

Avaliação sensorial e reológica de diferentes cultivares de abacaxi

RESUMO

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

patriciaaparecidapimentapereira@yahoo.com.br

<http://orcid.org/0000-0002-6774-7884>

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Ester Alice Ferreira

ferreira_ea@hotmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-9970-6577>

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional do Sul de Minas, Campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Taísa Rezende Teixeira

taisart@yahoo.com.br

<http://orcid.org/0000-0001-8569-0087>

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional do Sul de Minas, Campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Andressa Alvarenga Silva

andressa_ufia@hotmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-9142-3073>

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

evbvboas@dca.ufia.br

<http://orcid.org/0000-0002-0252-695X>

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Fabiana Queiroz

fqueiroz@dca.ufia.br

<http://orcid.org/0000-0003-3708-2161>

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

O abacaxi é uma fruta muito apreciada pelo seu sabor, suculência e textura. Entretanto, a susceptibilidade das cultivares comerciais ao fungo, causador da fusariose, tem limitado a expansão da abacaxicultura. Com isso, os programas de melhoramento genético vêm desenvolvendo novas cultivares com o intuito de superar essa dificuldade fitossanitária. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente a aceitabilidade e as propriedades reológicas das novas cultivares de abacaxi: 'Imperial', 'Vitória', 'IAC Fantástico' e 'Gomo de mel', com as cultivares tradicionais já conhecidas do produtor e do consumidor: 'Pérola' e 'Smooth Cayenne'. Para isso foram realizados teste de aceitação e análises reológicas (perfil de textura, relaxação de tensão e compressão uniaxial) das referidas cultivares e os resultados foram avaliados por teste de média, mapa de preferência interno, análise dos componentes principais e correlação de Pearson. Os resultados deste trabalho permitem inferir que as novas cultivares em estudo apresentaram diferenças sensoriais e reológicas em relação as mais plantadas e comercializadas, sendo que, dentre as novas cultivares, a Vitória apresentou maior potencial de comercialização devido a sua maior aceitabilidade, inclusive em relação as cultivares Pérola e Smooth Cayenne. Já a cultivar Imperial possui pouca viabilidade comercial para o consumo *in natura*, uma vez que, apresentou maior dureza e rigidez, sendo mais resistente à mastigação, influenciando negativamente na sua aceitabilidade. Já as cultivares IAC Fantástico e Gomo de mel apresentaram com características intermediárias entre as cultivares Vitória e Imperial.

PALAVRAS-CHAVE: *Ananas comosus*; fusariose; aceitabilidade; perfil de textura; relaxação de tensão; compressão uniaxial.

INTRODUÇÃO

O abacaxi é uma fruta não climatérica, muito apreciado pelo seu sabor, suculência, textura e elevado teor de vitamina C e fibras (Paull; Chen, 2003; Benítez *et al.*, 2012). É consumido *in natura*, na forma de sucos, refrescos, xaropes, enlatado, congelado, em calda, cristalizado, em forma de passa e pickles, sendo utilizado na confecção de doces, sorvetes, cremes, balas e bolos, entre outros (Crestani *et al.*, 2010).

O Brasil é grande consumidor e um dos maiores produtores mundiais de abacaxi, sendo 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' as cultivares mais plantadas (LSPA, 2017). Entretanto, a susceptibilidade destas cultivares ao fungo, causador da fusariose, tem limitado a expansão da abacaxicultura. Com isso, os programas de melhoramento genético vêm desenvolvendo novas cultivares com o intuito de superar essa dificuldade fitossanitária, e como resultado foram lançadas as cultivares 'Imperial', pela EMBRAPA CNPMF; a cultivar 'Vitória', pelo INAPER e a 'IAC Fantástico', lançado pelo IACI (Mapa, 2004; Incaper, 2006; IAC, 2010). Além da resistência à fusariose, essas novas cultivares apresentam altos teores de açúcares, polpa amarela e excelente sabor (Berilli *et al.*, 2011).

