser a saída para aumentar a vida de prateleira, as qualidades sensoriais, físico-químicas e bioquímicas de produtos hortícolas. Desta forma, é um caminho possível a ser trilhado pelos produtores para minimizar as perdas e levar ao consumidor final produtos frescos ou *fresh-cut* de boa qualidade e seguros para o consumo que está se abrindo com os estudos.



Referências

- ANDRADE-CUVI, M. J. *et al.* Improvement of the antioxidant properties and postharvest life of three exotic andean fruits by UV-C Treatment. **Journal of Food Quality**, v. 2017, p. 1-10, 2017.
- ANSORENA, M. R. *et al.* Application of the General Stability Index Method to assess the quality of butter lettuce during postharvest storage using a multi-quality indices analysis. **Journal of Food Engineering**, v. 92, p. 317-323, 2009.
- AQUINO, C. F. *et al.* Qualidade pós-colheita de banana 'maçã' tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 7, p. 824-833, 2016.
- ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**, 3 ed. revisada e ampliada, Viçosa: Editora UFV, 478 p. 2006.
- BARBOSA, I de M. *et al.* Efficacy of the combined application of orégano and Rosemary essential oils for the control of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis* in leafy vegetables. **Food Control**, v. 59, p. 468-477, 2016.
- BECARO, A. A. *et al.* Postharvest quality of fresh-cut carrots packaged in plastic films containing silver nanoparticles. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 4, p. 637-649, 2015.
- BORA, K. *et al.* Determinação da concentração de polifenóis e do potencial antioxidante das diferentes frações do extrato de folhas de *Dicksonia sellowiana*, (Presl.) Hook, Dicksoniaceae. **Visão Acadêmica**, v. 6, n. 2, p. 6-16, 2005.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000.
- CARVAJAL, F. *et al.* Unravelling the role of abscisic acid in chilling tolerance of zucchini during postharvest cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 133, p. 26-35, 2017.



CHARLES, M. T. *et al.* Postharvest UV-C treatment of tomato fruits: changes in simple sugars and organic acids contents during storage. **LWT – Food Science na Technology**, v. 65, p. 557-564, 2016.

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBAZI, R. C. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentação e Nutrição**, v. 19, n. 3, p. 341-349, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**, 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 785 p., 2005.

CRUZ, A. C. F. *et al.* Métodos comparativos na extração de pigmentos foliares de três híbridos de *Bixa orellana* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 777-779, 2007.

DHATT, A. A.; MAHAJAN, B. V. C. **Horticulture post harvest technology harvesting, handling and storage of horticultural crops**. Punjab Horticultural Postharvest Technology Centre, Punjab Agricultural University Campus, Ludhiana, 2007.

EL-RAMADY. *et al.* Postharvest Management of Fruits and Vegetable Storage. In: Lichfhouse E. (eds) Sustainable Agriculture Reviews. **Sustainable Agriculture Reviews**. v. 15, Springer. p. 65-152, 2015. Disponível em: DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-09132-7_2. Acesso em: 1 ago. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Perdas e desperdícios de Alimentos**: Espaço temático, 2018, Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos/sobre-o-tema>. Acesso em: 1 ago. 2018.

FELIZIANI, E. *et al.* Disinfecting agentes for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. **Postharvest Biology and Technology**, n. 122, p. 53-69, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION FOR THE UNITED NATIONS – FAO, **Global agriculture towards 2050**. Roma: Food and Agriculture Organization for The United Nations, 4 p, 2009. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf. Acesso em: 1 ago. 2018.



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION FOR THE UNITED NATIONS – FAO.

Food losses and waste in the Latin America and the Caribbean.

Food and Agriculture Organization for the United Nations, Rome. 2014.
Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3942e.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2018.

CAN-MOR, S. *et al.* Adapted thermal imaging for the development of postharvest precision steam-disinfection technology for carrots.

Postharvest Biology and Technology, v. 59, p. 265-271, 2011.

GATTO, M. A. *et al.* Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, p. 72-82, 2011.

GONZALES, M. E. *et al.* Influence of cell integrity on textural properties of raw, high pressure and thermally processed onions. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 7, p. E409-E416, 2010. Disponível em: DOI <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01765.x>. Acesso em: 1 ago. 2018.

GRIZOTTO, R. K. *et al.* Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência Tecnol. Aliment.**, v. 26, n. 3, p. 709-714, 2006.

GUSTAVSSON, J. *et al.* Global food losses and food waste: extent, causes and prevention, **Food and agriculture organization of the United Nations – FAO**, 2011.

