



Estudo da **textura das drupéolas** em diferentes genótipos de **framboesa**

ANA CRISTINA AGULHEIRO-SANTOS¹, SARA RICARDO-RODRIGUES², AGOSTINHO SERRANITO², FRANCISCO LUZ^{3,4}, PEDRO BRÁS DE OLIVEIRA⁴

¹ Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development (MED) & Departamento de Fitotecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora

² Instituto de Investigação e Formação Avançada (IIFA), Universidade de Évora

³ BeiraBaga – Herdade Experimental da Fataca

⁴ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, UEIS-SAFSV (INIAV, I.P.)



RESUMO

A framboesa é um fruto múltiplo de drupas, designadas drupéolas, unidas em volta do receptáculo. Esta constituição morfológica dificulta a avaliação da textura, muitas vezes determinada através de teste de penetração com sonda de 4 mm em fruto inteiro, sendo que os resultados não explicam as observações práticas nem se correlacionam com a avaliação sensorial (Sousa *et al.*, 2007, Giongo *et al.*, 2019). Neste estudo pretende-se desenvolver um teste de textura que permita avaliar o epicarpo das drupéolas individualmente, quando sujeitas a uma punção, obtendo informação válida para a seleção das cultivares mais resistentes. Este método revelou-se exequível, sensível às diferenças e os resultados não são influenciados pela cavidade do receptáculo. Observaram-se diferenças significativas entre os frutos dos diferentes genótipos quanto aos parâmetros de

firmeza e deformação, sendo o genótipo 8F471 indicado para a obtenção de framboesas mais firmes, resistentes ao manuseamento e à abrasão e o genótipo 8F593 pouco promissor.

Palavras-chave: firmeza, punção, deformação, turgescência, epicarpo.

ABSTRACT

The raspberry is a multiple fruit of drupelets, united around the receptacle. This morphological constitution makes it difficult to evaluate the texture, often evaluated through penetration test with a 4 mm probe on whole fruit, and the results do not explain the practical observations nor correlate with the sensory evaluation (Sousa *et al.*, 2007; Giongo *et al.*, 2019). The goal of this work is to develop a texture test that allows to evaluate the epicarp of the drupelets individually, through a puncture test, obtaining valid information for the selection of the most resistant

cultivars. This method proved to be feasible, sensitive to differences and the results are not influenced by receptacle cavity. Significant differences were observed between the fruits of the different genotypes for the parameters of firmness and deformation. The genotype 8F471 must be indicated for obtaining firmer raspberries, resistant to handling, and to abrasion and the genotype 8F593 was not very promising considering those characteristics.

Keywords: firmness, puncture, deformation, turgor, epicarp.

INTRODUÇÃO

A framboesa é classificada como um fruto múltiplo de drupas ou drupéolas, unidas à volta de um receptáculo comum. Esta constituição morfológica dificulta a medição objetiva da textura, já que para a sua avaliação tem que se ter em conta a textura do fruto múltiplo no seu conjunto, considerando a coesão entre as drupéolas e a cavidade central do receptáculo, mas também a textura de cada uma das drupéolas com realce para a resistência do epicarpo. Segundo Sousa *et al.* (2006) a resistência mecânica da framboesa é resultado de várias componentes, entre elas o peso do fruto, o número e dimensão das drupéolas, a forma e profundidade da cavidade do receptáculo e a área de contacto entre as drupéolas. Estes frutos

apresentam um curto período de vida pós-colheita, devido à sua fragilidade e elevada taxa de respiração (100 ml CO₂/kg.hr à temperatura ambiente), rápida perda de firmeza, lesões mecânicas, perda de água e deterioração por proliferação de fungos (Vicente *et al.*, 2007). A perda de firmeza é um dos fatores limitantes na sua vida útil. Justifica-se assim que a elevada firmeza e o aumento da vida útil sejam dois importantes aspetos na seleção dos novos genótipos.

