



Implicações fisiológicas ocasionadas por elementos climáticos em hortaliças-fruto – breve revisão bibliográfica. Physiological implications resulting from climatic elements in fruit and vegetables – a brief literature review.

[Maria Bheatriz Furtado de Oliveira](#)¹, [Rosinete Cardoso Ferreira](#)²

¹ Técnica em Alimentos – Instituto Federal do Amapá – IFAP, *Campus* Macapá – AP. E-mail: mbheatrizf2004@gmail.com

² Docente de Geografia – Instituto Federal do Amapá – IFAP, *Campus* Macapá–AP. E-mail: rosi_cardoso@hotmail.com

Resumo

As hortaliças-fruto compõem uma gama de espécies vegetais encontradas na alimentação humana. Para que o consumidor possa desfrutar seguramente dessa categoria alimentícia, torna-se imprescindível estudos, a fim de auxiliar ações em prol da produção de qualidade, já que, as hortaliças-fruto dispõem de um metabolismo suscetível a alterações ao longo do processo produtivo até o consumo. O presente artigo aborda sobre as implicações originadas por elementos climáticos na fisiologia dos vegetais no campo, que se somadas aos danos nas etapas pós-colheita, podem gerar perdas quantitativas e qualitativas para produtores e consumidores. Sendo uma breve revisão bibliográfica alicerçada em trabalhos que integram a literatura em questão.

Palavras-chave: Alimentos. Produtos hortícolas. Elementos do clima.

Abstract

Fruit and vegetables compose a variety of vegetable species found in human food. In order that the consumer can safely enjoy this food category, it is essential to carry out studies to support actions for quality production, since fruit and vegetables dispose of a metabolism susceptible to alterations throughout the production process until consumption. The present article deals with the implications originated by climatic elements in the physiology of vegetables in the field, which if added to the damage in the post-harvest stages, can generate quantitative and qualitative losses for producers and consumers. This is a brief literature review based on studies that integrate the literature in question.

Keywords: Food. Horticultural products. Elements of climate.

1. Introdução

A estimativa aproximada mundial da FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação) divulga que a produção de hortaliças (frutos, folhas, tubérculos, raízes e outros) baseia-se em 1,4 toneladas, e o cultivo ocupa 89 milhões de hectares. No Brasil, o relatório (2017) do Ministério da Agricultura, que faz referência a área de cultivo em 2016 - 837 mil hectares - exprime a dimensão de produção, próxima a 63 milhões de toneladas (CAMARGO JUNIOR et al., 2018).

O mapeamento da cadeia produtiva do setor, publicado pelo Instituto Brasileiro de Horticultura (IBRAHORT), aponta que em 2016 ocorreu uma movimentação de 66,23 bilhões somando todos os elos envolvidos: os fornecedores de insumos, equipamentos e máquinas, a produção agrícola em si, as agroindústrias, os atacadistas e varejistas. A horticultura representou 18,63 bilhões do PIB brasileiro.

É notório que a produção de hortaliças agrega na geração de empregos, aproximadamente 8 a 10 milhões de pessoas possuem dependência com a olericultura. Toda a cadeia produtiva obtém vantagens com a ampliação do consumo - comerciantes, fornecedores e a agricultura familiar. Assente nisso, percebe-se a importância social e econômica do ramo ao país (NASCIMENTO, 2020).

Além do mais, atualmente, a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (BRASIL, 2013), proposta pelo Ministério da Saúde, prioriza o aumento do consumo de hortaliças, tendo como objetivo a promoção da saúde e da qualidade de vida à população brasileira, porquanto, seu consumo relaciona-se à prevenção e ao controle de vários tipos de enfermidades.

A avaliação global de 2019 publicada pela OMS identifica as doenças crônicas não transmissíveis como uma das maiores causas de morte no mundo. Mundialmente, as mortes por diabetes elevaram-se em 70% e por doenças cardíacas passou de 2 milhões para cerca de 9 milhões (2000 a 2019) (FIOCRUZ, 2020). Evidenciando a necessidade de prevenção, diagnóstico e tratamento efetivos para doenças cardiovasculares, diabetes, cânceres e outras, como designa a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Há estudos clínicos e epidemiológicos que colocam em evidência o fato de que a adesão do consumo em quantidades suficientes de frutos e vegetais na alimentação cotidiana, reduz o risco de diferentes tipos de câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas.

Visto que, os frutos e as hortaliças são matrizes enriquecidas pela presença de micronutrientes (minerais e vitaminas) e fitoquímicos, que pelo enfoque biológico são qualificados como anticarcinogênicos, antioxidantes e imunomoduladores. Podendo combinar-se ou não, esses compostos protetores desempenham benefícios à saúde humana (YAHIA; GARCÍA-SÓLIS; CELIS, 2019, p. 19).

De acordo com o que consta no documento *Ano Internacional de Frutas e Legumes 2021* (IYFV), declarado pela ONU, para que se obtenha benefícios nutricionais, em média, o consumo diário deve ser 400g (FAO, 2020). No entanto, no Brasil, conforme mostra o Enani (2019) coordenado pela UFRJ, a alimentação das crianças brasileiras distancia-se do recomendado pela OMS e Ministério da Saúde, posto que, dentre dez crianças com até cinco anos de idade, oito consomem alimentos ultraprocessados (FRANÇA, 2021). Uma prática extremamente prejudicial ao desenvolvimento saudável infantil, e comum entre alguns brasileiros.

