

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Escola de Ciências e Tecnologia

**SUMÁRIO PORMENORIZADO DA LIÇÃO DE SÍNTESE A PROFERIR NO
ÂMBITO DE PROVAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE AGREGADO**

A análise sensorial e a textura de frutos

Ana Cristina Pinto Agulheiro Santos

Elaborado para efeitos de prestação de provas públicas de agregação no ramo do conhecimento de Ciências Agrárias e Ambientais, na Universidade de Évora, de acordo com o disposto na alínea c) do nº 2 do artigo 8º e na alínea c) do artigo 5º do Decreto-Lei nº 239/2007, de 19 de junho.

ÉVORA, 2025

A análise sensorial e a textura de frutos

I.	JUSTIFICAÇÃO DA ESCOLHA DO TEMA DA AULA	3
II.	OBJETIVOS DA AULA	4
III.	LECIONAÇÃO	5
IV.	PROGRAMA DA AULA	5
V.	DESCRIÇÃO DE CADA UM DOS CAPÍTULOS	6
1.	INTERESSE DO TEMA	6
1.1.	NO CONTEXTO DA ALIMENTAÇÃO MUNDIAL: A MÁ NUTRIÇÃO E A OBESIDADE	6
1.2.	A TEXTURA DOS FRUTOS COMO FERRAMENTA DE DECISÃO	7
2.	CONCEITOS	8
2.1.	TEXTURA	8
2.2.	ANÁLISE SENSORIAL	10
2.2.1.	O PAINEL DE PROVADORES	10
2.2.2.	TIPOS DE PROVAS: DISCRIMINATIVAS, DESCRITIVAS E HEDÓNICAS	11
3.	AVALIAÇÃO DA TEXTURA	12
3.1.	A TEXTURA SENSORIAL NA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DOS FRUTOS	13
3.2.	MÉTODOS INSTRUMENTAIS DE AVALIAÇÃO DE TEXTURA	15
4.	CASO DE ESTUDO	17
VI.	BIBLIOGRAFIA	19

I. Justificação da escolha do tema da aula

A aula proposta neste documento, sobre avaliação sensorial da textura de frutos, a ser apresentada no âmbito de provas públicas para obtenção do título de agregado, nos termos do previsto na alínea c) do nº 2 do artigo 8º e na alínea c) do artigo 5º do Decreto-Lei nº 239/2007, de 19 de junho, será parte integrante da unidade curricular Tecnologia de Pós-colheita que faz parte do programa do 1º ciclo de Agronomia da Universidade de Évora. A unidade curricular referida integra o plano de estudo do curso de Agronomia no último ano de formação, pelo que é suposto que os alunos tenham conhecimentos que permitam acompanhar esta aula com interesse e motivação.

Acresce que a candidata tem participado em diversos projetos e realizado muitos trabalhos de investigação na avaliação de textura de produtos alimentares dos mais diversos, com relevo nos frutos frescos, e assim o tema escolhido para a aula faz jus à frase “Honesto estudo com longa experiência misturado”, uma divisa da Universidade de Évora.

O conhecimento da textura dos frutos é essencial na formação em Agronomia por estar estreitamente relacionada com a qualidade e aceitabilidade dos frutos pelo consumidor, com a definição do estado ótimo de maturação para a colheita, com a extensão da vida útil, com aspetos vários do manuseamento pós-colheita dos frutos, desde a calibração à escolha da embalagem, do transporte e das condições de armazenamento. Os aspetos acima indicados têm consequências na qualidade sensorial, no valor nutricional dos frutos, logo na apazibilidade e utilidade da sua inclusão nas dietas alimentares. Também afectam as perdas e desperdício de frutos ao longo da cadeia de distribuição de alimentos (*Food Supply Chain*), com implicações em aspetos de importância vital como as emissões de gases com efeito de estufa (GEE), a Pegada de Carbono, *land footprint*, o consumo de água, entre outros. Salienta-se ainda a importância da textura para o melhoramento genético e obtenção de novas variedades.

Sabendo que a textura dos frutos é um aspeto da qualidade sensorial determinante para a apetência para o seu consumo, entende-se a importância deste tema. Atualmente somos assistentes e participantes num processo de globalização dos hábitos alimentares na sequência de uma interação social crescente. Este processo não tem proporcionado mais equidade à distribuição de alimentos e, em algumas situações, tem acarretado problemas de saúde às populações. A má nutrição e consequente obesidade é um dos problemas mais graves.

As estratégias para incentivar o consumo de produtos hortofrutícolas implicam diversificar a produção, sensibilizar o consumidor para os benefícios para a saúde de uma dieta equilibrada,

aumentando a motivação para a ingestão de produtos hortofrutícolas, responder à expectativa dos consumidores no que respeita à qualidade desses produtos, nomeadamente aparência, sabor e textura. A aceitabilidade e valorização sensorial dos alimentos vegetais, neste caso dos frutos, pode ser promovida entre outros meios com recurso à Análise Sensorial.

Por outro lado, uma realidade oposta aponta o aumento de um grupo restrito de consumidores citadinos, sem restrições de ordem económica, com grande atenção à sua dieta alimentar, com relevo para inclusão de produtos hortofrutícolas frescos. Esta situação faz com que haja uma maior procura de frutos frescos com elevados padrões de qualidade.

II. Objetivos da aula

A textura dos frutos de uma forma concreta e aprofundada é um fator de qualidade habitualmente muito desvalorizado, quer na formação académica dos alunos do curso de Agronomia, quer mesmo na vida diária. O conhecimento da textura dos frutos é essencial para a seleção de novas variedades, para a adequação de equipamento de colheita e de calibração, para a escolha da embalagem, para tomar decisões assertivas sobre o tempo de vida útil e, por último, mas talvez o mais determinante, para decisão sobre o estado ótimo de maturação para a colheita. A textura é um dos fatores decisivos para a valorização da qualidade dos frutos, e mesmo de outros alimentos, pelo consumidor. O desconhecimento, ou desconsideração, desta característica é uma das causas de perdas e desperdício alimentar, que têm que ser diminuídas urgentemente. A inclusão de quantidades adequadas de hortofrutícolas frescas na dieta é uma necessidade premente. Alertam-se os alunos para o facto de que o consumo de produtos hortofrutícolas apresentar valores decrescentes em todo o mundo, enquanto que a insegurança alimentar e a má nutrição apresentam valores crescentes, sobretudo em países com situações socioeconómicas frágeis.

O tema abordado nesta aula pretende antes de mais sensibilizar os futuros agrónomos sobre a necessidade de considerar o conhecimento da textura dos frutos como indispensável na prática da profissão, de alguns deles, tendo em conta tudo o referido anteriormente.

Esta aula pretende que os alunos interiorizem os conceitos básicos de análise sensorial e da sua prática de forma correta. Por outro lado, pretende-se transmitir os fundamentos da avaliação da textura nos frutos com recurso a análise sensorial e instrumental. Mais ainda, pretende-se que os alunos consigam interrelacionar diferentes métodos analíticos, comprovar a sua complementaridade e a sua aplicação em situações concretas no âmbito da produção de frutos.