A cultivar 'Gomo de Mel, ou abacaxi de 'Gomo', proveniente da China, foi introduzida no Brasil em 1991, como provável resultante de cruzamento natural e foi incorporada ao banco de germoplasma de abacaxizeiros do Instituto Agrônomo, em Campinas (Usberti Filho, 1999). Embora não seja resistente a fusariose, essa cultivar apresenta a singularidade de seus frutinhos serem menos fortemente soldados entre si, ao contrário do que ocorre em outras cultivares, e podem ser destacados como gomos, no fruto maduro.

Embora seja importante uma cultivar apresentar diferencial para cultivo e manejo, a aceitação por parte do consumidor definirá seu plantio. Nesse contexto, a avaliação sensorial correlacionada com as características físicas do produto, são as principais ferramentas utilizadas na determinação da aceitabilidade do consumidor uma vez que possibilitam a obtenção de informações importantes, refletindo a preferência do consumidor a determinado produto. No caso das cultivares de abacaxis, alguns ensaios foram realizados comparando atributos sensoriais entre diferentes cultivares em diferentes situações (Cunha *et al.*, 2007; Brito *et al.*, 2008; Berilli, 2011). Entretanto, não há relatos na literatura científica envolvendo avaliações sensoriais e reológicas comparativas e sua correlação entre as novas cultivares 'Imperial', 'Vitória', 'IAC Fantástico' e 'Gomo de mel' e as tradicionais 'Pérola' e 'Smooth Cayenne', sendo este o objetivo deste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Foram utilizados frutos de seis cultivares de abacaxi: 'Smooth Cayenne', 'Pérola', 'Imperial', 'Vitória', 'Gomo de mel' e 'IAC Fantástico' provenientes do ensaio de comparação de cultivares instalado no Triângulo Mineiro, no município de Canápolis. O referido município está situado a 19° 39'19" S e 47° 57'27" W numa altitude 795 m. Possui pluviosidade média anual de 1600 mm, temperatura média

anual de 22,6 °C e umidade relativa do ar média de 68%. O clima é classificado como AW, tropical quente, segundo a classificação de Köppen.

Os frutos foram colhidos ao acaso em cada um dos quatro blocos da parcela experimental e foram imediatamente transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutos da Universidade Federal de Lavras, onde foram lavados, sanitizados em solução com hipoclorito de sódio a 2,5% e, em seguida, armazenados em câmara fria a temperatura de 10 °C. A avaliação foi realizada 2 dias após a colheita.

AValiação Sensorial

Para avaliação sensorial, foram selecionados frutos de cada uma das cultivares em estudo buscando semelhança de tamanho e grau de maturação. As amostras foram cortadas em paralelepípedos medindo 2 cm e distribuídos em copos descartáveis de 50 mL e codificados com três dígitos em uma ordem balanceada (Wakeling; Macfie, 1995).

O teste de aceitação, em relação aos atributos cor, textura, sabor, doçura e impressão global, foi conduzido em laboratório, em cabines individuais, sob luz branca, com 100 consumidores de abacaxi (foi realizado um recrutamento por meio de questionário) utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos (1= desgostei extremamente a 9= gostei extremamente) (Stone; Sidel, 1985).

AValiação Reológica

Todos os testes foram realizados em texturômetro Stable Micro Systems Modelo TA - XT2i (Goldaming, England).

As análises dos perfis de textura (TPA) foram realizadas nas seguintes condições: velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s, velocidade de teste de 1,0 mm/s e velocidade de pós teste de 1,0 mm/s com porcentagem de compressão de 30,0% por uma sonda cilíndrica de alumínio de 7,0 cm. Os parâmetros analisados foram: dureza, coesividade e gomosidade. O teste foi realizado em quintuplicata.

Fez-se também o teste de relaxação de tensão utilizando-se uma probe cilíndrica de 7,0 cm de diâmetro a qual foi lubrificada com o objetivo de se eliminar a influência do atrito, entre a amostra e o equipamento. As amostras foram cortadas em forma cilíndrica com diâmetro de 2,0 cm e altura de 2,0 cm. Estas foram comprimidas até 5,0% de deformação com uma velocidade de 1,0 mm/s e esta deformação foi mantida constante por 10,0 minutos. Durante esse tempo foi registrada a relaxação da tensão numa taxa de 1 medida por segundo. O teste foi realizado em quintuplicata. Para determinar as constantes do modelo de Peleg foi realizada a regressão não linear no programa SAS *for Windows*, versão 5.0.