O que corrobora para o aumento da insegurança alimentar e dos múltiplos tipos de desnutrição existentes como a fome oculta, que para Ramalho (2009) é a deficiência de micronutrientes, não facilmente identificada no indivíduo. Infortúnios que foram analisados globalmente pela Unicef,

inclusive no cenário pandêmico de 2020, no relatório *The State of Food Security and Nutrition in the World* (UNICEF, 2021).

Posto isso, a garantia de uma quantidade considerável de alimentos à sobrevivência não é suficiente, pois é substancial que tais alimentos sejam seguros e tenham qualidade nutricional às pessoas. Mesmo que a prática de consumir-se hortaliças-fruto abranja extensas questões da sociedade, sabe-se que tal prática é fulcral, pois colabora para uma vida saudável, sendo uma aliada na prevenção e tratamento de doenças.

Nos últimos tempos, o reconhecimento dessa categoria alimentícia engrandeceu-se, tal qual o interesse visando entender os mecanismos e componentes que conferem os benefícios nutricionais proporcionados pelos vegetais. O que atribui uma nova significação ao consumo, na medida que impulsiona os estudos voltados à produção, colheita e pós-colheita, intencionando evitar qualquer tipo de perdas na produção, como as desencadeadas por fatores ambientais.

Uma vez que a variação climática causada por fenômenos naturais e antrópicos interfere na vida do ser humano, como altas temperaturas globais afetam o cultivo de alimentos e o estabelecimento das pessoas em determinados lugares. Anseios deste tipo, implicam em todas as esferas - sociais, econômicas e políticas (UNICEF, 2019).

Com isso, esta pesquisa objetiva colaborar com o compartilhamento de conhecimento científico relacionado ao ciclo vital, à fisiologia e às implicações fisiológicas provocadas em hortaliças-fruto - resultantes da interação com elementos climáticos no campo. Tendo em vista que a compreensão sobre tais questões torna-se importante para amenizar as perdas de produtos hortícolas e garantir o fornecimento de alimentos de qualidade e de certa forma, de mais segurança na alimentação.

2. Hortaliças-fruto: definições, ciclo vital e fisiologia pós-colheita

As hortaliças e os frutos são alimentos perecíveis, em outros termos, possuem um curto período de vida útil após a colheita. Consoante Chitarra e Chitarra (2005, p. 28), não há uma definição botânica ou morfológica delimitada para hortaliças-fruto, por conta da diversidade de tipos existentes. Há um grande quantitativo de estados reprodutivos dos vegetais, além de que são pertencentes a famílias botânicas diferenciadas com desenvolvimento em climas singulares (por exemplo tropical ou temperado). Tanto que, tal fato gera controvérsias nas classificações.

Contudo, Rosa et al. (2018, p. 490), ressalta que hortaliças-fruto se encontram dentre as espécies vegetais amplamente utilizadas na alimentação humana, sendo comercialmente chamadas apenas de ‘hortaliças’, mas no ramo da ciência dos vegetais denominado de Botânica são designadas principalmente de ‘frutos’.

Vale ressaltar que, segundo Ferreira (1993), citado em Fachinello; Nachtigal; Kersten (2008, p. 13), o termo “fruta” é uma designação popular relacionada aos frutos, inflorescências e pseudofrutos caracterizados como carnosos e suculentos, com aroma e sabor agradáveis (adocicados), tal qual dispõem de colorações, texturas e espessuras variadas. Geralmente as “frutas” ou frutos detêm pericarpo com três camadas – epicarpo, mesocarpo e endocarpo – e partes geralmente originadas de um ou mais ovários de flores, mas não se pode generalizar essas características (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008, p. 13).

A olericultura – ramo diversificado da Agronomia – possui, visando favorecer os estudos, algumas subdivisões didáticas que têm como critério a alimentação dos seres humanos. Em uma dessas subdivisões, situa-se a categoria hortaliças-fruto, caracterizada pela presença de frutos

maduros ou não, que dispõe potencial comercial. Logo, reúne os frutos de maiores interesses ao mercado consumidor: pimentão (*Capsicum annuum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), berinjela (*Solanum melongena*), abóboras (*Cucurbita ssp.*), pepino (*Cucumis sativus*), melancia (*Citrullus lanatus*), melão (*Cucumis melo*), feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*), morango (*Fragaria ananassa*), dentre outros (CAMARGO JUNIOR et al., 2018, p. 24).

Somada a essa, tem-se a categoria das hortaliças subterrâneas, inclui porções de interesse para o consumo que se desenvolvem abaixo da área superficial do solo e armazenam substratos (amido): tubérculos (batatas), raízes tuberosas (mandioca, beterraba, cenoura e batata-doce) além dos bulbos (alho e cebola). Outrossim, a categoria das hortaliças folhosas e herbáceas, que se encontram acima da área superficial do solo como alface, repolho, brócolis, couve-flor e outras.

Para Assis (1999, p. 1), a fisiologia focada na fase pós-colheita de hortaliças-fruto reúne conhecimentos que auxiliam o profissional pertencente ao ramo da agricultura e adjacentes, a compreender e a intervir em alguns fenômenos funcionais de plantas ou, especificamente, de partes delas, com a finalidade de adquirir produtos de qualidade superior, reduzindo as perdas na produção, colheita e etapas posteriores.

Ainda, segundo ele, o ciclo vital de hortaliças-fruto apresenta “diferentes etapas de desenvolvimento nas quais ocorrem uma série de alterações morfológicas e bioquímicas” que são naturais das células vegetais (ASSIS, 1999). Durante sua fase de desenvolvimento, pela diferença na composição química dos tecidos e na estrutura física (morfologia) dos vegetais, verifica-se comportamentos variáveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 37).