«No caso da framboesa a dificuldade inerente à morfologia destes frutos tem impedido o estabelecimento de métodos *standard* de avaliação de textura»

Os frutos têm um comportamento viscoelástico quando sujeito a uma carga, de modo que a força, a deformação e o tempo determinam o seu comportamento reológico (Bourne, 1982). Entre os testes empíricos usados em frutos estão a compressão, o corte e a penetração. Nos testes de penetração, a resistência oferecida ao avanço da sonda, geralmente cilíndrica, resulta de uma combinação de forças de compressão e de corte, (Bourne, 1965; Pirovani *et al.*, 1994). Os testes de penetração são sem dúvida os mais utilizados, com sondas *standard* com 8 ou 11 mm de diâmetro ou com outros diâmetros, ainda menores (Camps *et al.*, 2005; Guillermin *et al.*, 2006).

No caso da framboesa a dificuldade inerente à morfologia destes frutos tem impedido o estabelecimento de métodos *standard* de avaliação de textura.

Muitas vezes recorre-se a uma avaliação bastante simplista, com leitura única de um parâmetro de firmeza, obtido como o valor de força máxima necessária para penetração da sonda nos tecidos do fruto. Na persecução do conhecimento sobre a textura da framboesa, Giongo *et al.* (2019), realizaram um estudo comparativo entre testes de penetração com sonda de 4 mm de diâmetro, em 29 cultivares, e teste de compressão com sonda plana, em 24 cultivares. Verificaram que algumas cultivares, tais como 'Amira', 'Regina', e 'Heritage', eram muito firmes à colheita, mas esses valores diminuía drasticamente à medida que o processo de maturação avançava. Outras cultivares, como 'Versailles' e 'Kweli', eram mais estáveis durante a maturação, embora a firmeza inicial fosse menor. Em mirtilo os mesmos autores (Giongo *et al.*, 2017) afirmaram que a firmeza tem controlo genético, pelo que se pode supor que assim seja também na framboesa. Concluíram ainda que as duas metodologias, em simultâneo, permitiram obter uma caracterização de textura mais fiável. Também o recurso a outros parâmetros, para além da firmeza, se revelou ser de grande utilidade, nomeadamente o módulo de *Young*, que pode ser informativo sobre a suscetibilidade a danos externos causados por deformação mecânica. Neste trabalho a framboesa foi caracterizada por um módulo de *Young* muito baixo, com diferenças significativas entre genótipos e fases de maturação.

Sousa *et al.* (2007), num trabalho realizado com framboesas frescas e congeladas, indicaram que a avaliação da framboesa deveria ser sempre feita recorrendo a amostras múltiplas, e assim realizaram testes com *Kramer Shear Cell*; testes de extrusão com sonda de 90 mm de diâmetro para penetrar num cilindro de 100 mm de diâmetro; testes de compressão com sonda plana de 90 mm de diâmetro e teste de penetração múltipla, com uma sonda múltipla. Concluíram que para framboesa os parâmetros do teste de penetração múltipla relativos à força máxima (FMP) e gradiente (SMP) foram os que melhor refletiram as alterações que ocorrem na firmeza e turgescência dos frutos, mesmo quando sujeito ao processo de congelação. A FMP parece ser

o parâmetro mais adequado para avaliar a firmeza de frutos frescos, tendo a vantagem adicional de ser independente do peso da amostra. Contudo, estes estudos não consideram a suscetibilidade à abrasão que algumas cultivares exibem, devido à pouca resistência da epiderme de cada uma das drupéolas. A integridade estrutural da parede celular e da lamela média, a pressão osmótica das células e os mecanismos de ligação e de rutura entre as células que constituem os tecidos vegetais são os principais responsáveis pela resistência apresentada pelos vegetais, com ênfase para o epicarpo nos designados "*soft fruits*", entre os quais se encontram as framboesas.

Este estudo tem como objetivo aplicar um teste de textura em framboesa, que permita avaliar o comportamento das drupéolas individualmente, e do seu epicarpo, para ser utilizado na seleção das cultivares mais resistentes.