No modelo de Peleg os dados da relaxação de tensão podem ser interpretados por dados da tensão normalizada versus o tempo, conforme a Equação 1 (Peleg; Normand, 1983).

$$\frac{\sigma_0 t}{\sigma_0 - \sigma(t)} = k_1 + k_2 t$$

(Equação 1)

Onde $\sigma(t)$ é a tensão em qualquer tempo durante o teste, σ_0 é a tensão inicial, e k_1 e k_2 são constantes. O inverso de k_1 representa a taxa de decaimento inicial enquanto que o inverso de k_2 é o valor hipotético da força assintótica normalizada que permanece sem relaxar (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2009; Tang *et al.*, 1998).

O teste de compressão uniaxial foi realizado utilizando-se uma probe cilíndrica de 7,0 cm de diâmetro. As amostras de doce foram cortadas em forma cilíndrica com diâmetro de 2,0 cm e altura de 2,0 cm. Estes foram comprimidos até 80,0% de deformação com uma velocidade de 1,0 mm/s. Dos dados da força versus tempo foram calculadas a tensão (σ) e a deformação (ε) por meio das Equações 2 e 3 (Hamann, 1983; Hernández *et al.*, 1999; Bayarri *et al.*, 2003; Bayarri *et al.*, 2007).

$$\sigma = F \left(\frac{h_0 - \Delta h}{A_0 h_0} \right) \quad \text{(Equação 2)}$$

$$\varepsilon = \ln \left(\frac{h_0}{h_0 - \Delta h} \right) \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde F é a força, h_0 a altura inicial, A_0 a área inicial da amostra e Δh a variação na altura durante a compressão.

A partir das curvas de tensão versus deformação foram obtidas a tensão de ruptura (σ_{rup}), a deformação de ruptura (deformação de Hencky – ε_{rup}) e o trabalho de ruptura (W_{rup}). A tensão de ruptura é o ponto onde ocorre a fratura do material (eixo y) (tensão máxima no gráfico tensão *versus* deformação) e a deformação de ruptura é a deformação da amostra na ruptura (eixo x). O módulo da elasticidade (módulo de Young - E) foi obtido pelo coeficiente angular da parte linear inicial da curva de tensão-deformação empregando 2,0% de deformação, já o trabalho de ruptura (W_{rup}) foi dado pela área sob a curva força versus distância até o ponto de ruptura.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado e para avaliar a aceitabilidade das cultivares de abacaxi e suas propriedades reológicas. Para todos os parâmetros e propriedades em estudo fez-se análise de variância, seguida do teste de médias, empregando o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade em *software* Sisvar.

Foi realizada ainda uma correlação entre os parâmetros sensoriais pelo Mapa de Preferência Interno obtido por PARAFAC (Nunes *et al.*, 2011) em *software* SensoMaker versão 1.0.

Com o objetivo de compreender melhor a diferenciação entre as amostras analisadas fez-se análise dos componentes principais em *software* SensoMaker versão 1.0. Além disso, para correlacionar os atributos sensoriais com as propriedades reológicas fez-se a correlação de Pearson em programa SAS *for Windows*, versão 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE SENSORIAL

Foi verificada diferença estatisticamente significativa para todos os atributos estudados.

As notas para o atributo cor variaram entre 5,26 (Pérola) e 6,70 (Smooth Cayenne) com as cultivares IAC Fantástico, Imperial e Smooth Cayenne obtendo valores médios significativamente maiores que as demais cultivares (Tabela 1). De acordo com Berilli *et al.* (2011), as cultivares IAC Fantástico, Imperial e Smooth Cayenne possuem polpa amarela, indicando que os consumidores preferem abacaxis com essa coloração.

Tabela 1 – Avaliação sensorial das diferentes cultivares de abacaxi.