Nada obstante, torna-se plausível sintetizar as fases primordiais do ciclo vital dos frutos, visto que, mesmo com distinções, os processos fisiológicos e metabólicos são considerados semelhantes. Distinguem-se apenas no período de colheita adequado, no caso das hortaliças, o ideal é durante o crescimento vegetativo, para atender as expectativas do consumidor sobre o produto.

O desenvolvimento dos vegetais é desencadeado pela polinização, seguida da fertilização e germinação (início da formação) que geram mudanças hormonais e conduzem à expressão gênica – transcrição do DNA e tradução de RNAs em proteínas – e às alterações bioquímicas no ovário. Cerejas, damascos e pêssegos (drupa) originam-se da parede do ovário envolvendo uma única semente. Maçãs e peras (frutos de pomar) derivam do tálaro ou receptáculo da flor. Nos tomates e nas uvas (frutos silvestres), a parede do ovário desenvolve-se na polpa e as sementes são imersas em uma gelatina pectínica. Assim, gera-se as características típicas das espécies (YAHIA, 2019, p. 5).

O fruto depende da planta-mãe para realizar um desenvolvimento fisiológico íntegro: absorver água e minerais pelas raízes, movimentar componentes orgânicos e inorgânicos pelo sistema vascular e realizar fotossíntese nas folhas. Do mesmo modo que são dependentes dos fitormônios – responsáveis pela regulação do desenvolvimento e amadurecimento do fruto. Com isso, naturalmente os elementos ambientais estimulam essa fase no campo (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 48).

Posterior aos processos iniciais apontados, as fases do ciclo vital dos órgãos vegetais resumem-se a quatro, e sucedem-se, respectivamente, sem uma transição explícita: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. O crescimento se dá por divisão celular e expansão celular, as células aumentam em número e em volume. Para Ryall e Lipton (1979), citados por Chitarra e Chitarra (2005, p. 37), a maturação é fase em que o fruto passa a ser comestível, começa-se modificações fisiológicas, físicas e bioquímicas volúveis dos frutos, a título de exemplo tem-se as maçãs que perdem ácido fólico, enquanto as bananas acumulam tal ácido.

Vale frisar que além da maturidade fisiológica, há uma outra categoria divergente, apontada como maturidade horticultural ou comercial, a qual o fruto ou partes dele alcançam os requisitos para

venda de acordo com as expectativas dos compradores, não necessitando atingir o estágio de desenvolvimento fisiológico completo (YAHIA, 2019, p. 6).

A seguir, surge o amadurecimento, uma fase tipificada pela elevação da taxa de produção de etileno na respiração do vegetal, um gás que funciona como base energética às transformações do fruto, tornando-o ótimo para o consumo. Equitativamente a taxa de CO₂ aumenta (SANTOS; ALBUQUERQUE, 2015, p. 14).

Dessarte, altera-se os ácidos, amidos e outros açúcares presentes nos frutos. Os tecidos amolecem devido a ação enzimática e a solubilização da pectina (textura modifica-se). Em grande parte dos vegetais, reduz-se ácidos orgânicos e eleva-se os sólidos solúveis (sabor altera-se). O aroma muda em função da síntese de compostos voláteis e a coloração dos frutos (verde) substitui-se por outros pigmentos. De preferência nos frutos climatéricos como banana, maçãs, abacates, pêras (GRIERSON, 2001, p.144).

Por fim, a senescência, um processo complexo e irreversível de morte tecidual e celular natural, quando se trata do funcionamento biológico dos organismos vivos (BHATTACHARJEE et al., 2015, p. 320). No ciclo vital pós-colheita de hortaliças-fruto, este é o último estágio, o qual ocorre a degradação dos vegetais, que tem como consequência mudanças químicas, físicas e sensoriais, como perda da textura, sabor e odor agradáveis (BARMAN; AHMAD; SIDDIQUI, 2015, p.16). O consumo é descartado nessa fase, pois substâncias tóxicas prejudiciais ao organismo são sintetizadas, e os valores nutricional e sensorial são perdidos.

Com ressalva de outros órgãos vegetais, os ramos (aspargos), as raízes tuberosas (batata-doce, cenoura e beterraba) e inflorescências (brócolis) possuem todas as fases citadas, menos a maturação e o amadurecimento, pelo motivo de que são colhidos antes, ainda imaturos, sendo preferências do consumo (ASSIS, 1999). Depois da colheita, as hortaliças-fruto mantêm o processo respiratório por meio das reservas ou substratos acumulados na ligação com a planta-mãe.

3. A influência dos elementos climáticos no ciclo vital de hortaliças-fruto e as perdas ocasionadas

Segundo Grierson (2001, p. 143), o fruto é “parte integral da planta-mãe”. Isto posto, partilha-se, similarmente, uma fisiologia e interferências abióticas. Em razão desta análise, o fruto não pode ser retratado como um organismo à parte da planta e do ambiente no qual desenvolve-se.

Outrossim, para Baldráia et al. (2016, p. 12-13), os elementos climáticos são “atributos físicos que representam as propriedades da atmosfera de um lugar” em certo momento, compondo o tempo meteorológico deste, que se ocorrido continuamente, compõe o clima do local.

Os elementos correspondem a temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica. A temperatura é a “medida do calor sensível, em Celsius ou Fahrenheit”. A umidade trata-se da “quantidade de vapor de água na atmosfera” que causa precipitações. E a pressão atmosférica relaciona-se inversamente com a temperatura do ar, sendo a “força exercida pela atmosfera sobre a superfície terrestre”, quanto maior a temperatura, mais baixa é a pressão, e vice-versa (BALDRAIA et al., 2016, p. 13). Borsato (2000), citado por Cunha e Vecchia (2007, p. 139), acrescenta a velocidade e direção dos ventos, tal e qual a radiação solar aos elementos climáticos centrais.