III. Lecionação

A aula será dividida em três momentos diferentes: ¹⁾ no primeiro momento serão transmitidos os conceitos teóricos de análise sensorial e de textura dos frutos e será dada a conhecer a terminologia correta sobre os temas; ²⁾ depois serão apresentados os métodos inerentes à avaliação da textura recorrendo a análise sensorial e instrumental, integrando nesta explicação exemplos de alguns dos casos estudados; ³⁾ no momento final será apresentado e discutido um caso de estudo, concretizado pela docente, com aplicação exaustiva dos métodos e conceitos anteriormente estudados, com recurso a resultados obtidos em estudos anteriores; nesses trabalhos foi usado o Método Quantitativo Descritivo com painel treinado e também provas hedónicas por consumidores; foi dada particular relevo aos descritores de textura.

Prevê-se a duração de 2 horas para a totalidade dos temas previstos para a aula, considerando que essa é a duração habitual das aulas de 1º ciclo e que os alunos já estão familiarizados com alguns dos assuntos a apresentar. Nesta situação concreta, dada a duração exigida nestas provas, serão abreviados alguns temas.

IV. Programa da aula

1. Interesse do tema

- 1.1. No contexto da alimentação mundial: a má nutrição e a obesidade
- 1.2. A textura dos frutos como ferramenta de decisão

2. Conceitos

- 2.1. Textura
- 2.2. Análise sensorial
 - 2.2.1. O painel de provadores
 - 2.2.2. Tipos de provas: discriminativas, descritivas e hedónicas

3. Avaliação da textura

- 3.1. A textura sensorial na avaliação da qualidade dos frutos
- 3.2. Métodos instrumentais de avaliação de textura

4. Caso de estudo

V. Descrição de cada um dos capítulos

1. Interesse do tema

O termo “qualidade”, aplicado a frutos, ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde a produção até ao consumo, tem características diferentes consoante o ponto da cadeia. Porém, em cada uma destas etapas, o termo “qualidade” refere-se sempre à adequação do produto ao uso pretendido, de tal modo que satisfaça os requisitos, as necessidades e expectativas dos consumidores, e à ausência de defeitos. Os defeitos dizem respeito à presença de danos e manchas, à inadequada maturação típica da cultivar, à falta de frescura e à presença de quantidades nocivas de resíduos. A textura é um dos principais fatores que definem a qualidade dos frutos, bem como a aparência, o sabor e as propriedades nutricionais, e tem um papel fundamental na aceitabilidade por parte dos consumidores.

1.1. No contexto da alimentação mundial: a má nutrição e a obesidade

A insegurança alimentar e a má nutrição apresentam valores crescentes devido a volatilidades dos preços no sector alimentar, marcada por uma persistente inflação dos preços dos alimentos, conflitos internacionais, mudanças climáticas e políticas internacionais que afetam o equilíbrio frágil da distribuição de alimentos. Estes fatores concomitantemente a outros subjacentes como dietas saudáveis inacessíveis, ambientes alimentares insalubres e desigualdade persistente no acesso a alimentos, conduzem a uma situação global alarmante. Novas estimativas sobre a obesidade adulta indicam um aumento constante na última década, de 12,1% em 2012 para 15,8% em 2022. Segundo as últimas estimativas, até 2030 o mundo terá mais de 1,2 milhão de milhões de adultos obesos. A má nutrição conducente a obesidade coexiste com a subnutrição, e aumentou acentuadamente em todos os grupos etários. (FAO, 2024. <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1707863/>). No que respeita à obesidade infantil, em 2022, em todo o mundo, 5,6% das crianças com menos de cinco anos estavam acima do peso normal. Em 2024, estima-se que 35 milhões de crianças com menos de 5 anos tenham excesso de peso. (WHO, 2025. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>). Esclarece-se que se entende por “má nutrição, uma condição fisiológica anormal causada pela ingestão inadequada,

desequilibrada ou excessiva de macronutrientes e/ou micronutrientes e/ou por doenças que causam perda de peso. A má nutrição inclui subalimentação (atraso no crescimento e baixo peso infantis), deficiências de vitaminas e minerais (também conhecidas como deficiências de micronutrientes), bem como sobrepeso e obesidade”. As intervenções para, no âmbito do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (Erradicar a fome), alcançar a Meta 2.1, “Acabar com a fome e garantir que todas as pessoas tenham acesso a alimentos seguros, nutritivos e suficientes”, têm que, em simultâneo, atingir a Meta 2.2, “Acabar com todas as formas de má nutrição”.

Pretende-se um “Ambiente alimentar salutar”, ou seja, um contexto físico, económico, político e sociocultural em que os consumidores interagem com os sistemas agroalimentares para tomar decisões sobre a aquisição, preparação e consumo de alimentos, de forma adequada à manutenção da boa saúde. Uma dieta saudável considera quatro aspetos: ¹⁾ diversidade, dentro de um mesmo grupo de alimentos ou entre grupos de alimentos, ²⁾ adequação, incluindo nutrientes essenciais suficientes de acordo com as necessidades, ³⁾ moderação de alimentos e nutrientes, evitando malefícios para a saúde e ⁴⁾ equilíbrio na energia e na ingestão de macronutrientes. Todos os alimentos consumidos devem ser seguros. São muitas vezes as barreiras económicas que impedem o acesso a dietas saudáveis (OPAS & OMS, 2025. <https://www.paho.org/pt/noticias/27-1-2025-novo-relatorio-da-onu-74-dos-paises-da-america-latina-e-do-caribe-tem-alta>). A obesidade coincide geograficamente com a subalimentação.

Devem ser apresentados os aspetos positivos da inclusão dos frutos na dieta. Os frutos são ricos em fibra alimentar, vitaminas, minerais, e fitoquímicos com propriedades bioativas, nomeadamente antioxidantes, para além de contribuírem para a redução de deficiências de micronutrientes sobretudo nos países em desenvolvimento. O consumo de, pelo menos, 400 g de frutos e hortaliças ou a 5 porções por dia é recomendado pela FAO (2004) para diminuir o risco de obesidade, de doenças cardíacas, de acidente vascular cerebral (AVC) e de diabetes tipo 2.

1.2. A textura dos frutos como ferramenta de decisão

Os atributos de textura são utilizados ao longo da cadeia de valor para monitorizar e controlar a qualidade, desde a decisão sobre o estado de maturação para a colheita, passando pela avaliação da adequação do manuseamento pós-colheita, pela decisão do tempo de conservação do produto e finalmente na preferência e aceitabilidade dos frutos pelo consumidor.