Cultivares	Cor	Textura	Sabor	Doçura	Impressão Global
IAC Fantástico	6,16 a	6,55 b	5,84 b	5,39 c	5,96 b
Gomo de mel	5,74 b	6,83 b	6,70 a	6,98 a	6,69 a
Imperial	6,24 a	5,73 c	5,92 b	5,11 c	5,58 b
Pérola	5,26 b	6,60 b	5,57 b	5,06 c	5,69 b
Smooth Cayenne	6,70 a	6,69 b	6,07 b	5,82 b	6,28 a
Vitória	5,47 b	7,19 a	6,74 a	6,50 a	6,80 a

NOTA: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos atributos textura e sabor, a cultivar Vitória apresentou média significativamente maior que as demais cultivares. Berilli *et al.* (2011), em seus estudos sobre a aceitação sensorial de duas novas cultivares resistentes à fusariose, Vitória e EC-93, comparando-as com outras já estabelecidas no mercado consumidor de frutas *in natura*, Pérola e Gold, encontraram resultados similares ao presente trabalho. Segundo Ventura *et al.* (2009), a cultivar Vitória possui excelente sabor, possuindo, ainda, maior resistência à fungos em relação às demais cultivares.

As cultivares Gomo de mel e Vitória obtiveram maiores escores para o atributo doçura ($p > 0,05$). Essas cultivares possuem elevados teores de açúcar (Brito *et al.*, 2007; Ventura *et al.*, 2009), fazendo com que se apresentem com maior doçura em relação às outras cultivares estudadas.

As cultivares Gomo de mel, Smooth Cayenne e Vitória foram mais aceitas em relação ao atributo impressão global (Tabela 1).

O mapa de preferência interno de três vias obtido por meio da análise dos fatores paralelos (PARAFAC) - (Figura 1), apresenta a distribuição dos consumidores, das cultivares e dos atributos sensoriais avaliados pelos consumidores quanto à aceitação, o qual observa-se que a cultivar Gomo de mel foi a mais aceita possivelmente pelos atributos sabor, doçura e impressão global.

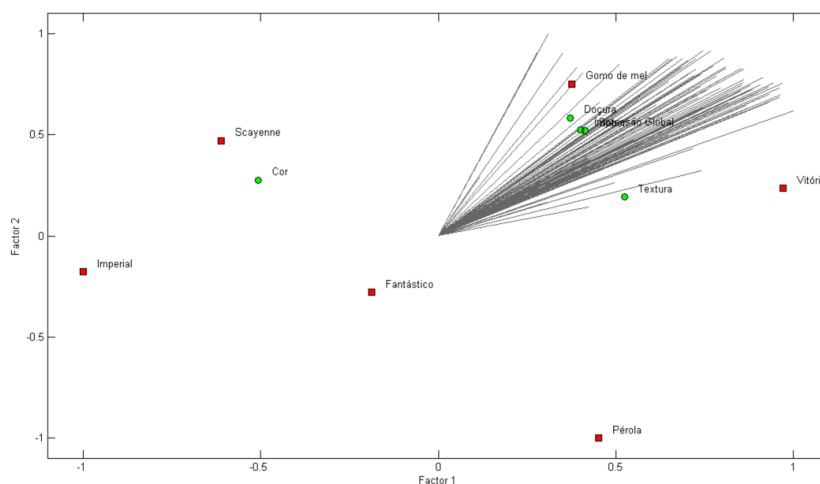


Figura 1. Mapa de preferência interno de três vias (PARAFAC) da avaliação sensorial das diferentes cultivares de abacaxi.

ANÁLISE REOLÓGICA

As características de textura da superfície do alimento são um dos primeiros parâmetros de qualidade avaliados pelos consumidores, sendo fundamental para a aceitação do produto, mesmo antes de o mesmo ser levado à boca. A textura é composta por um conjunto de atributos sensoriais de elevada relevância, uma vez que estas influenciam ou determinam a aceitação/rejeição do alimento (Mojet; Köster, 2005; Taniwaki *et al.*, 2006; Kotwaliwale *et al.*, 2007; Funami *et al.*, 2012).