Sanches e Pereira (2020, p. 27-30) alegam que a climatologia das regiões é estipulada em conformidade com a ação dos elementos, do mesmo modo que as variações climáticas são associadas a eles. Em todo o tempo e de forma natural, nota-se essas variações no meio de vivência dos seres vivos, já que os climas são ‘estados dinâmicos’ por conta das mudanças na atmosfera, nos continentes

e oceanos. Por outro viés, a ação humana na Terra incita as alterações no clima, que impactam ambiental, social e economicamente.

Diante do exposto, certifica-se que a atuação dos elementos climáticos têm importância para a vida no planeta, e notadamente para a produção de alimentos, como hortaliças e frutos. No entanto, por mostrar-se incontornável, pode propiciar danos à produção no campo, influenciando o ciclo vital e afetando indireta ou diretamente a qualidade dos produtos hortícolas frescos.

Posto que, para Daiuto et al. (2010), as frutas e hortaliças são naturalmente predispostas a degradação, que resulta de suas atividades biológicas, isto é, da transpiração que acarreta perda de massa, da respiração e do amadurecimento, e assim por diante. À vista disso, é comum ocorrer perdas mesmo atendendo-se excelentes recomendações durante a cadeia de produção.

Haard (1984) aponta a existência de elos fracos no sistema mundial de produção de alimentos, responsáveis pelo acontecimento das perdas. Um deles é a incapacidade na seleção do estoque genético conforme a época do plantio, ou de estabelecer-se um controle adequado dirigido às circunstâncias do ambiente ao longo do cultivo. A falta de técnica alicerçada em fatores socioeconômicos é outro elo, compatível com a estimativa de que nos países em desenvolvimento, a perda pós-colheita abrange uma faixa de 25 a 50%.

Yahia (2019, p. 2) conclui que além da perda dos alimentos nutritivos, que já é uma grande desvantagem, não se pode deixar de mencionar a perda de recursos primordiais à humanidade que da mesma forma são gastos ou utilizados na produção desses alimentos perdidos, como água, energia e terras, levando a geração de problemas ambientais.

Segundo a FAO (1981), a perda em relação aos alimentos é “qualquer alteração na disponibilidade, comestibilidade, salubridade ou qualidade do alimento que impede que seja consumido pelas pessoas”. Tais perdas assumem classificações consoante Rosa et al. (2018, p. 493) em perdas quantitativas e qualitativas. O primeiro tipo de perda trata-se do decréscimo na quantidade física à disposição para o consumo de um determinado alimento. O outro tipo de perda refere-se à redução da qualidade do alimento por um ou mais fatores envolvidos, que conseqüentemente geram decréscimos no valor nutritivo e comercial daquele alimento.

Vale frisar que os autores consultados desconhecem o volume real de perdas na horticultura brasileira, em razão de que as análises efetuadas são limitadas a locais demarcados, mas, mesmo assim, detêm sua importância à literatura. No Brasil há diferenças nas escalas de produção e na tecnologia empregada nas regiões. As diversidades na cadeia produtiva fazem surgir causas diversificadas de perdas, por isso devem ser examinadas particularmente quando tenciona-se solucioná-las (LANA, 2018, p. 99).

Para Cenci, Soares e Freire Júnior (1997, p.7), por grande parte das perdas de todo tipo serem desprezadas, o angariamento de dados científicos exatos e atualizados sobre as perdas totais de hortaliças-fruto no país é desfavorecido. Sendo que podem encaixar-se em perdas bióticas ou por patógenos, abióticas - a principal abordada nesta pesquisa - ou desordens fisiológicas, e físicas (injúrias mecânicas).

Dados apresentados pela Embrapa (CENCI; SOARES; FREIRE JÚNIOR, 1997) mostram que entre 1990 e 1992, a estimativa de perdas na pós-colheita, de acordo com o Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária, em frutos foi de 30% (com valor de US\$ 509.352,2) e em hortaliças 34,9% (US\$ 529.282,0).

Perdas (%) de frutos e hortaliças em 1992

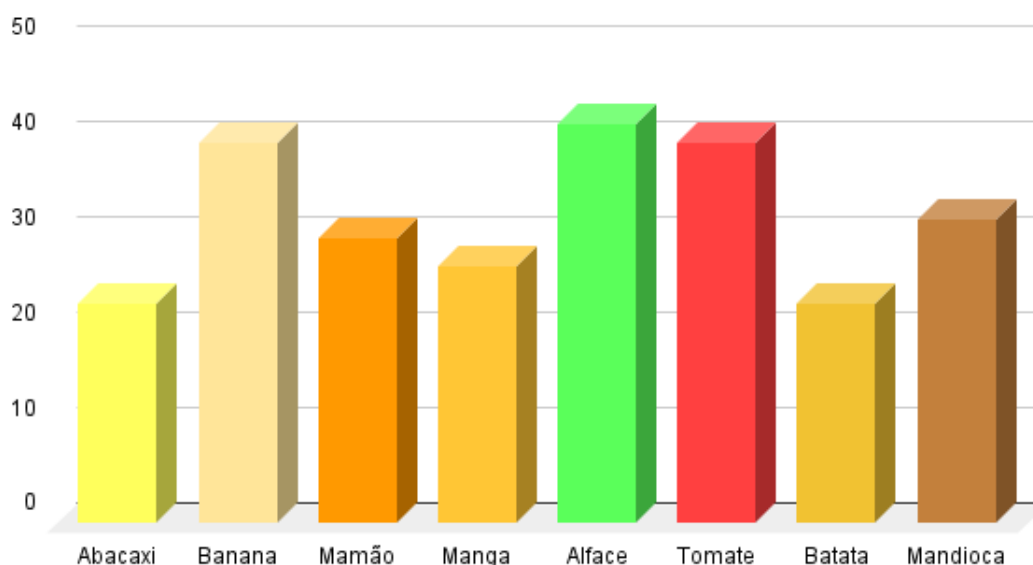


Figura 1 - Percentual de perdas de alguns frutos e hortaliças no Brasil em 1992. Fonte: O autor (2022), com dados de BRASIL (1993), citado por EMBRAPA (1997).