O recurso a análise sensorial tem-se mantido ao longo dos anos, apesar do grande desenvolvimento e divulgação de métodos instrumentais, porque os humanos são instrumentos de medição muito bons, porque podem detetar diferenças a níveis muito baixos, difíceis de detetar com métodos instrumentais, e além disso, os instrumentos não podem medir o grau de satisfação que um produto alimentar induz. Assim a análise sensorial, nomeadamente da textura, pode ser usada para reduzir os riscos na tomada de decisão de lançar um produto alimentar no mercado, ou uma nova variedade, e garantir elevada aceitabilidade pelo consumidor final.

2. Conceitos

2.1. Textura

Esta aula centra-se principalmente na medição da textura de frutos (frescos, crus, não cozinhados) com recurso a análise sensorial e, de forma acessória, avaliação instrumental.

A textura é fundamental para a avaliação da qualidade e aceitabilidade de frutos frescos. Recorde-se que os frutos apresentam grandes diferenças consoante o seu estado de desenvolvimento, de maturação e do processo de senescência, e que após a colheita os frutos continuam a metabolizar, sintetizar e catabolizar. Para conhecer os mecanismos químicos e fisiológicos das alterações texturais durante o desenvolvimento e a senescência de frutos é fundamental poder mensurar a textura.

A textura, numa análise simplista, é determinada pela resistência e elasticidade da parede celular, pela disposição e densidade das células, pela ligação entre as células e pela sua turgescência. Desde há décadas que este tema é alvo de muito interesse por parte de investigadores na área da fisiologia e agronomia, produtores de hortofrutícolas, comerciantes, industriais de equipamentos de calibragem e embalagem e tem sido amplamente estudado do ponto de vista do consumidor. Tem-se assistido a enormes avanços no conhecimento dos fundamentos bioquímicos e fisiológicos da textura, bem como da sua avaliação mecânica.

Bourne, que foi um dos grandes mentores da avaliação de textura em alimentos, em 1980 publicou a seguinte definição de textura, que põe em destaque a sua dimensão sensorial: “A textura é o conjunto das características físicas que resultam dos elementos estruturais dos alimentos; são sentidas pela sensação de tato na mão ou na boca; estão relacionadas com a deformação, a desintegração e o fluxo dos alimentos sob força; e são medidas pelas funções de força, distância e

tempo.” Os parâmetros de textura são quantificados através de análises que podem ser sensoriais ou instrumentais.

O conceito de textura tem sido sempre alvo de grande controvérsia. Na década de 60 do século passado a utilização de tal termo no estudo de alimentos levantou grande polémica entre os cientistas da época e foram numerosos os conceitos discutidos. Matz (1962) definiu a textura como as percepções que constituem a avaliação das características físicas dos alimentos pelos sentidos cutâneos ou musculares da cavidade bucal, com exceção das sensações de temperatura ou dor. Gordon (1967) adiantou que existiam cinco métodos diferentes para medir a textura dos alimentos: sensorial, física, química, enzimática e histológica. E enfatizando o papel da avaliação sensorial disse que a textura pode ser melhor descrita como uma propriedade pela qual as reações sensoriais podem ser medidas em termos numéricos. Szczesniak, (1963) um nome incontornável no estudo de textura dos alimentos, dizia que seria necessário haver uma melhor compreensão dos princípios básicos envolvidos para se definir textura. Perante a dificuldade de definir textura, convertendo-a em avaliação mensurável e mecânica, surgem então definições como a apresentada por Kramer e Twig (1966), que incluem as características cinestésicas, relacionadas com o movimento, posição e ainda da força exercida pelo corpo, que poderiam ser consideradas como as propriedades reológicas dos alimentos. Neste contexto de procura dum conceito de textura consensual, Muller (1969) define a textura como uma combinação de características físicas que são principalmente percebidas através do toque, que podem ser quantificadas objetivamente utilizando a massa, o tempo e a distância. Sugere como explicação para a palavra textura o termo haptæstesia (*haptæsthesia*), um ramo da psicologia que se ocupa da percepção do comportamento mecânico de materiais, através do sentido humano do tato, incluindo todos os receptores nervosos do corpo humano utilizados para avaliar o comportamento mecânico, tais como os receptores da pele, das articulações e dos músculos.

De acordo com Lawless & Heymann (2010), qualquer um dos aspetos reológicos e estruturais (geométricos e de superfície) de um alimento que pode ser percebido pelos sentidos, quer seja mecânico, tátil e, se necessário, visual e auditivo, são coletivamente referidos como a sua textura. Finalmente, generalizou-se o conceito de textura apresentado na ISO 5492:1992, que diz: “Textura é o conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de superfície de um produto, detetáveis pelos recetores mecânicos e tácteis e, eventualmente pelos recetores visuais e auditivos”. Mais tarde, a textura dos alimentos foi redefinida como “todos os atributos reológicos e estruturais (geométricos e de superfície) de um produto alimentício perceptíveis através de recetores mecânicos, táteis e,

quando apropriado, visuais e auditivos” (ISO 5492:2008). Recentemente uma nova definição implica a reologia e tribologia oral na sensação de textura do alimento durante a mastigação (Liu *et al.*, 2019).

2.2. Análise sensorial

Segundo *Institute of Food Technologists* em 1975 (<https://www.ift.org/>) a análise sensorial era a disciplina da ciência usada para reconhecer, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e materiais tal como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição.

Uma abordagem profissional e completa da análise sensorial implica, antes de mais, a compreensão do produto a analisar e dos objetivos dessa análise, definir os parâmetros e o tipo de amostra, o tipo de teste a realizar, com as escalas e fichas próprias, para depois utilizar o ser humano, provador ou consumidor, como um instrumento de medida, aferido e adequado, para obter uma avaliação correta dos descritores e escalas usados. Devem ser utilizados métodos estatísticos para analisar e interpretar os resultados da avaliação sensorial, de acordo com o objetivo da análise efetuada e tirar as devidas conclusões (Lawless & Heymann, 2010; ISO 6658:2017). Podem-se assim explicitar dois conceitos intimamente relacionados: a ¹avaliação sensorial, que inclui o planeamento, considerando a definição dos objetivos, parâmetros, amostragem e também a seleção e treino do painel de provadores (ou de consumidores não treinados), incluindo o tipo de prova e o delineamento; e a ²análise sensorial, que quantifica, interpreta os resultados e apresenta as conclusões finais da análise. Vulgarmente na designação análise sensorial inclui-se o trabalho prévio da avaliação sensorial.

Os métodos de análise sensorial foram normalizados por várias organizações de normalização existentes, entre as quais se referem: a *International Organization for Standardization* (ISO), a *American Society for Testing Materials* (ASTM) e também o *British Standards Institute* (BSI).

2.2.1. O painel de provadores

Para uma correta análise sensorial é condição que os descritores a utilizar num perfil sensorial sejam: quantificáveis, pertinentes, precisos, discriminativos, exaustivos, independentes (ISO 11035:1994).

Também o painel de provadores deve funcionar corretamente, o que implica o uso de referências e o treino correto de provadores, de tal modo que convirjam para uma mesma medida dos descritores.