A análise do perfil de textura (TPA) é um método objetivo de avaliar as propriedades sensoriais. O teste consiste em comprimir uniaxialmente o alimento (amostra em estudo) duas vezes num movimento recíproco, imitando a ação da mandíbula. Assim, durante o teste é realizada uma primeira compressão seguida por um relaxamento e uma segunda compressão. Deste teste, obtém-se um gráfico força *versus* tempo, do qual se calculam os parâmetros de textura (Honikel, 1998; Lau *et al.*, 2000; Bourne, 2002).

Nos resultados médios do perfil de textura, observa-se que a cultivar Imperial diferiu das demais cultivares em relação à dureza, apresentando maior média (69,53 N) (Tabela 2). Segundo Cabral e Matos (2005) a cultivar Imperial possui elevado teor de açúcar e isso pode ter influenciado a dureza da cultivar.

Tabela 2 - Avaliação do perfil de textura das diferentes cultivares de abacaxi.

Cultivares	Dureza (N)	Coesividade	Gomosidade
IAC Fantástico	21,75 b	0,32 a	6,90 b
Gomo de mel	13,89 b	0,32 a	4,54 b
Imperial	69,53 a	0,37 a	25,78 a
Pérola	13,66 b	0,26 b	3,47 b
Smooth Cayenne	17,81 b	0,29 b	5,15 b
Vitória	16,72 b	0,28 b	4,72 b

NOTA: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A coesividade é a extensão até a qual o material pode ser distendido antes de romper irreversivelmente (Van Vliet, 1991). Observou-se que as cultivares Pérola, Smooth Cayenne e Vitória apresentaram menores valores médios ($p > 0,05$) para este parâmetro (Tabela 2), podendo inferir que estas cultivares são mais propensas a desintegração do primeiro ciclo de compressão, sendo, portanto, menos firmes que as cultivares IAC Fantástico, Gomo de mel e Imperial.

A cultivar Imperial diferiu estatisticamente das demais cultivares em estudo em relação à gomosidade, apresentando maior valor médio (Tabela 4). Segundo Van Vliet (1991) a gomosidade é energia requerida para se desintegrar um alimento semissólido ao ponto de ser engolido, ou seja, das cultivares em estudo, a Imperial possui maior resistência a mastigação.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores da relaxação de tensão das diferentes cultivares de abacaxi calculados por meio do modelo de Peleg. Existem vários modelos matemáticos para descrever os materiais viscoelásticos, mas o modelo de Peleg é o mais utilizado para descrever o comportamento mecânico de sistemas alimentícios (Kampf; Nissinovitch, 1997; Morales *et al.*, 2007; Andrés *et al.*, 2008; Bellido; Hatcher, 2009).

As cultivares IAC Fantástico, Pérola e Smooth Cayenne não diferiram entre si em relação à taxa de decaimento inicial ($1/k_1$) (Tabela 3). A propriedade k_1 é uma medida da facilidade com que o material se deforma, ou seja, valores mais altos k_1 sugerem um material mais duro, o qual dissipa menos energia, exigindo assim mais força para ser comprimido (Guo *et al.*, 1999; Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2009). Isso significa que a cultivar Imperial é a mais dura, corroborando com os resultados anteriores.

Tabela 3 - Avaliação da relaxação de tensão das diferentes cultivares de abacaxi.

Cultivares	$1/k_1$	$1/k_2$
IAC Fantástico	0,07 a	0,74 a
Gomo de mel	0,05 b	0,68 b
Imperial	0,03 c	0,55 c
Pérola	0,07 a	0,77 a
Smooth Cayenne	0,08 a	0,81 a
Vitória	0,05 b	0,76 a

NOTA: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. $1/k_1$: taxa de decaimento inicial; $1/k_2$: valor hipotético da força assintótica normalizada que permanece sem relaxar.

Já a propriedade k_2 representa o grau de relaxamento do material (Bellido; Hatcher, 2009; Guo *et al.*, 1999; Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2009) e segundo Peleg (1980) $1/k_2$ representa as condições de equilíbrio do material, ou seja, a porção do material que permaneceu sem relaxar no estado de equilíbrio. A cultivar Imperial apresentou valor médio menor em comparação as outras cultivares em estudo (Tabela 3), evidenciando maior dureza dessa cultivar.