O gráfico demonstra a estimativa de perda dos produtos hortícolas brasileiros ocorrida em 1992. O percentual aproximado das perdas: abacaxi (23,7%, somando o valor de US\$ 20.061,3), banana (40,1% - US\$ 150.997,7), mamão (30,4% - US\$ 18.018,6), manga (27,5% - US\$ 7.501,8), alface (42,5% - US\$ 6.726,7), tomate (40,5% - US\$ 78.044,8), batata (23,7% - US\$ 88,828,3) e mandioca (32,8% - US\$ 9.287,3). Tais perdas levam a refletir sobre o quantitativo de hortaliças e frutos que são perdidos por algum fator, seja na pré-colheita (por elementos climáticos) e/ou na pós-colheita, que com o passar do tempo aumenta, bem como a produção de alimentos.

3.1. Implicações fisiológicas provocadas por elementos climáticos

Pesquisas sobre maturação e colheita dos frutos, manutenção da temperatura ideal no armazenamento do campo até a mesa consumidora, e sobre os aspectos das variadas etapas pós-colheita, têm prevalecido grandemente na literatura. À medida que, tem-se dado menor magnitude aos fatores pré-colheita e práticas culturais, que exercem da mesma maneira significativas influências no período pós-colheita (BARMAN; AHMAD; SIDDIQUI, 2015, p. 2).

Com base neste panorama, a seguinte pesquisa visa dar maior magnitude a esses fatores de pré-colheita, voltando-se às implicações fisiológicas decorrentes em hortaliças-fruto, derivadas da ação dos elementos climáticos no campo.

A temperatura, radiação solar, precipitação pluviométrica (devido a umidade do ar), pressão atmosférica e ação dos ventos são elementos climáticos do ponto de vista geográfico, e concomitantemente, se adequam no agrupamento de fatores pré-colheita (ambientais) mais efetivos no campo. Chitarra e Chitarra (2005, p. 36) confirmam tais influências no campo.

Dentre os elementos, o que mais influencia o desenvolvimento, os atributos de vegetais frescos e leva-os à deterioração é a temperatura. A maturação é o processo em que se originam intensamente implicações por altas ou baixas temperaturas.

Rosa et al. (2018, p. 490) cita que nesta fase a respiração do fruto eleva-se, juntamente com a

produção de etileno. A taxa de respiração de hortaliças-fruto é variável, as hortaliças subterrâneas (bulbos, raízes e tubérculos) têm baixa atividade respiratória, por isso são menos perecíveis, ao passo que as hortaliças folhosas (brócolis) possuem taxa alta, são mais perecíveis ou deterioram-se mais rápido, assim como hortaliças-fruto colhidas imaturas (abobrinha e quiabo), diferente das colhidas maduras (melancia e tomate).

A produção de etileno (C_2H_4) amplifica-se em altas temperaturas, ambientes claros e/ou com teores baixos de fósforo. Um gás com natureza química simples (dois carbonos), produzido pelas plantas para o amadurecimento inconversível, participa de papéis variados como germinação, formação de brotos, senescência de folhas e flores, interações com microrganismos e na reação dos vegetais no tocante ao estresse (BOTTON; RUPERTI; TONUTTI, 2019, p. 93-95).

Uma das principais classificações direcionadas às hortaliças-fruto em razão do processo respiratório é em climatéricas e não-climatéricas. Os frutos climatéricos durante o crescimento apresentam uma produção autocatalítica elevada de etileno, podendo continuar a etapa de amadurecimento ligados ou não na planta (banana, abacate, pêssego, tomate, etc).

Caso contrário, os frutos não-climatéricos têm a necessidade de permanecer ligados na planta-mãe para concluir o seu desenvolvimento, porque a produção de etileno não se eleva após a colheita, como em uvas e frutos cítricos (laranja), entretanto, respondem ao etileno exógeno, o que acrescenta ao etileno um grande potencial comercial (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 33-37; BOTTON; RUPERTI; TONUTTI, 2019).

Abacates expostos a radiação solar, com temperatura até 43 °C nas cascas e polpas, demoraram mais para amadurecer do que os frutos colocados na sombra, e apresentaram aspectos benéficos na pós-colheita, semelhantes aos tratamentos térmicos, por exemplo a diminuição de vazamentos de eletrólitos através dos tecidos, redução de lesões por frio e incidência de calor. E as frutas sombreadas obtiveram comportamentos fisiológicos contrários, como intensas injúrias por frio externamente (WOOLF; BOWEN; FERGUSON, 1998).

Por outro prisma, em altas temperaturas, variedades de frutos podem ser afetados por queimaduras, referidas por Schrader et al. (2001) como desordens. Nas análises dos autores em maçãs, percebeu-se que a exposição excessiva ao sol acarreta por meio da aceleração de degradação da clorofila na casca, queimaduras com aspectos amarronzado ou amarelado, os sintomas confundem-se inicialmente com características de frutos maduros devido a antocianina e outros pigmentos. Ou ainda, a queimadura pode assumir um aspecto esbranquiçado.