«A realização de testes de punção como o testado, com a framboesa cortada, apresenta a vantagem de os resultados não serem influenciados pela cavidade do recetáculo»

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um teste destrutivo de penetração, com recurso a um texturómetro TA.HD.Plus (*Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK*), utilizando-se uma sonda agulha (*Needle probe P/N*), e conduziu-se o teste até 3 mm de deformação. A célula de carga usada foi de 5 kg, a velocidade do teste $1\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$. As curvas obtidas de força/deformação são gravadas e recorrendo ao *software Texture Exponent 32* versão 5.1.1.0., retiraram-se os valores de Força Máxima (FMax, N) quando ocorre a ruptura do epicarpo, no limite elástico, entendido como firmeza do epicarpo; deformação (D, mm) verificada quando é atingida a força máxima, e gradiente (Grad , Nmm^{-1}) entendido como FMax/D , valor aproximado ao módulo de *Young*.

As framboesas foram colhidas, devidamente acondicionadas em caixas isotérmicas e transportadas para o Laboratório de Tecnologia e Pós-colheita do Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento na Universidade de Évora. Os frutos eram provenientes da Herdade Experimental da Fataca e faziam parte do projeto de melhoramento de framboesas protocolado entre o INIAV, I.P.

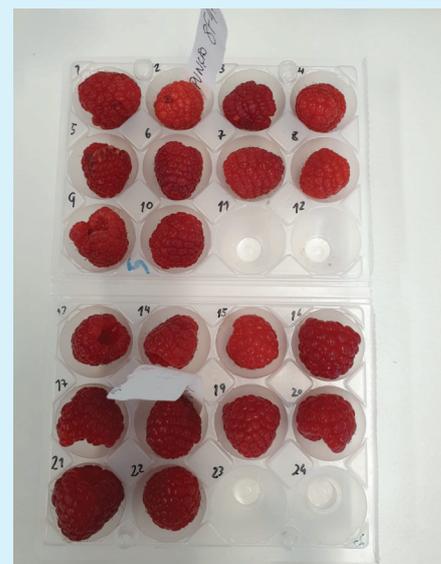


FIGURA 1. Aspetto das framboesas do genótipo 8F471 numeradas para realização de teste de punção.

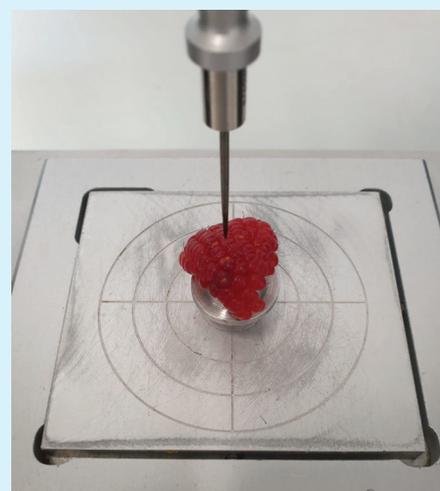


FIGURA 2. Aspetto de pormenor da amostra de framboesa colocada sobre uma superfície convexa durante a realização de punção com sonda agulha numa única drupéola.

e a empresa BeiraBaga. Foram testados quatro genótipos 3FA216, 8F267, 8F471, 8F593, sendo 126 o número total de frutos usados. Cada fruto era cortado pelo seu diâmetro longitudinal, colocado numa base de forma semiesférica, com um raio de curvatura semelhante ao da cavidade do recetáculo, permitindo um bom ajustamento à superfície e evitando a assim a sua interferência no teste. Esta preparação permitia realizar a punção diretamente e com precisão numa única drupéola.

O tratamento dos dados obtidos consistiu numa Análise de variância (ANOVA), para um nível de significância de 0,05, considerando um único fator (genótipo), sendo realizado o teste de comparação de médias de *Tukey* para as variáveis que revelaram diferenças significativas. Foi usado o programa STATISTICA 7.