O treino dos provadores revela-se na prática um fator determinante no sucesso da análise sensorial. Refira-se a dificuldade, reconhecida por todos os que trabalham nesta área, em dispor de um painel de provadores disponível e corretamente treinado. O recrutamento e escolha dos candidatos deve ter em conta: a acuidade sensorial e a sensibilidade individual, a capacidade de discriminação e, não menos importante, a facilidade em memorizar. Estes aspetos são melhorados nas sessões de treino do painel, que para além disso visam dar a conhecer as técnicas de avaliação. Os candidatos são treinados para a deteção dos gostos básicos: doce, ácido, amargo, salgado e umami. Alguns conceitos teóricos e definições de descritores relativos à análise sensorial devem ser aprendidos, bem como a resposta assertiva a escalas e a escalas de intensidade (ISO 8586:2023).

Note-se que se assiste, hoje em dia, à divulgação da análise sensorial de alimentos através de provas realizadas a consumidores, ou seja, pessoas sem qualquer tipo de treino, que respondem a inquéritos hedónicos, quer sejam de preferência quer sejam de aceitação, de qualidade percebida ou de intenção de compra.

Recentemente têm sido usados estudos descritivos com metodologias específicas, tal como o Check-All-That-Apply (CATA) e a análise de sobrevivência, para avaliação de vida útil, a serem respondidos por consumidores (Ares & Jaegar, 2015; Hough *et al.*, 2003).

2.2.2. Tipos de provas: discriminativas, descritivas e hedónicas

São muito variadas as provas no âmbito da análise sensorial. Tal como já foi referido tem que se considerar em primeiro lugar qual o propósito dessa análise, e quais as limitações existentes. Depois, de acordo com a avaliação idealizada e proposta, pode-se optar por um dos tipos de provas mais comuns, que se passa a enumerar.

- 1) Provas discriminativas, que pretendem responder à pergunta se existe uma diferença sensorial entre as amostras ou não. São diversos os tipos de provas que podem ser usadas para atingir esse objetivo. A escolha depende dos produtos em estudo e do seu grau de semelhança, do treino e do número de provadores. Uma das limitações é a possibilidade dos resultados serem muito afetados pela fadiga sensorial. Podem-se enumerar as seguintes provas discriminativas: Prova Triangular, Prova dois-em-cinco, Prova duo-trio, Prova de Diferença simples, Prova “A” – “não A”, Prova Diferença do-controlo, Provas de sequências, Provas de semelhança (Meilgaard *et al.*, 1991). Pode-se ainda procurar a diferença num único

atributo, sendo nesse caso possível usar a Prova de diferença direcional (para um só atributo e dois produtos) ou a Prova de ordenação (para um só atributo, mas mais de dois produtos apresentados aleatoriamente).

- 2) As provas descritivas pretendem fazer a avaliação dos atributos sensoriais da amostra em estudo e quantificar a intensidade de cada um dos atributos. Designam-se habitualmente por Perfil Sensorial. Refiram-se entre outros: Análise Descritiva Quantitativa (QDA) (ISO 11035:1994), com recurso ao número mínimo de descritores, avaliados com a intensidade correta para estabelecer um perfil, Perfil de textura e Perfil de flavor, que usam a mesma metodologia da QDA mas exclusivamente para os descritores de textura ou de flavour, Perfil de livre escolha (os provadores utilizam uma linguagem própria), Método *Spectrum* ou *Universal scale* (com recurso a escalas fixas para os sabores básicos).
- 3) Finalmente, as provas hedónicas ou afetivas, aplicadas a consumidores que indicam a sua avaliação subjetiva do produto apresentado, indicando a preferência, o grau de satisfação e a aceitação. São provas difíceis de interpretar dada a subjetividade das respostas obtidas.

3. Avaliação da textura

A definição de textura é intrinsecamente sensorial (ISO 5492: 2008). No entanto exigências práticas levaram a que fosse definida e mensurada com base em conceitos obtidos instrumentalmente. Note-se que a avaliação sensorial de frutos se reveste de dificuldades muito próprias: a heterogeneidade das amostras, as alterações fisiológicas rápidas nos frutos, a falta de reprodutibilidade das análises são aspetos que convergem para dificultar o delineamento e o tratamento dos resultados. Acresce a necessidade de um painel de provadores previamente treinado, apesar de existirem numerosos estudos já realizados nos quais se recorreu a painéis de consumidores.

Assim, considera-se a possibilidade de medir a textura de frutos de forma sensorial e instrumental. A medição da textura dos frutos pode ser mais eficaz e exata através da combinação de métodos instrumentais e avaliações sensoriais (Bianchi *et al.*, 2016). Contudo, deve-se ter presente que a impressão sensorial da textura dos alimentos é demasiado complexa para ser caracterizada apenas por algumas características físicas. Segundo Bourne (1980), a textura dos alimentos é fundamentalmente uma propriedade sensorial que pode ser quantificada sem ser reduzida à sua componente mecânica.

3.1. A textura sensorial na avaliação de qualidade dos frutos

A ordem de percepção quando do consumo e degustação de um alimento é a seguinte:

Aparência ➡ Cheiro ➡ Textura ➡ Sabor (que inclui aroma, gosto e sensações trigeminais).

Na aparência dos frutos importa a cor, a forma e a inexistência de danos aparentes, todos relacionados com as propriedades ópticas. Esta avaliação implica, sempre que possível e de forma empírica, uma avaliação do estado de maturação dos frutos. O cheiro e aroma, percebido pelo nariz e por via retronal, respetivamente, devido à presença de compostos voláteis, também podem ser empiricamente usados para aferir o estado de maturação de alguns frutos. A textura relaciona-se sobretudo com as propriedades mecânicas; recorde-se que a diversidade de texturas nos frutos vai desde o crocante de uma maçã verde até à maciez de um abacate maduro. O sabor diz respeito a sensações relacionadas com o paladar. São cinco os gostos básicos: ácido, salgado, doce, amargo, umami. Já o sabor relaciona as sensações provocadas por estímulos químicos na cavidade bucal incluindo o aroma, os gostos básicos e as sensações trigeminais. Estas são percebidas na cavidade bucal, mas devidas à estimulação do nervo trigémio. O termo “*flavour*”, muito utilizado, diz respeito a sabor, aroma e sensações trigeminais. A aparência (cor, tamanho, forma, textura da superfície) serve para decidir da compra ou não do produto, mas não fideliza o consumidor. O cheiro permite inferir sobre o possível *flavour* e sobre a maturação do produto no ato da compra e tem um importante papel na atração. Já a textura e o sabor só são percebidos na degustação do produto, mas são estes que fidelizam o consumidor.

A textura dos alimentos é um aspeto crítico da nossa experiência alimentar, influenciando a nossa percepção do sabor, satisfação e prazer, e representa um dos aspetos principais na avaliação de qualidade em frutos (Bourne, 2002). O sabor dos alimentos, geralmente o primeiro atributo avaliado quando se introduzem os alimentos na boca, é complementado pela textura, que melhora, ou não, a sensação geral de sabor.