A caracterização de perdas de manga, feita em um mercado atacadista brasileiro, demonstrou percentualmente que a maior parcela dos danos encontrados nos frutos referem-se aos danos abióticos (43%), dentre os quais destacou-se as perdas pelo manuseio impróprio de ferramentas no manejo da colheita e do pomar, mas as perdas por exposição solar exacerbada, transporte e armazenamento deficitários, identificáveis subjetivamente, apresentaram proporções significantes (SOUZA et al., 2010, p. 4-5).

Em pimentas, após a colheita, maior é a suscetibilidade de queimaduras pela radiação solar, a perda de água e outros danos, por isso, o resfriamento imediato é ideal. Mesmo assim, altas temperaturas, por mais de uma ou duas horas, acarretam o enrugamento e amolecimento, amadurecimento rápido, alterações na coloração e doenças (BOYETTE; MORRIS; WILSON, 1990).

Haard (1984, p. 4) afirma que a taxa respiratória é inversamente proporcional ao armazenamento prolongado de hortaliças-fruto após a colheita. Ou quanto mais alta a taxa, menor é o tempo de armazenamento. Por conta da maior capacidade de deterioração do fruto. Assim, de fato, um método para redução da respiração seria a diminuição da temperatura do ambiente.

Porém, depende exclusivamente de cada cultura, visto que, baixas temperaturas também causam danos em hortaliças-fruto. Com relação as pimentas, temperaturas bastante reduzidas ou resfriamento abaixo 7 °C (45 °F) causam lesões ou injúrias por frio, que resultam em corrosão nas superfícies, manchas e acúmulo de água, amolecimento e maiores chances de decomposição, características evidentes somente quando coloca-se os vegetais em temperatura ambiente novamente. As pimentas necessitam de alta umidade relativa (UR) entre 90% e 95% para manter a firmeza, pois baixos valores provocam perda de água na pós-colheita (PEPPERS).

Dos distúrbios fisiológicos por frio, o *chilling* é simbólico, gera anomalias no metabolismo de hortaliças-fruto, escurecimento da polpa e epiderme levando o produto à deterioração. Esse tipo de lesão segue-se de desequilíbrios no metabolismo respiratório e outras ocorrências. Em temperaturas inferiores a 10 °C, a depender do tempo exposto e da cultivar, hortaliças-fruto como quiabo, tomate, melancia e melão podem sofrer injúrias por frio (HAARD, 1984; ROSA et al., 2018).

Beaudry (2014) revisa alguns conhecimentos abordados na literatura, os quais exprimem que o excesso de umidade, precipitações ou irrigações, temperaturas nos extremos (tanto baixas, quanto altas) antes da colheita, por provocarem a ‘quebra’ do amido, geram um tipo de desordem fisiológica que acumula líquido com sorbitol entre as células do tecido de maçãs, tornando-o translúcido (por evitar a dispersão da luz) e suscetíveis aos danos pós-colheita.

Em inglês chama-se ‘*watercore*’ e em português ‘*aquarela*’ pelo aspecto do fruto. A tabela 1 é uma síntese do que foi abordado pelos autores citados, ela sintetiza os principais efeitos provocados por elementos climáticos em frutos, observa-se que a maioria se relaciona com o fator temperatura.

Tabela 1 - Frutos e seus possíveis efeitos devido à exposição a elementos climáticos.

Frutos	Elementos climáticos	Efeitos (benéficos ou maléficos)
Abacate	Radiação Solar (altas temperaturas)	Redução de lesões por frio e incidência de calor; diminuição de vazamentos de eletrólitos através dos tecidos; promove mais tempo para o amadurecimento.
Maçãs	Radiação Solar (altas temperaturas)	Queimaduras (aspectos amarronzado ou amarelado, ou esbranquiçado); aceleração de degradação da clorofila na casca.
Maçãs	Excesso de umidade (precipitações e irrigações)	Aquarela ou <i>watercore</i> (desordem fisiológica pela quebra do amido, que acumula líquido)
Manga	Radiação Solar (altas temperaturas)	Queimaduras
Pimentas	Radiação Solar (altas temperaturas)	Queimaduras; perda de água; enrugamento; amolecimento; amadurecimento rápido; alterações na cor e doenças.
Pimentas	Baixas temperaturas (frio)	Injúrias por frio (manchas e corrosão nas superfícies, além do acúmulo de água e amolecimento)
Quiabo, tomate, melancia e melão	Baixas temperaturas (frio)	Injúrias por frio (<i>chilling</i>); escurecimento da polpa e epiderme; desequilíbrios no metabolismo respiratório.

Fonte: O autor.

4. Considerações finais

A produção de hortaliças e frutos se sobressai no quesito econômico, pois a cadeia produtiva movimentando os elos econômicos dos países (produtores, fornecedores, varejistas, atacadistas e outros), gerando empregos. Órgãos competentes nacionais - Ibrhort, Embrapa e Ministério da Agricultura - e internacional (FAO) confirmam a dimensão socioeconômica que o ramo atinge.

Conjuntamente, destaca-se no consumo por parte da população, uma vez que tais alimentos assumem funções imprescindíveis que envolvem o controle e prevenção de doenças em crescente aparecimento na sociedade. Assim, a ingestão diária de hortaliças-fruto promove qualidade de vida às pessoas, de acordo com os estudos fidedignos que evidenciam a composição nutricional e funcional dos produtos.