Nos resultados da compressão uniaxial foi observado que a tensão de ruptura (σ_{rup}) foi maior para a cultivar Imperial (Tabela 4), diferindo estatisticamente das demais. Esta variável é definida como a tensão necessária

para romper a matriz alimentícia (Cunha, 2002) e de acordo com Marudova e Jilov (2003) maiores tensões de ruptura pressupõe um comportamento mais rígido.

Tabela 4 - Avaliação da compressão uniaxial das diferentes cultivares de abacaxi

Cultivares	σ_{rup}	ϵ_{rup}	E	W_{rup}
IAC Fantástico	63,27 b	0,18 a	80,61 c	5,76 c
Gomo de mel	52,92 b	0,23 a	30,35 d	5,46 c
Imperial	257,90 a	0,19 a	191,78 a	20,02 a
Pérola	49,81 b	0,13 a	137,57 b	2,94 c
Smooth Cayenne	71,09 b	0,25 a	63,88 c	10,50 b
Vitória	52,48 b	0,26 a	75,99 c	3,90 c

NOTA: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. σ_{rup} : tensão de ruptura; ϵ_{rup} : deformação de ruptura; E: módulo de elasticidade; W_{rup} : trabalho de ruptura

As cultivares não diferiram significativamente em relação a deformação de ruptura (ϵ_{rup}) ($p > 0,05$). A deformação de ruptura (deformação de Hencky – ϵ_{rup}) indica o quão quebradiça é a textura do alimento, isto é, até que ponto o produto pode ser deformado sem se romper (Cunha, 2002).

Observou-se que a cultivar Imperial apresentou maior valor médio de módulo de elasticidade (E) (Tabela 8). Segundo Fraeye *et al.* (2010), materiais com valores elevados de módulo de elasticidade (E) são mais rígidos. Dessa forma, pode-se inferir que cultivar Imperial é mais rígida que as demais cultivares em estudo.

O trabalho na ruptura (W_{rup}), que é a propriedade que indica da energia necessária para induzir ruptura do material (Roopa; Bhattacharya, 2009), mostrou valores entre 2,94 kPa/m² e 20,02 kPa/m², sendo a cultivar Imperial a com maior trabalho de ruptura.

CORRELAÇÃO DOS PARÂMETROS AVALIADOS

A Figura 2 apresenta a correlação dos parâmetros avaliados das diferentes cultivares de abacaxi por meio da análise dos componentes principais.

Verificou-se que 59,98% da variação ocorrida entre as cultivares foi explicada pelo primeiro eixo (Componente Principal 1) e os componentes principais 1 e 2 explicaram juntos 82,32% da variação ocorrida entre as cultivares.

Nesta análise, vetores de tamanho reduzido indicam parâmetros nos quais as cultivares pouco diferem entre si (Cardello; Faria, 1998). Observou-se que somente os vetores cor e elasticidade possuem tamanhos reduzidos em comparação aos demais. De acordo com Muñoz *et al.* (1992), em um gráfico que represente a análise dos componentes principais, vetores com medidas mais distantes de zero, correspondem a variações com maior influência sobre o valor do componente principal, enquanto, vetores mais próximos de zero, indicam que correspondem a uma variável com pequena influência sobre o componente principal. Portanto, foi possível verificar que, com exceção da cor e da elasticidade (estão próximos de

zero), todos os parâmetros gerados para as cultivares de abacaxi, correspondem a variações com grande influência.