A textura no sector alimentar reveste-se de particular interesse para a criação de produtos inovadores e apelativos que despertem o interesse dos consumidores. Alguns investigadores da área do melhoramento de plantas e industriais no sector do fabrico de alimentos vegetais destacam a textura como a sua principal prioridade e utilizam a avaliação da textura para fundamentar algumas decisões. As grandes diferenças morfológicas dos frutos, considerando a existência de frutos simples, pseudofrutos, frutos múltiplos e infrutescências, fazem com que sejam distintos os descritores mais relevantes (Saladié *et al.*, 2007; Gunness *et al.*, 2009; Giongo *et al.*, 2012).

São decisivos os limiares de percepção. Sendo de considerar como limiar de percepção o nível mínimo de intensidade necessária para que um estímulo seja detetado pelo sistema sensorial humano; variam de indivíduo para indivíduo, com os grupos etários, com aspetos culturais. A intensidade com que uma sensação é percebida está diretamente relacionada com o valor desse estímulo. Deve ser referido que as preferências de textura também variam consoante os indivíduos, os grupos etários, e as culturas. Diferentes culturas dão prioridade a texturas diversas nas suas cozinhas, refletindo as suas tradições e preferências culinárias. Na cozinha asiática, a diversidade de texturas é altamente valorizada, com pratos que combinam frequentemente elementos estaladiços com outros gelatinosos. Na cozinha ocidental as texturas cremosas e estaladiças são proeminentes. A culinária atual é caracterizada pela procura de texturas variadas (Hendrik *et al.*, 2022).

Um trabalho realizado com melão branco em três diferentes locais de Portugal, com respostas de 345 consumidores, evidenciou diferentes acréscimos de Sólidos Solúveis Totais (SST) medidos por refratometria em graus Brix (°Bx) para que os consumidores valorizem a diferença de qualidade; nos valores mais baixos de SST foram necessários acréscimos de 2,5 °Bx e 2,0 °Bx para que mudassem a classificação, o que indica que esses valores se encontrariam na fase infra-limiar e limiar, já para alterarem a classificação de bom para muito bom e excelente foram necessários acréscimos de 0,9 °Brix e 0,4 °Brix, respetivamente, indicando uma sensação sentida claramente, logo inserida na chamada fase supra-limiar do estímulo. O valor de saturação estaria nos 14 °Bx, valor a partir do qual os consumidores não alteravam a sua classificação de doçura nem de qualidade (Agulheiro Santos *et al.*, 2014). Um aspeto adicional a realçar neste trabalho foi a constatação que os frutos com má avaliação de textura nunca eram classificados como excelentes, mesmo que a doçura fosse máxima (resultados não publicados). Isto confirma a afirmação anterior que diz que o primeiro atributo avaliado é sempre o *flavour*, imediatamente seguido da textura, mas se um fruto com bom *flavour* apresentar pobres características de textura nunca será bem classificado. Gallardo *et al.* (2009) apontam como atributos de qualidade mais bem classificados na pera a doçura, a suculência e a firmeza. Ferreira *et al.* (2007), num trabalho realizado com ameixas, estudaram as correlações entre a avaliação global atribuída pelos provadores e os diferentes atributos e verificaram que a suculência era o descritor que apresentava melhor valor de correlação, seguido da doçura, acidez, *flavour* e, finalmente, da firmeza. Confirma-se a complexidade da avaliação da qualidade da textura, já que a suculência, um descritor textural, aparece com um valor mais relevante do que a firmeza e nalguns casos até que os característicos descritores de *flavour*. Para o consumidor, a firmeza e a suculência

em frutos são os dois aspetos que mais influenciam a sensação de textura na boca (Toivonen & Brummell, 2008).

3.2. Métodos instrumentais de avaliação de textura

Muito trabalho de investigação acerca da medição objetiva da textura dos alimentos baseia-se nas propriedades mecânicas/reológicas dos alimentos, em parte porque a textura percebida na boca depende em grande medida do comportamento mecânico dos alimentos, que determinará a dinâmica da decomposição durante a ingestão (Foegeding *et al.*, 2011).

A Reologia tem servido de fundamento ao estudo das propriedades texturais dos frutos. A Reologia é a ciência que estuda a deformação e o escoamento dos materiais, avaliando a elasticidade, viscosidade e a plasticidade. São abrangidos todos os materiais desde os fluidos Newtonianos até aos materiais sólidos cuja elasticidade obedece à lei de Hooke, incluindo todos os materiais cujo comportamento está situado entre esses e que são referidos como materiais viscoelásticos.

Os frutos apresentam um comportamento viscoelástico quando sujeito a uma carga, de modo que a força, a deformação e o tempo determinam o seu comportamento reológico (Abbott, 1999; Bourne, 2002). A análise de textura recorre a métodos instrumentais específicos com o objetivo de avaliar as propriedades mecânicas, geométricas e de superfície dos produtos de modo preciso, mensurável e repetível. A medição instrumental utiliza métodos fundamentais, empíricos ou imitativos. Os testes fundamentais, como a Força (*strength*), o coeficiente de Poisson ou o módulo de Young, medem a viscosidade e a elasticidade; os testes empíricos, como a compressão, o corte e a penetração medem parâmetros correlacionados com a textura sensorial; os testes imitativos como o TPA, mimetizam de forma instrumental o modo como os alimentos são processados na boca (Szczesniak 1963; Bourne, 2002; Barrangou *et al.*, 2006; Toivonen & Brummell, 2008). Já em 1861, Lipowitz desenvolveu o primeiro equipamento de medição da força, através da penetração de uma sonda no alimento (Sui, 2007). Morris, em 1925, utilizou pela primeira vez um teste de penetração em produtos hortícolas (Voisey, 1977). Entre os testes empíricos usados com mais frequência no estudo da textura em frutos estão a compressão, o corte e a penetração (e punção). O principal conceito físico subjacente à medição das propriedades mecânicas é a tensão. A tensão indica a intensidade da força aplicada a uma área. O segundo conceito importante é a deformação, um rácio de dimensões, ou seja, a medida inicial a dividir pela medida quando se exerce a tensão. A partir destes dois conceitos, pode ser obtido o módulo de Young, que é uma medida de rigidez/elasticidade. Os testes de penetração consistem

na aplicação uniaxial da carga, sendo medida a resistência oferecida ao avanço da sonda, geralmente cilíndrica, nos tecidos dos frutos, sendo essa resistência resultado da combinação de forças de compressão e corte. Do ponto de vista prático, os testes de penetração, baseados na leitura de força-deformação, são os mais utilizados. Para estes testes recorre-se a sondas geralmente de base plana, com 8 ou 11 mm de diâmetro, ou com diâmetros menores, até 1 mm, em casos específicos de teste de punção (Camps *et al.*, 2005; Guillermin *et al.*, 2006). Nos testes de penetração, a resistência oferecida ao avanço da sonda resulta de uma combinação de forças de compressão (na parte central da sonda) e de corte (no perímetro) (Pirovani *et al.*, 1994; Bourne, 2002). Segundo Pintado (2012), a curva Força/Deformação obtida durante os testes de penetração é inicialmente linear, correspondendo a uma deformação elástica não destrutiva, até ao limite elástico no qual se observa uma inflexão na curva. Verifica-se a partir daí a rutura das células podendo ocorrer ou não o chamado ponto de biofluência, com alteração do declive da curva, sendo depois observado o ponto de rutura correspondente a uma rutura significativa dos tecidos (Mohsenin, 1977).