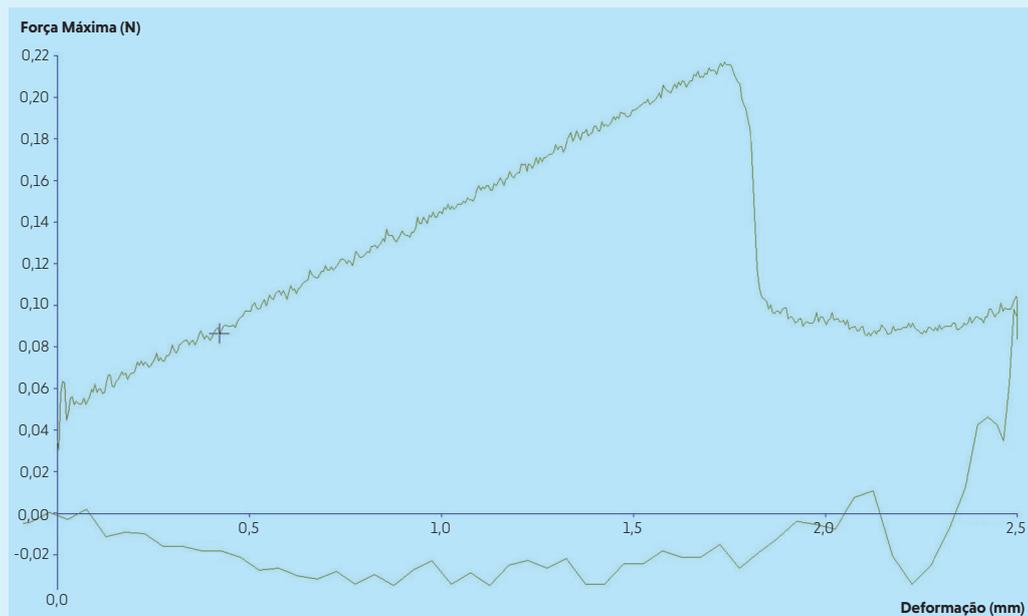


FIGURA 3. Curva força/deformação obtida durante um teste de punção com sonda P/N em framboesas. Marcação da força máxima e deformação no ponto no qual ocorre ruptura dos tecidos do epicarpo.



FIGURA 4. Representação da deformação observada à ruptura dos tecidos do epicarpo, definido como firmeza do epicarpo (N), para os diferentes genótipos.

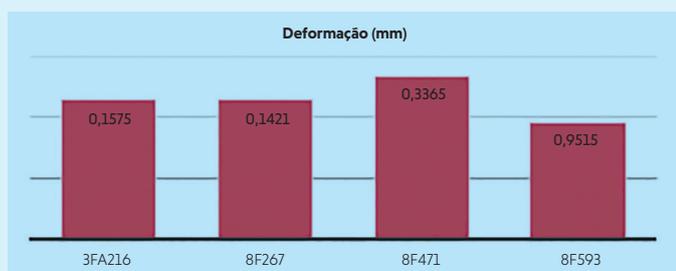


FIGURA 5. Representação da deformação observada à ruptura dos tecidos do epicarpo (mm), para os diferentes genótipos.

TABELA 1. Média e desvio padrão para os parâmetros de textura em estudo: Força Máxima (N), Gradiente (Nmm⁻¹) e Deformação (mm).

| Fator | Força Máxima | | Gradiente | | Deformação | |
|--------|--------------|---------------|-----------|---------------|------------|---------------|
| | Média | Desvio padrão | Média | Desvio padrão | Média | Desvio padrão |
| 3FA216 | 0,1328 bc | 0,0440 | 0,1253 | 0,0427 | 1,1575 | 0,4306 |
| 8F267 | 0,1550 abc | 0,0497 | 0,1419 | 0,0285 | 1,1421 | 0,4331 |
| 8F471 | 0,1718 a | 0,0563 | 0,1346 | 0,0350 | 1,3365 | 0,4681 |
| 8F593 | 0,1216 c | 0,0317 | 0,1322 | 0,0174 | 0,9515 | 0,3406 |

Letras minúsculas diferentes referem valores significativamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey para Força máxima para $p < 0,05$.

TABELA 2. Resultados da ANOVA, para $p < 0,05$ para os parâmetros em estudo: Força Máxima (N), Gradiente (Nmm⁻¹) e Deformação (mm).

| Parâmetros | F | p |
|--------------|--------|--------|
| Força Máxima | 4,4729 | 0,0051 |
| Gradiente | 1,305 | 0,2759 |
| Deformação | 2,8892 | 0,0383 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do teste de punção numa única drupéola (Figuras 1 e 2) em cada framboesa permitiu a obtenção das curvas força/formação inicialmente lineares, o que indica uma deformação elástica (Figura 3). O ponto no qual ocorre destruição dos tecidos do epicarpo, corresponde ao valor mais elevado de firmeza, ponto de rutura, após o que se observa uma diminuição da força necessária para penetrar o mesocarpo da drupéola (Bourne, 1965; Segade *et al.* 2008; Ricardo-Rodrigues, 2016).