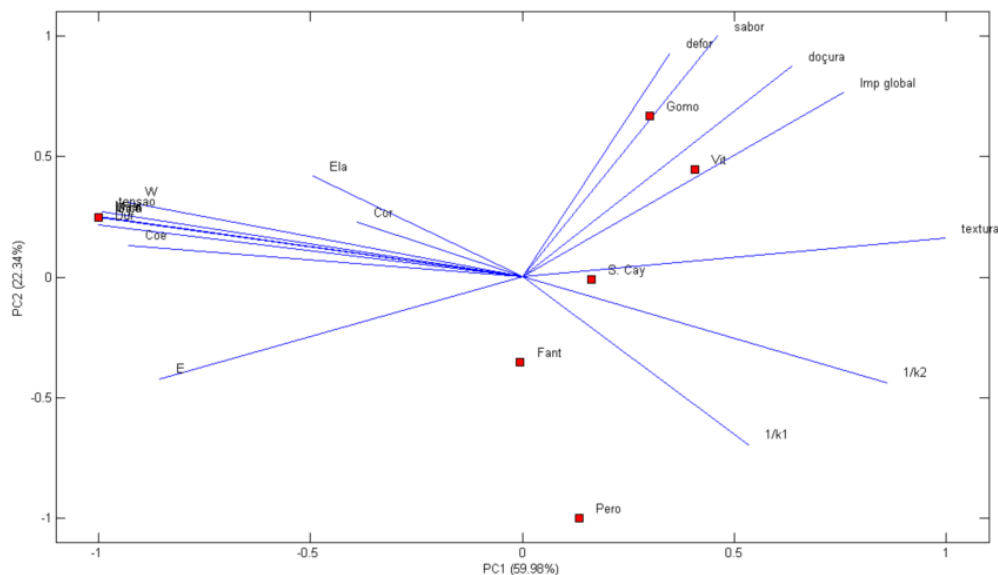


Figura 2. Análise dos componentes principais das diferentes cultivares de abacaxi.

NOTA: Gomo: Gomo de mel; Vit: Vitória; S.Cay: Smooth Cayenne; Fant: IAC Fantástico; Pero: Pérola; Imp: Imperial; defor: deformação de ruptura; $1/k_1$: taxa de decaimento inicial; $1/k_2$: valor hipotético da força normalizada assintótica; E: módulo de elasticidade; Coe: coesividade; tensão: tensão de ruptura; Dur: dureza; W: trabalho de ruptura; Ela: elasticidade.

A cultivar Imperial foi influenciada pela dureza, coesividade, tensão de ruptura e trabalho de ruptura, enquanto as cultivares Gomo de Mel e Vitória foram influenciadas pela deformação de ruptura e pelos atributos sensoriais sabor, doçura e impressão global. Já a cultivar Smooth Cayenne foi influenciada pelo atributo sensorial textura, pela taxa de decaimento inicial ($1/k_1$) e pelo valor hipotético da força normalizada assintótica ($1/k_2$). As cultivares IAC Fantástico e Pérola não tiveram fortes influências dos parâmetros analisados.

O coeficiente de correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e os parâmetros reológicos das cultivares de abacaxi estão apresentados na Tabela 5.

O atributo textura foi negativamente influenciado pela dureza, coesividade, gomosidade, tensão de ruptura (σ_{rup}) e trabalho de ruptura (W_{rup}). Estes resultados indicam que os consumidores preferem abacaxis menos rígidos.

A deformação de ruptura (ϵ_{rup}) foi positivamente influenciada pelo atributo sabor. Como foi dito anteriormente, a deformação de ruptura indica o quão quebradiça é a textura do alimento, isto é, até que ponto o produto pode ser deformado sem se romper, ou seja, com o aumento da deformação de ruptura (material mais forte) maior será as notas para o atributo sabor. Isso pode ser devido ao maior tempo de mastigação, aumentando, assim, a sensação de sabor.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e os parâmetros reológicos.

	Cor	Textura	Sabor	Doçura	Impressão Global
Dureza	0,36	-0,89*	-0,25	-0,47	-0,57
Coabilidade	0,55	-0,82*	-0,32	-0,53	-0,56
Gomosidade	0,36	-0,89*	-0,23	-0,44	-0,56
1/k ₁	0,22	0,37	-0,40	-0,19	-0,04
1/k ₂	-0,1	0,77	0,00	0,16	0,37
σ_{rup}	0,4	-0,88*	-0,21	-0,42	-0,54
ϵ_{rup}	0,34	0,47	0,83*	0,75	0,72
E	-0,03	-0,80	-0,62	-0,80	-0,73
W_{rup}	0,63	-0,85*	-0,21	-0,38	-0,48

NOTA: 1/k₁: taxa de decaimento inicial; 1/k₂: valor hipotético da força assintótica normalizada que permanece sem relaxar; σ_{rup} : tensão de ruptura; ϵ_{rup} : deformação de ruptura; E: módulo de elasticidade; W_{rup} : trabalho de ruptura.