A análise do perfil de textura (TPA) também é muito comum em alimentos, como carne, queijos, alimentos processados, embora não seja muito corrente em frutos frescos, com algumas exceções. Os ciclos de compressão dupla são utilizados no teste TPA, para imitar o processo de mastigação. Os resultados obtidos através do TPA possibilitam relacionar os parâmetros de textura obtidos (firmeza, adesividade, elasticidade, gomosidades, masticabilidade, coesividade, resiliência) com os descritores da avaliação sensorial. No entanto, é necessário refletir sobre o uso generalizado deste teste. Muitas críticas se levantam relativamente a este teste, com realce para a dificuldade de normalização das dimensões das amostras, logo na área de contacto com a sonda de compressão (Agulheiro Santos & Roseiro, 2012). Como alternativa têm sido usados testes de penetração com dois ciclos em amostras unicamente com a espessura controlada, de uma forma semelhante ao TPA realizado com sonda de compressão. Peleg (2019), criticando o teste, propõe que os parâmetros da TPA atualmente em uso sejam substituídos por como “tensão de rutura”, “rigidez” e “dureza”, “suculência” e utilizados para estudar as respostas verbais dos seres humanos, expressas nos termos que eles próprios escolheram para aferir os resultados do TPA.

Também despertam grande interesse as técnicas não destrutivas, como a ultra-sónica e a ótica, tornadas recentemente importantes para avaliar e analisar a textura de alimentos semi-sólidos Lahaye (2024). Os testes não destrutivos permitem o uso de amostras muito numerosas sem prejuízo pecuniário. Estas técnicas são rápidas, fáceis de instalar e permitem a avaliação contínua da textura em tempo real ou em linha. No entanto, os equipamentos necessários para estas medições não

destrutivas de avaliação da textura são extremamente caros e requerem conhecimentos avançados para os operar, o que frequentemente impede a sua ampla utilização em contexto real, mantendo-se a sua utilização restrita à investigação. Um exemplo disso é o impacto mecânico que desde há muito é usado para obter valores numéricos que possam relacionar textura /maturação sem nunca ter sido amplamente utilizado.

4. Caso de estudo

Trabalhos realizados ao longo de vários anos com frutos diversos, com realce para a uva de mesa, ameixa e melão, confirmam as afirmações exposta anteriormente: 1) a textura é determinante na avaliação da qualidade pelos consumidores, após o *flavour*; 2) a conjugação de testes instrumentais e da análise sensorial é a forma mais fiável de tomar decisões que visem a aceitação futura dos produtos em estudo.

Entre os vários trabalhos, a escolha recaiu num deles, realizado com diversos génotipos de framboesa e algumas variedades comerciais, que tinha como objetivo caracterizar o material vegetal em estudo para contribuir para a decisão dos melhoradores sobre quais os génotipos a manter no programa de melhoramento.

Na framboesa, a firmeza e a sua manutenção durante a vida útil são dois aspetos importantes na seleção dos novos génotipos. A elevada taxa respiratória, associada à perda de firmeza, perda de turgescência por perda de água, lesões mecânicas e frequente proliferação de fungos são, em simultâneo, causadores duma vida útil muito curta. São estimados grandes valores de Perdas e Desperdício (PDA) com consequentes perdas económicas e malefícios ambientais. Os valores de perdas e desperdício desde a colheita até à mesa do consumidor são estimados em mais de 40 %, sendo 14% das perdas desde o produtor até ao comércio grossista, 6 % daí até à venda a retalho e 22% até chegar ao consumidor (Pritts, s/d <http://www.plantgrower.org/uploads/6/5/5/4/65545169/rasprelfru.pdf>). A maioria destas perdas são causadas por deficiente manuseamento após a colheita.

A framboesa vermelha (*Rubus idaeus* L.) é um fruto múltiplo de drupas ou drupéolas, unidas à volta de um receptáculo (o carpóforo da flor), deixando quando da colheita um espaço central vazio. Cada drupéola tem uma semente endocárpica dura rodeada por um mesocarpo carnudo composto por células parenquimatosas túrgidas e de paredes finas e um exocarpo exterior com epiderme fina e pubescente. As drupéolas individualmente podem-se considerar como “*soft fruits*” nos quais a

resistência do epicarpo tem particular interesse e é definido pela integridade estrutural da parede celular e da lamela média, pela pressão osmótica das células e pelos mecanismos de ligação ou de rutura entre as células que constituem os tecidos vegetais. A coesão das drupéolas individuais resulta do emaranhamento de tricomas (pêlos epidérmicos unicelulares) que são mais abundantes na parte externa das drupéolas. As variedades comerciais apresentam uma variação considerável na firmeza do fruto e na coesão das drupéolas, com consequências evidentes na qualidade e no nível de perdas. Assim, a avaliação da textura tem em conta dois aspetos complementares: a coesão entre as drupéolas à volta da cavidade central do recetáculo e a resistência do exocarpo de cada uma das drupéolas.

Verifica-se a existência de um exíguo número de publicações sobre a avaliação de textura deste fruto, muito embora seja a textura apontada como uma das principais causas de perdas. A morfologia do fruto, com a complexidade inerente, tem dificultado o estabelecimento de métodos standard para a avaliação da textura (Hall & Stephens, 1999; Bañados *et al.*, 2002; Sousa *et al.*, 2006; Sousa *et al.*, 2007; Giongo *et al.*, 2018; Spasojević *et al.*, 2024)

Em dois anos consecutivos, 2021 e 2022, foram realizados na Universidade de Évora, sob orientação da candidata, testes exaustivos a diversos génotipos de framboesa, uns em estudo e outros correspondendo a variedades comerciais, que fazem parte dum programa de melhoramento conduzido pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV). A avaliação da textura era colocada como um fator de decisão determinante no programa. Foi realizada uma ampla avaliação instrumental e sensorial. Foram realizadas provas sensoriais descritivas quantitativas (PDQ), com painel treinado, com descritores de sabor (cor, doçura, acidez, *flavour*) e de textura detalhados e bem definidos (firmeza, consistência, suculência, coesão) e testes hedónicos (escala de cinco pontos) para saber da aceitabilidade e preferência relativamente aos génotipos candidatos a novas variedades. Simultaneamente, com recurso a Texturómetro (Analyser TA-Hdi - Stable Micro System, UK), foram realizados testes de punção com sonda agulha, testes de compressão com sonda de base plana com 10 cm de diâmetro e TPA (Texture Profile Analyser) com sonda de compressão com dois ciclos com 5 segundos de tempo de espera. Os resultados devidamente analisados deram informação sobre a aceitabilidade e preferências dos consumidores, e permitiram validar a afirmação anteriormente expressa que os provadores avaliam em primeiro lugar o *flavour* depois a textura. Para além da qualidade no consumo, neste fruto uma forte coesão entre as drupéolas é fundamental para que durante o manuseamento haja um valor baixo de perdas. A complexidade da avaliação de novos

genótipos obriga a decisões bastante controversas, mais consensuais quando fundamentadas nos resultados esclarecedores da análise sensorial.