GUZEL-SEYDİM, Z. B.; GREENE, A. K.; SEYDİM, A. C. Use of ozone in the food industry. **LWT – Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 37, p. 453-460, 2004.

HENRIOD, R. E. Postharvest characteristics of navel oranges following high humidity and low temperature storage and transport. **Postharvest Biology and Technology**, v. 42, p. 57-64, 2006.

HEREDIA, J. B.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The effect of exogenous ethylene and methyl jasmonate on pal activity, phenolic profiles and antioxidant of carrots (*Daucus carota*) under different wounding intensities. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, p. 242-249, 2009.



HOUNSOME, N. *et al.* Changes in antioxidant compounds in white cabbage during winter storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 52, p. 173-179, 2009.

HUYSKENS-KEIL, S.; HASSEMBERG, K.; HERPPICH, W. B. Impact of postharvest UV-C and ozone treatment on textural properties of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.). **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 84, p. 229-234, 2011.

KLUGE, R. A. *et al.* Efeitos de tratamentos térmicos aplicados sobre frutas cítricas armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1388-1396, 2006.

KUMAR, S.; MALHOTRA, S. P. Partial purification of superoxide dismutase and peroxidase from ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit using anion exchange chromatography. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 14, n. 3, p. 167-172, 2008.

KUNZ, A. *et al.* **Design and assembly of an ozonation system for the production and utilization of ozone on a bench scale.** PI 9802076-5 Brazilian Patent. 1998.

LÜDKE, I. **Produção orgânica de alface americana fertirrigada com biofertilizantes em cultivo protegido.** Dissertação (mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

MACHADO, R. F. C. *et al.* Óleos essenciais na qualidade e no controle de podridões pós-colheita em tomate. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 1, p. 32-42, 2017.

MACHADO, T. M. **Antioxidante em pós-colheita de *Brassica aleracea* var. *Italica* cultivada em sistema orgânico e convencional submetidos a tratamentos de sanitização e enzimas oxidativas em diferentes variedades de *Chicorium intybus* L.** 103 p., Tese (doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102603>. Acesso em: 1 ago. 2018.



MAJAHAN, P. V. *et al.* Postharvest treatment of fresh produce.

Philosophical Transactions of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, v. 372, p. 1-19, 2014. Disponível em: DOI <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0309>. Acesso em: 1 ago. 2018.

MELLO, J. C. *et al.* Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 418-426, 2003.

MELLO FILHO, A. C.; HOFFMAN, M. E.; MENECHINI, R. Cell killing and DNA damage by hydrogen peroxide are been mediated by intracellular iron. **Biochemical Journal**, v. 5, p. 218-273, 1984.

MENOLLI, L. N. *et al.* Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata-baroa. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 57-63, 2008.

MILAGRES, R. C. R. de M. *et al.* Irradiação e pasteurização de pimenta dedo-de-moça in natura e em polpa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 34-44, 2016.

MISRA, N. N. *et al.* In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of cherry tomatoes. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 118, n. 2, p. 177-182, 2014. Disponível em: DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2014.02.005>. Acesso em: 1 ago. 2018.

MOURA, S. C. S. R. de. *et al.* Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnol. Aliment.**, v. 27, n. 1, p. 787-792, 2007.

OBANDO-ULLOA, J. M. *et al.* Aroma volatiles associated with the senescent of climacteric or non-climacteric melon fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 52; p. 146-155, 2009.

OKE, M. O.; WORKNEH, T. S. A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 4990-5003, 2013. Disponível em: https://academicjournals.org/article/article1381917124_Oke%20and%20Workneh.pdf. Acesso em: 1 ago. 2018.



OLIVEIRA, M. N. S. de. et al. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 380-386, 2006.

PADDA, M. S.; PICHA, D. H. Effect of low temperature storage on phenolic composition and antioxidant activity of sweet potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 176-180, 2008.

PAN, J. et al. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, p. 1831-1838, 2004.

PATARO, L. L.; SILVEIRA JÚNIOR, V. Relação entre o período de pós-colheita e o Degree-Time no resfriamento de rúcula. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 6, n. 2, p. 157-164, 2004.

PEREIRA, M. F. C. et al. Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros. **EMBRAPA**, documento 56, 2006.

PIMENTEL, C. V. de M. B. et al. **Alimentos funcionais**: Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. 1. ed. Lavras: Editora Varela, 2005. 95 p.

PINELA, J. et al. Postharvest changes in the phenolic profile of watercress induced by post-packaging irradiation and modified atmosphere packaging. **Food Chemistry**, v. 254, p. 70-77, 2018.