No entanto, existem lapsos no decorrer da cadeia produtiva que são obstáculos a serem enfrentados em prol do fornecimento de hortaliças e frutos com qualidade assegurada ao consumidor, reduzindo as imensuráveis perdas quantitativas e qualitativas dos produtos hortícolas, em virtude do mal gerenciamento das etapas de produção no campo, pós-colheita, até o alimento chegar à mesa do consumidor.

Na medida que as atividades biológicas, ao longo do ciclo vital desses produtos alimentícios, propiciam de forma natural a sua degradação. A ação de elementos climáticos (temperatura, radiação solar e precipitação pluviométrica) encaixam-se como principais causas das implicações fisiológicas em hortaliças-fruto, que podem ser benéficas para alguns vegetais, todavia, fora de controle exercem várias injúrias ou desordens à categoria, como identificou-se na breve revisão.

Portanto, o primeiro passo que sustenta todas as operações solucionadoras da problemática, é o conhecimento sobre a fisiologia e os sintomas originados nos vegetais, tal qual sobre as condições climáticas ou abióticas (clima e solo) favoráveis ao produto hortícola que se pretende cultivar, e aliar-se às exigências culturais de produção (obedecer a época apropriada de plantio e colheita, desenvolver manipulação correta da cultivar e irrigação adequada, dentre outras).

Somando-se com as condutas pós-colheita como seguir as recomendações de transporte e armazenamento (em temperatura ideal) de cada cultura, com o objetivo de preservação das características sensoriais e nutricionais do produto. Tendo em vista, a diversidade de tipos vegetais que se desenvolvem em suas próprias condições, largamente sujeitos a interferências abióticas.

Conflito de interesse

Não houve conflito de interesses entre os autores.

Contribuição dos autores

Maria Bheatriz Furtado de Oliveira - ideia original, leitura e interpretação das obras e escrita;
Rosinete Cardoso Ferreira - orientação, correções e revisão do texto.

Referências bibliográficas

- ASSIS, J. S. Fisiologia pós-colheita de hortaliças. *In*: Congresso Brasileiro de Olericultura, 38, 1998, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido: SOB, 1999. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/131554>>. Acesso em 4 jan. 2022.
- BALDRAIA, A.; VIEIRA, B.; SAMPAIO, F.; SUCENA, I. **Geografia, 2º ano, ensino médio**. 3ª ed. São Paulo: Edições SM, 2016, 272p.
- BARMAN, K.; AHMAD, M. S.; SIDDIQUI, M. W. Factors Affecting the Quality of Fruits and Vegetables: recent understandings. *In*: SIDDIQUI, M. W. **Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops: Principles and Practices for Quality Maintenance**. United States: Apple Academic Press, p. 2-44, 2015.
- BEAUDRY, R. **Watercore in apples: causes, concerns, detection and sorting**. Michigan: Postharvest laboratory (MUS), p. 1-12, 2014. Disponível em: <https://www.canr.msu.edu/uploads/files/Watercore_in_apples.pdf>. Acesso em 3 fev. 2022.
- BHATTACHARJEE, D.; KRISHNATHAKUR, P.; SINGH, J.; DHUA, R. S. Flower Senescence. *In*: SIDDIQUI, M. W. **Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops: Principles and Practices for Quality Maintenance**. United States: Apple Academic Press, p. 320-338, 2015.
- BOYETTE, M.; WILSON, L. G.; ESTES, E. D. **Postharvest cooling and handling of peppers**. North Carolina: NC Extension Service Publications. 1990. Disponível em: <<https://content.ces.ncsu.edu/postharvest-cooling-and-handling-of-peppers>>. Acesso em 3 de fev. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. 1ª ed., 1ª reimpr. – Brasília: Ministério da Saúde, 2013, 84p. Disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf>. Acesso em 23 mar. 2022.
- CAMARGO JUNIOR, O. A.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; SANTOS, H. S.; FREITAS, P. S. L. Hortaliças-fruto: aspectos gerais e uma estimativa da produção científica. *In*: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (Orgs). **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, p. 23-36, 2018. <https://drive.google.com/file/d/1o0kPUTOlFJaxE5pZOxvmerOcBzgpNwRb/view>
- CENCI, S. A.; SOARES, A. G.; FREIRE JÚNIOR, M. **Manual de perdas pós-colheita em frutos e hortaliças**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTA, Documentos 27, 1997, 29p. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/415584/manual-de-perdas-pos-colheita-em-frutos-e-hortaliças>
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de hortaliças e frutas: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. atual. e ampl. UFLA, p. 27-144, 2005.
- CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 1, p. 137-149, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9767>>. Acesso em 29 jan. 2022.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; RUSSO, V. C. Taxa respiratória de abacate ‘Hass’ submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 10, n. 2, p. 101-109, 2010. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315091006>>. Acesso em 29 jan. 2022.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. 2ª ed. Pelotas: 2008, 176p. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2017/05/Livro-de-Fruticultura-Geral.pdf>>. Acesso em 27 jan. 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fruit and vegetables - your dietary essentials**. The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper. Rome, 2020. Disponível em: <<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb2395en>>. Acesso em 23 mar. 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Post-harvest losses in perishable crops**. Rome, 1981. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/s8620e/S8620E06.htm#II.%20Post-harvest%20losses%20in%20perishable%20crops>>. Acesso em 12 dez. 2021.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **OMS revela principais causas de morte e incapacidade em todo o mundo entre 2000 e 2019**. 2020. Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/2116-oms-revela-principais-causas-de-morte-e-incapacidade-em-todo-o-mundo-entre-2000-e-2019>>. Acesso em 23 mar. 2022.