VI. BIBLIOGRAFIA

Abbott, J.A. (2004). Textural quality assessment for fresh fruits and vegetables. *Quality of Fresh and Processed Foods*, 265–279. doi:10.1007/978-1-4419-9090-7_19

Abbott, J.A. (1999). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15, 207-225.

Agulheiro Santos, A.C. & Roseiro, C. (2012) Rheological properties of foods In: *Physical properties of foods: Novel measurement techniques and applications*. Ed. I. Arana (pp. 23-52). CRC Press Inc., Boca Raton, USA.

Agulheiro Santos, A.C., Ricardo-Rodrigues, S., Serranito, A., Luz, F. & Oliveira, P.B. (2021). Estudo da textura das drupéolas em diferentes genótipos de framboesa. *AGROTEC*, 38, março 2021, 74–78.

Agulheiro-Santos, A.C., Rato, A.E., Laranjo, M. & Gonçalves, C. (2014). *Consumers sensory evaluation of melon sweetness and quality*. EuroSense 2014, A Sense of Life. Copenhagen, Dinamarca.

Aires, F.D.C. (2023). *Contribuição para a avaliação de diferentes genótipos de framboesa (Rubus ideaus L.)*. Tese de mestrado, Engenharia Agronómica. Universidade de Évora, Portugal. https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/35237/1/Mestrado-Engenharia_Agronomica-Francisco_Dias_Duarte_Caeiro_Aires.pdf

Ares, G. & Jaegar, S.R. (2015). Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome. In: Delahue, J.; Lawlor, J.B.; Rogeaux, M. *Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods Applications in New Product Development and Consumer Research*. (pp 226- 245). Elsevier, Cambridge. UK.

Bañados, M.P., Zoffoli, J.P., Soto, A. & González, J. (2002). Fruit firmness and fruit retention strength in raspberry cultivars in Chile. *Acta Hortic.*, 585, 489-493. DOI:10.17660/ActaHortic.2002.585.78 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.585.78>

Barrangou, L.M., Drake, M., Daubert, C.R. & Foegeding, E.A. (2006). Textural properties of agarose gels. II. Relationships between rheological properties and sensory texture. *Food Hydrocolloids*, 20, (2–3), 196-203. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.03.013.

Bianchi, T., Guerrero, L., Gratacós-Cubarsí, M., Claret, A., Argyris, J., Garcia-Mas, J. & Hortós, M. (2016). Textural properties of different melon (*Cucumis melo* L.) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation. *Scientia Horticulturae*, 201, 46-56.

Bourne M.C. (2002). *Food texture and viscosity*. 2ª edição, Academic Press, New York, USA.

Bourne, M. C. (1980). Texture evaluation of horticultural crops. *HortScience*, 15, (1), 51 - 57

- Camps, C., Guillermin, P., Mauget, J.C., & Bertrand, D. (2005). Data analysis of penetrometric force/displacement curves for the characterization of whole apple fruits. *Journal of Texture Studies*, 36, 387-401.
- Corollaro, M., Gasperi, F., & Grappadelli, L. (2014). An overview of sensory quality of apple fruit. *Journal- American Pomological Society*, 68, 141-157.
- FAO. (9 fevereiro 2004). *FAO's Proposed Follow-up to the Report of the Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases* <https://www.fao.org/4/J1250e/J1250e00.htm>
- Ferreira, A.O., Agulheiro-Santos, A.C. Bernalte-García, M.J. & Ribeiro, G. (2007). Avaliação da qualidade da ameixa 'Rainha Cláudia verde': Métodos instrumentais vs avaliação sensorial. *Revista de Ciências Agrárias*, 30, 305-316.
- Foegeding, E.A., Daubert, C.R., Drake, M.A., Essick, G., Trulsson, M., Vinyard, C.J. & Van de Velde, F. (2011). A comprehensive approach to understanding textural properties of semi- and soft-solid foods. *Journal of Texture Studies*, 42, 103-129. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2011.00286.x>
- Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). (24/07/2024). Níveis de fome seguem persistentemente altos por três anos consecutivos, enquanto as crises globais se aprofundam. Relatório da ONU. <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1707863/>
- Gallardo, K., Kupferman, E. & Sater, C. (2009). *Characterizing fresh pear consumers purchasing patterns*. Washington State University Working Paper Series. Volume 13. Washington State University, Pullman, WA, USA.
- Giongo, L., Ajelli, M., Poncetta, P., García, M., Sambo, P. & Farneti, B. (2018). Raspberry texture mechanical profiling during fruit ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 149, 10.1016/j.postharvbio.2018.11.021.
- Giongo, L., Ajelli, M., Pottorff, M., Perkins-Veazie, P. & Iorizzo, M. (2022). Comparative multi-parameters approach to dissect texture subcomponents of highbush blueberry cultivars at harvest and postharvest. *Postharvest Biology and Technology*, 183, 111696. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111696>.
- Giongo, L., Poncetta, P., Loretto, P. & Costa, F. (2012). Texture profiling of blueberries (*Vaccinium spp.*) during fruit development, ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.09.004>.
- Gordon, A. (1967). Measurement of texture in heterogeneous-type foods. *B.F.M.I.R.A., Scientific and Technical Survey*, N. 50.
- Guillermin, P., Dupont, N., Le Morvan, C., Le Quére, J.-M., Langlais, C., & Mauget, J.C. (2006). Rheological and technological properties of two cidder apple cultivars. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 39, 995-1000.