PODSĘDEK, A. Natural antioxidants and antioxidante capacity of Brassica vegetables: a review. **LWT – Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1-11, 2007.

POGSON, B. J.; MORRIS, S. C. Postharvest senescence of vegetables and its regulation. In: LD Noodén, editor. **Plant cell death processes**. Academic Press. P. 319 – 29. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780125209151500254>, 2004. Acesso em: 1 ago. 2018.

RIBEIRO, R. A. et al. Vida útil e metabolismo de carboidratos em raízes mandioquinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. **Pesq. Agropec. Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 453-458, 2007.



ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

ROCHA, F. D. *et al.* Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 631-639, 2007.

SANTOS, C. M. S. *et al.* Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana 'Prata Ana'. **Ciência Agrotec.**, v. 30, n. 2, p. 317-322, 2006.

SANTOS, R. H. S. *et al.* Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 521-525, 2001.

SCHOEFS, B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 361-371, 2002.

SEGOVIA-BRAVO, K. A. *et al.* Browning reactions in olives: mechanism and polyphenols involved. **Food Chemistry**, v. 114, p. 1380-1385, 2009.

SEIBERT, E. *et al.* Efecto del acondionado previo al almacenaje refrigerado sobre la calidad de ciruelas 'Constanza'. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 233-242, 2008.

SELMA, M. V. *et al.* Reduction by gaseous ozone of Salmonella and microbial flora associated with fresh-cut cantaloupe. **Food Microbiology**, v. 25, p. 558-565, 2008.

SESTARI, I. *et al.* Condições de atmosfera controlada para pêssegos 'Maciel' colhidos em dois estádios de maturação. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1240-1245, 2008.

SEVERO, J. *et al.* UVC radiation modifies the ripening and accumulation of ethylene response factor (ERF) transcripts in tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 102, pp. 9-16, 2015.

SHEMESH, R. *et al.* Active packaging containing encapsulated carvacrol for control of postharvest decay. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 175-182, 2016.



SILVA, G. M. C. *et al.* Uso do 1-MCP e atmosfera modificada na pós-colheita de atemoia 'Gefner'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 2, p. 67-72, 2016.

SILVA, M. A. *et al.* Avaliação sensorial de mandioca pré-cozida submetida a diferentes doses de radiação. **Arq. Inst. Biol.**, v. 72, n. 2, p. 1-64, 2005.

SIMKO, I. *et al.* Molecular markers reliably predict post-harvest deterioration of fresh-cut lettuce in modified atmosphere packaging. **Horticulture Research**, n. 5, v. 21, p. 1-13, 2018.

SIVAKUMAR, D.; BAUTISTA-BAÑOS, S. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. **Crop Protection**, v. 64, p. 27-37, 2014.

SOARES, I. G. M. *et al.* Physico-chemical and sensory evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) after irradiation. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 88, n. 2, p. 941-50, 2016.

SOUZA, L. P. de. *et al.* Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. **LTW – Food Science and Technology**, v. 90, p. 53-60, 2018.

TEZOTTO-ULIANA, J. V. *et al.* Radiação gama em produtos de origem vegetal. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 267-277, 2015.

THIRUMDAS, R. *et al.* Cold Plasma: a novel non-thermal technology for food processing. **Food Biophysics**, v. 10, n. 1, p. 1-11, Springer, 2014.

VASCONCELOS, S. M. L. *et al.* Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para a sua determinação. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

VELLOSA, J. C. R.; BARBOSA, V. de F.; OLIVEIRA, O. M. M. de F. Pesquisa de produtos naturais: plantas e radicais livres. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 4, n. 2, p. 119-130, 2007.

VERGHESE, K. *et al.* Packaging's role in minimizing food loss and waste across the supply chain. **Packaging Technology and Science**, Science, v. 28, n. 7, p. 603-620, 2015.



ZADERNOWSKI, R.; CZAPLICKI, S.; NACZK, M. Phenolic acid profiles of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana*). **Food Chemistry**, v. 112, p. 685-689, 2009.

ZHAO, Y. Edible Coatings for Extending Shelf-Life of Fresh Produce During Postharvest Storage. **Food Science**, 2018, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965222622>. Acesso em: 27 jul. 2018.

Leitura recomendada

ANJO, D. F. C. Functional foods in angiology and vascular surgery. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-54, 2004.

CARVALHO, P. G. B. et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 397-404. 2006.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; BURNQUIST, H. L. Impactos Socioeconômicos de Reduções nas Perdas Pós-colheita de Produtos Agrícolas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, v. 53, n. 3, p. 395-408, 2015.