FRANÇA, V. **80% das crianças brasileiras de até cinco anos comem ultraprocessados**. Conexão UFRJ. 2021. Disponível em: <<https://conexao.ufrj.br/2021/12/80-das-criancas-brasileiras-de-ate-cinco-anos-comem-ultraprocessados>>. Acesso em 23 mar. 2022.

GRIERSON, W. Fruit Development, Maturation and Ripening. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of Plant and Crop Physiology**. 2ª ed. rev. e exp. New York: Marcel Dekker, p. 143-160, 2001. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Handbook-of-Plant---Crop-Physiology-Revised---Expanded-by-Mohammad-Pessarakli--2001-.pdf>. Acesso em 27 jan. 2022.

HAARD, N. F. Postharvest physiology and biochemistry of the fruits and vegetables. **Journal of Chemical Education**, v. 61, n. 4, p. 277-283, 1984. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed061p277>>. Acesso em 25 jan. 2022.

IBRAHORT. Instituto Brasileiro de Horticultura. **Mapeamento e qualificação de cadeias produtivas**. Disponível em: <<https://ibrahort.org.br/mapeamento-e-qualificacao-de-cadeias-produtivas/>>. Acesso em 23 mar. 2022.

LANA, M. M. Perdas e desperdício de hortaliças no Brasil. In: MELO, E. V. (Rel.). **Perdas e desperdício de alimentos: estratégias para redução**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, p. 87-114, 2018. <https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudios/pdf/perdas-e-desperdicio-de-alimentos-no-brasil-estrategias-para-reducao>

NASCIMENTO, W. M. **Por que devemos consumir mais hortaliças?** Embrapa notícias. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56533086/artigo---por-que-devemos-consumir-mais-hortaliças#:~:text=A%20OMS%20recomenda%20o%20consumo,%C3%81sia%20e%20da%20Am%C3%A9rica%20Latina>>. Acesso em 23 mar. 2022.

PEPPERS. **Postharvest care and market preparation**. New Guyana Marketing Corporation (NGMC). National Agricultural Research Institute (NARI). Disponível em: <http://www.newgmc.com/gmc_docs/brochures/Peppers.pdf>. Acesso em 26 de jan. 2022.

RAMALHO, A. **Fome Oculta: Diagnóstico, Tratamento e Prevenção**. 1ª ed., São Paulo: Editora Atheneu, 2009, 378p.

ROSA, C. I. L. F.; MORIBE, A. M.; YAMAMOTO, L. Y.; SPERANDIO, D. Pós-colheita e comercialização. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (Orgs). **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, p. 489-526, 2018. <https://drive.google.com/file/d/1o0kPUTOIlfJaxE5pZOxvmerOcBzgpNwRb/view>

SANCHES, R.; PEREIRA, D. Climatologia: contribuições à dinâmica climática. In: VECCHIA, F.; TECH, A.; NEVES, G. **Climatologia dinâmica: conceitos, técnicas e aplicações**. São Carlos: RiMa Editora, 2020.

Disponível em: <https://sites.usp.br/climatologia/wp-content/uploads/sites/267/2020/07/CLIMATOLOGIA-DIN%C3%82MICA_Conceitos-T%C3%A9cnicas-e-Aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em 30 jan. 2022.

SANTOS, D. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Principais técnicas pós-colheita para prolongar a vida de frutas e hortaliças. *In: OLIVEIRA, E. N.; SANTOS, D. C. (Orgs.). Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças.* Natal: IFRN, p. 15-36, 2015. Disponível em: <<https://portal.ifrn.edu.br/campus/paudosferros/arquivos/livro-tecnologia-e-processamento-de-frutos-e-hortalicas>>. Acesso em 27 jan. 2022.

SCHRADER, L.; ZHANG, J.; DUPLAGA, W. **Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature.** Online. Plant Health Progress. 2001. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-2001-1004-01-RS>>. Acesso em 3 fev. 2022.

SOUZA, W.; BARROS, P.; SILVA, E.; VILAR, F.; PEREZ, J.; GOMES, E. Caracterização das perdas de manga ‘Tommy Atkins’ no mercado atacadista de Juazeiro - BA. *In: V CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - CONNEPI 2010. Anais...* Maceió – Alagoas, 2010. Disponível em: <<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1463/53>>. Acesso em 12 dez. 2021.

UNICEF. **Climate change poses significant risks to children’s health and well-being.** December 2019. Disponível em: <<https://data.unicef.org/topic/climate-change/overview/>>. Acesso em 23 mar. 2022.

UNICEF. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021.** July 2021. Disponível em: <<https://data.unicef.org/resources/sofi-2021/>>. Acesso em 23 mar. 2022.

WOOLF, A. B.; BOWEN, J. H.; FERGUSON, I. B. Preharvest exposure to the sun influences postharvest responses of ‘Hass’ avocado fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 2, p. 143-153, 1999. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521498000775>>. Acesso em 3 de fev. 2022.

YAHIA, E. Introduction. *In: YAHIA, E.; CARRILLO-LÓPEZ, A. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables.* Cambridge: Woodhead, p. 1-19, 2019.

YAHIA, E.; GARCÍA-SÓLIS, P.; CELIS, M. E. Contribution of fruits and vegetables to human nutrition and health. *In: YAHIA, E.; CARRILLO-LÓPEZ, A. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables.* Cambridge: Woodhead, p. 19-57, 2019.

Recebido em 30 de junho de 2022
Retornado para ajustes em 31 de agosto de 2022
Recebido com ajustes em 19 de outubro de 2022
Aceito em 21 de novembro de 2022