Observaram-se diferenças nas médias para os diferentes genótipos (Figura 4 e 5), sendo a deformação o parâmetro que mostrou maiores valores de desvio padrão (Tabela 1). As framboesas do genótipo 8F471 apresentaram os valores mais elevados de firmeza, com uma média de 0,1718 N, significativamente diferente dos frutos dos genótipos 3FA216 e 8F593, sendo este último o que apresentou menor firmeza com 0,1216 N. O genótipo 8F267 apresentou um valor de firmeza intermédio não se distinguindo de nenhum dos

outros. Também Giongo *et al.* (2019) observaram diferenças de firmeza nas framboesas de diferentes genótipos, mediante teste de penetração, embora com uma metodologia diferente. A não existência de estudos de textura realizados em framboesa, com o objetivo de avaliar as drupéolas de forma individualizada, impede a comparação dos resultados obtidos, sendo o trabalho de Salgado & Clark (2016) em amoras o único encontrado com uma metodologia semelhante.

Os frutos do genótipo 8F471 foram de forma evidente os que apresentaram maiores valores de deformação à rutura, 1,3365 mm, o que pode significar que a maleabilidade do seu epicarpo lhes poderá conferir maior resistência a danos mecânico e menores perdas por abrasão. Já os frutos do genótipo 8F593 apresentaram os valores mais baixos de deformação, 0,9515 mm, ou seja, a rutura ocorria a uma pequena deformação do epicarpo; note-se que existe uma coincidência já que também são estes frutos os que apresentam valores de firmeza mais baixos, sendo assim apontado como um genótipo pouco promissor no que respeita aos aspetos de textura e resistência ao manuseamento. Por outro lado, o genótipo 8F471 parece ser bastante interessante porque apresenta em simultâneo os maiores valores de deformação à rutura e de firmeza.

Os resultados da análise de variância, quer para a firmeza do epicarpo ($F=4,4729$ $p=0,0051$), quer para a deformação à qual ocorria a rutura ($F=2,8892$ $p=0,0383$), permitiram comprovar essas diferenças indicando-as como diferenças significativas para $p < 0,05$, entre os genótipos em estudo, enquanto que o gradiente não revelou diferenças significativas para os genótipos

(Tabela 2). Sousa *et al.* (2007) também afirmaram que a força máxima de penetração múltipla era o parâmetro que melhor avaliava a firmeza de framboesas frescas. Corroboramos também as observações clássicas de Bourne (1965) e Mohsenin (1977), que referem que os parâmetros reológicos que melhor se correlacionam com a suscetibilidade a danos são medidos quando são aplicadas forças ou deformações que produzem a rutura dos tecidos dos frutos, sendo a força máxima um parâmetro adequado para avaliar de forma fiável o comportamento reológico dos frutos.

Considerando ainda que a turgidez é de facto a característica maioritariamente responsável para o grau final de firmeza, como observou em cerejas Alonso *et al.* (1994),

fica em aberto a possibilidade de a deformação ser um parâmetro promissor para uma avaliação indireta da turgidez. Lembre-se que sob o ponto de vista sensorial a turgidez correlaciona-se com o atributo crocância que muito agrada aos consumidores de pequenos frutos.

CONCLUSÕES

Podemos afirmar que este método de avaliação da textura de cada drupéola individualmente é exequível, num período de tempo aceitável em avaliações pós-colheita. A realização de testes de punção como o testado, com a framboesa cortada, apresenta a vantagem de os resultados não serem influenciados pela cavidade do recetáculo. Verificou-se a sensibilidade do método, nomeadamente no

que respeita aos parâmetros de firmeza e deformação, já que se observaram diferenças significativas entre os frutos dos diferentes genótipos. Já o gradiente, referido por outros autores, não apresentou diferenças significativas neste estudo.