COSTA, M. L. et al. Effect of hot air treatments on senescence and quality parameters of harvested broccoli (*Brassica oleracea* L var *Italica*) heads. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 1154-1160, 2005. Disponível em: DOI <https://doi.org/10.1002/jsfa.2081>. Acesso em: 1 ago. 2018.

LIPINSKI, B. et al. **Reducing Food Loss and Waste**. Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future. Washington, DC: World Resources Institute. Disponível em: <https://www.wri.org/publication/reducing-food-loss-and-waste>. Acesso em: 1 ago. 2018.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 1-14, 2008.



Sobre os autores

Alessandra Conceição de Oliveira

Engenheira Agrônoma, é doutora em Agronomia na área de irrigação e drenagem. Atua como professora na Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas – UNEMAT em Nova Xavantina/MT.

alessandraoliveira@unemat.br

Carlos Cesar Silva Jardim

Engenheiro Agrônomo, é mestrando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal da Grande Dourados/MS.

carlosbirosk@hotmail.com

João Paulo Tadeu Dias

Engenheiro Agrônomo, é mestre e doutor em Agronomia (Horticultura) com ênfase no controle hormonal e uso de reguladores vegetais. Tem especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade. Atua como professor na Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG), na unidade de Ituiutaba/MG, nos cursos de Agronomia, Tecnologia em Produção Sucroalcooleira e Tecnologia em Agronegócio.

diasagro2@gmail.com

Joel Soares Vieira

Engenheiro Agrônomo, é mestre em Olericultura e tem especialização em Ciências Ambientais. Atualmente é professor

na Universidade Aberta e Integrada Tecnológica (UAITEC) na unidade Ituiutaba/MG.

josovi41@yahoo.com.br

Rosilene Oliveira dos Santos

Engenheira Agrônoma, é mestranda em Engenharia Agrícola na Universidade Federal da Grande Dourados/MS.

rosileneagro@gmail.com

Tatiana Marquini Machado

Bióloga, possui mestrado e doutorado em Ciências Biológicas (Botânica). É especialista em Fisiologia e Bioquímica Vegetal e atualmente reside em Botucatu/SP.

tatianamarquini@gmail.com

Ubiramar Ribeiro Cavalcante

Agrônomo, possui mestrado em Olericultura pelo Instituto Federal Goiano – IFGoiano. É especialista em Ciências Ambientais e atualmente é professor na Universidade do Estado de Minas Gerais.

ubiramarrc@gmail.com

Valéria Lima da Silva

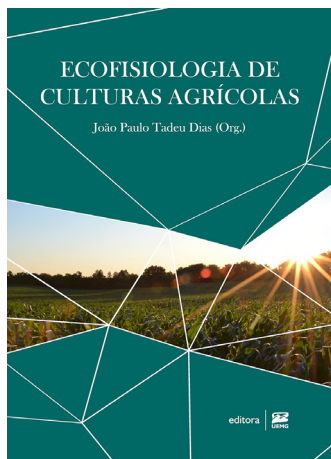
Engenheira Agrônoma, é mestranda em Desenvolvimento Rural Sustentável na Universidade Estadual de Goiás (UEG).

valeria.silva21@hotmail.com

Este livro foi
produzido pela Editora da
Universidade do Estado de Minas
Gerais – EdUEMG em março de 2021.
O texto foi composto em Montserrat, de
Julieta Ulanovsky.

Para obter mais informações
sobre outros títulos
da EdUEMG, visite o site:
eduemg.uemg.br.

Acesse outros títulos



Ecofisiologia de culturas agrícolas

Organizador: João Paulo Tadeu Dias

[Acesse aqui](#)

Esta obra contribui para discussões e esclarecimentos sobre a ecofisiologia, a qual diz respeito ao estudo sistemático e generalizado do ambiente, ou seja, dos fatores edáficos (referentes ao solo) e climáticos, influenciando o crescimento e desenvolvimento das plantas. A ecofisiologia de algumas das principais culturas agrícolas tem sido um segmento de estudo e trabalho promissor. Desse modo, torna-se extremamente relevante a leitura deste livro.



Usos e aplicações de reguladores vegetais

Organizador: João Paulo Tadeu Dias

[Acesse aqui](#)

Esta publicação contribui como material de referência para estudantes, professores, pesquisadores e profissionais das áreas da agronomia (principalmente fitotecnia e fisiologia vegetal aplicada a culturas), biologia, bioquímica, ecologia e outras áreas afins preocupadas com o crescimento e desenvolvimento vegetal e, consequentemente, produção de matéria-prima energética, têxtil, medicinal e alimentar das culturas agrícolas.