- Gunness, P., Kravchuk, O., Nottingham, S.M., D'Arcy, B.R., & Gidley, M.J. (2009). Sensory analysis of individual strawberry fruit and comparison with instrumental analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 52, (2), 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.11.006>
- Hall, H.K. & Stephens, J.M. (1999). Fruit firmness in raspberries. *Acta Hort.*, 505, 93-100. DOI:10.17660/ActaHortic., 1999.505.11 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.505.11>
- Hendrik N.J.S., Kudrowitz, B.M. & Breuer, C. (2022). Food perception and aesthetics - linking sensory science to culinary practice. *Journal of Culinary Science & Technology*, 20, (4), 293-335. DOI: 10.1080/15428052.2020.1824833
- Hough, G., Langohr, K., Gómez, G., & Curia, A. (2003). Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. *Journal of Food Science*, 68, (1), 359-362. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.028>.
- ISO 11035:1994. (1994) *Sensory analysis — Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach*. 1ª edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 11132-1:2010. (2010). *Sensory analysis – Methodology- Guidelines for monitoring the performance of a quantitative sensorial panel*. 1ª Edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 21748:2017. (2017). *Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty evaluation*. 2ª Edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 5492: 1992. (1992). *Sensory analysis - Vocabulary*. 1ª Edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 5492: 2008. (2008). *Sensory analysis - Vocabulary*. 2ª Edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 5725-6:1994. (1994). *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 6: Use in practice of accuracy values*. 1ª Edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 6658:2017. (2017). *Sensory analysis – Methodology - General guidance*. 3ª edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 8586:2023 (2023). *Sensory analysis — Selection and training of sensory assessor*. 2ª Edição,. International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- ISO 8589: 2007. (2007). *Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms*. 2ª Edição, International Organization for Standardization. Geneve, Suíça.
- Kramer, A., & Twig, B.A. (1966). *Fundamentals of quality control for the food industry*, 2ª ed., The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.

Lahaye, M. (2024). Texture of vegetables and fruit. In: Rosenthal, A., Chen, J. (eds) *Food texturology: measurement and perception of food textural properties*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-41900-3_13

Lawless H.T., & Heymann H. (2010). Physiological and psychological foundations of sensory function. *Sensory evaluation of foods: Principles and practices*. 2ª ed. Springer. New York, USA. (pp. 19-56). <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>

Liu, Y.-X., Cao, M.-J., & Liu, G.-M. (2019). Texture analyzers for food quality evaluation. In: J. Zhong & X. Wang (Eds.), *Evaluation technologies for food quality*. 1ª Edição, Woodhead Publishing, United Kingdom, (pp. 441–463). DOI: 10.1016/B978-0-12-814217-2.00017-2.

Matz, S.A. (1962). *Food texture*. AVI Publish Company. United Kingdom.

Meilgaard, M., Civille, G.V. & Carr, B.T. (1991) *Sensory Evaluation Techniques*. 2nd Edition, CRC Press Inc., Boca Raton, USA.

Mohsenin, N.N. (1977). Characterization and failure in solid foods with particular reference to fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*, 8, 169-193.

Muller H.G. (1969). Mechanical properties, rheology, and haptesthesia of food. *J Texture Stud.*, 1, (1), 38-42. doi: 10.1111/j.1745-4603.1969.tb00954.x. PMID: 28371998.

Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) & Organização Mundial de Saúde (OMS). (27 janeiro 2025). *Novo Relatório da ONU: 74% dos países da América Latina e do Caribe têm alta exposição a eventos climáticos extremos, afetando a segurança alimentar*. <https://www.paho.org/pt/noticias/27-1-2025-novo-relatorio-da-onu-74-dos-paises-da-america-latina-e-do-caribe-tem-alta>

Peleg M. (2019). The instrumental texture profile analysis revisited. *J Texture Stud.*, 50, (5), 362-368. doi: 10.1111/jtxs.12392.

Pintado, C.J.M. (2012). *Utilización de atmósferas modificadas en el almacenamiento frigorífico de uva de mesa*. Tese de doutoramento. Universidade da Extremadura, Espanha. <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=DTwi0XwTm1k%3D>

Pirovani, M.E., Güemes, D.R., Piagentini, A.M., & Di Pentima, J.H. (1994). Determinación de la textura de aguacates (*Persea americana* Mill.) mediante ensayos de penetración. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 34, 77-89.

Pritts, M. (s/d). *Raspberries and related fruit*. Department of Horticulture, Cornell University's College of Agriculture and Life Sciences, Ithaca, NY 14853 (www.fruit.cornell.edu). <http://www.plantgrower.org/uploads/6/5/5/4/65545169/rasprelfru.pdf>

Saladié M., Matas A.J., Isaacson T., Jenks M.A., Goodwin S.M., Niklas K.J., Xiaolin R., Labavitch J.M., Shackel K.A., Fernie A.R., Lytovchenko A., O'Neill M.A., Watkins C.B., & Rose J.K. (2007). A reevaluation of the key factors that influence tomato fruit softening and integrity. *Plant Physiol.*, 144, (2), 1012-28. doi: 10.1104/pp.107.097477.

Sousa M.B., Curado T., Negrão e Vasconcellos F., & Trigo M.J. (2007). *Framboesa – Qualidade pós-colheita*. Ed. Projeto PO AGRO DE&D Nº 556. Folhas de divulgação AGRO 556 nº 6. MADRP, Lisboa.

Sousa, M.B., Canet, W., Alvarez, M.D., & Tortosa, M.T. (2006). Effect of processing on the texture and structure of raspberry (cv. Heritage) and blackberry (cv. Thornfree). *Eur Food Res Technol.*, 223, 517–532. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0232-6>

Spasojević, S., Maksimović, V., Milosavljević, D., Djekić, I., Radivojević, D., Sredojević, A., & Milivojević, J. (2024) Variation in chemical, textural and sensorial traits among remontant red raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars maintained in a double-cropping system. *Plants*, 13, 3382. <https://doi.org/10.3390/plants13233382>

Sui, Zhongquan 隋中泉. (2008). *The mechanical properties of starchy foods in relation to texture and digestibility*. Tese doutoramento. University of Hong Kong <http://sunzi.lib.hku.hk/hkuto/record/B39557753>

Szczesniak, A., & Kahn, E.L. (1984). Texture contrasts and combinations: A valued consumer attribute. *Journal of Texture Studies*, 15, (3), 285-301. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1984.tb00385.x>

Szczesniak, A.S. (1963). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, (4), 385-389. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x>

Szczesniak, A.S. (1971). Consumer awareness of texture and of other food attributes, II. *Journal of Texture Studies*, 2, (2), 196-206. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1971.tb00581.x>

Szczesniak, A.S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.

Szczesniak, A.S., & Kahn, E.L. (1971). Consumer awareness of and attitudes to food texture. *Journal of Texture Studies*, 2, (3), 280-295. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1971.tb01005.x>

Szczesniak, A.S., & Kleyn, D.H. (1963) Consumer awareness of texture and of other food attributes. *Food Technology*, 17, 74-77.

Toivonen, P. & Brummell, D. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 1-14. [10.1016/j.postharvbio.2007.09.004](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.004).

Voisey, P.W. (1977). Examination of operational aspects of fruit pressure tests. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 10, (4), 284-294, [https://doi.org/10.1016/S0315-5463\(77\)73550-3](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(77)73550-3).

World Health Organization (WHO). (9 agosto 2003). *Increasing fruit and vegetable consumption to reduce the risk of noncommunicable diseases*. <https://www.who.int/tools/elena/interventions/fruit-vegetables-ncds>

World Health Organization (WHO). (7 maio 2025). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>