Considerando que a seleção de genótipos tem em conta quer as características de textura intrínsecas nas framboesas recém colhidas, quer as alterações sentidas durante a conservação, impõe-se dar resposta objetiva sobre a textura dos genótipos em estudo neste projeto. Assim, as drupéolas constituintes dos frutos do genótipo 8F471 apresentaram valores de firmeza e de deformação mais elevados, o que leva a indicar este genótipo para obtenção de framboesas mais firmes,

resistentes ao manuseamento e à abrasão. As framboesas do genótipo 8F593 apresentaram valores baixos de firmeza e deformação das suas drupéolas, o que leva a apontá-las como pouco promissoras no que respeita à ocorrência de danos durante a colheita, embalagem e transporte e mesmo à qualidade de textura inicial. Futuros trabalhos deverão incidir na avaliação da textura em frutos frescos, considerando a variabilidade inerente às diferentes condições climáticas nos vários anos, e também avaliar o comportamento das framboesas dos genótipos em estudo ao longo do período de conservação. [↗](#)

BIBLIOGRAFIA

Aceda à bibliografia do artigo no portal online da Agrotec.



PUB



COTESI - Um Mundo nos Agrotêxteis

A utilização não agrícola do vidro pode ser datada até ao antigo Egipto, mais tarde e na idade média o vidro era usado para guardar líquidos e em janelas de edifícios públicos. No século XII foram produzidos vidros de cores intensas, usados nos vitrais das igrejas, estes vidros deixavam entrar a luz modificada, criando um ambiente especial dentro das mesmas. Na agricultura, a evolução foi paralela, sendo vidro translucido usado para produzir flores no norte da Europa em estufas viradas a sul, há cerca de setecentos anos, técnica eventualmente aperfeiçoada pelos Holandeses para produzir flores e bens hortícolas.

Se pensarmos que atualmente estufas e sistemas de proteção com redes técnicas cobrem grande parte da área de fruta, hortícolas e flores, percebemos que a utilização de plástico que derivou da utilização do vidro, induziu ganhos e especialização e otimização da produção a um nível mundial. Através da utilização do plástico e redes foi possível produzir mais, melhor e em contraciclo.

Recentes crises e constrangimentos fazem-nos perceber também a importância de as produções não serem concentradas em regiões ou zonas, convém distribuir a produção evitando assim efeitos de garrafão no caso de crises ou constrangimentos. Aqui os agrotêxteis voltam a ter uma importância pois permitem produzir em zonas diversas e não necessariamente concentrar a produção numa só região. Poder produzir laranjas, abacates ou frutos secos com menos herbicida e eliminando totalmente a utilização de herbicidas na linha combinada com enrelvamento podemos regar menos, reduzindo drasticamente os produtos fitofarmacêuticos aplicados nessa parcela resultando numa mais-valia para o produtor, mas também para o a sociedade em geral. Da mesma forma produzir mirtilos, framboesas ou uva de mesa, sem riscos associados a fenómenos inesperados e numa janela temporal mais alargada é um benefício para o agricultor e também para o mercado.



O número de explorações agrícolas em modo biológico triplicou nos últimos 10 anos e pensamos que esta tendência deverá continuar a sentir-se aliada ao crescimento das áreas de culturas permanentes onde as telas de solo irão certamente desempenhar o seu papel. A área das hortícolas e fruta tem aumentado também, bem como as áreas de regadio. Assim, seja na vinha, nos citrinos, nos diversos pomares ou olivais ou em qualquer outro sistema agrícola, a Cotesi está alinhada com esta agricultura que aí vem e apresenta uma gama que se enquadra em todos os modos de produção, estes que devem ser e são prioritários em Portugal mas também em todo o mundo.

Continuamos ano após ano presentes e dinâmicos junto do sector, com soluções para todas as agriculturas!

Propomos um serviço diferenciado, estudamos com os nossos clientes soluções que fazem sentido. Desenvolvemos constantemente produtos que se incorporem da melhor forma no ambiente, projetos agrícolas sustentáveis e que permitam aos nossos clientes o retorno do investimento que esperavam.

Autoria: António Martins e Rui Marques

COTESI
Companhia de Têxteis Sintéticos, S.A.
Av. do Mosteiro, 486
4415-493 Grijó – Portugal



T. (+351) 227 476 500
F. (+351) 227 646 575
E. geral@cotesi.com
Saiba mais em www.cotesi.com