CONCLUSÕES

Por meio das avaliações reológicas e sensorial, foi possível verificar que as novas cultivares (Imperial, Vitória, IAC Fantástico e Gomo de mel) apresentam diferenças entre as cultivares mais plantadas e comercializadas (Pérola e Smooth Cayenne).

A cultivar Vitória, resistente à fusariose, foi mais aceita devido a sua menor firmeza, apresentando bom potencial de comercialização, sendo que sua aceitabilidade foi maior que a das cultivares Pérola e Smooth Cayenne (já estabelecidas no mercado consumidor).

No entanto, ficou evidente que a cultivar Imperial possui pouca viabilidade comercial para o consumo *in natura*, uma vez que, apresentou maior dureza e rigidez, sendo mais resistente à mastigação, influenciando negativamente na sua aceitabilidade.

Já as cultivares IAC Fantástico e Gomo de mel apresentaram com características intermediárias entre as cultivares Vitória e Imperial, sendo mais aceitas em relação à coloração e doçura, respectivamente, apresentando semelhanças em relação a cultivar Imperial quanto a firmeza.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Sensory and rheological evaluation of different pineapple cultivars

ABSTRACT

Pineapple is a fruit very appreciated for its flavor, juiciness and texture. However, the susceptibility of commercial cultivars to the fungus, which causes fusarium, has limited the expansion of pineapple culture. Thus, genetic improvement programs are developing new cultivars in order to overcome this difficulty plant. Therefore, the aim of this study was to comparatively evaluate the acceptability and rheology of new pineapple cultivars 'Imperial', 'Vitória', 'IAC Fantástico' and 'Gomo de mel', with traditional varieties already known producer and consumer: 'Pérola' and 'Smooth Cayenne'. For this, acceptance test and rheological analyzes (texture profile, stress relaxation and uniaxial compression) of these cultivars were conducted and the results were evaluated by means test, internal preference map, principal component analysis and Pearson correlation. The results of this work allow us to infer that the new cultivars under study presented sensory and rheological differences in relation to the most planted and commercialized ones, being that, among the new cultivars, Vitória presented greater commercialization potential due to its greater acceptability, including in relation to Pérola and Smooth Cayenne cultivars. The Imperial cultivar, on the other hand, has little commercial viability for fresh consumption, since it presented greater hardness and rigidity, being more resistant to chewing, negatively influencing its acceptability. The cultivars IAC Fantástico and Gomo de mel had intermediate characteristics between the Vitória and Imperial cultivars.

KEYWORDS: *Ananas comosus*; fusarium; acceptability; texture profile; stress relaxation; uniaxial compression.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉS, S. C.; ZARITZKY, N. E.; CALIFANO, A. N. Stress relaxation characteristics of low-fat chicken sausages made in Argentina. **Meat Science**, v.79, p.589-594, 2008.
- BAYARRI, S.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Compression resistance, sweetener's diffusion and sweetness of hydrocolloids gels. **International Dairy Journal**, v.13, p.643-653, 2003.
- BAYARRI, S.; RIVAS, I.; IZQUIERDO, L.; COSTELL, E. Influence of texture on the temporal perception of sweetness of gelled systems. **Food Research International**, v.40, p.900-908, 2007.
- BELLIDO, G. G.; HATCHER, D. W. Stress relaxation behaviour of yellow alkaline noodles: effect of deformation history. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p. 460-467, 2009.
- BERILLI, S. S.; ALMEIDA, S. B.; CARVALHO, A. J. C.; FREITAS, S. J.; BERILLI, A. P. C. G.; SANTOS, P. C. Avaliação sensorial dos frutos de cultivares de abacaxi para consumo in natura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.592-598, 2011.
- BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press, 2002.
- BRITO, C. A. K.; SATO, H. H.; SPIRONELLO, A.; SIQUEIRA, W. J. Abacaxi IAC gomo-de-mel (*Ananas comosus* (L.) Merrill.): características da polpa e da peroxidase do suco. **Boletim do CEPPA**, v.25, n.2, p.257-266, 2007.
- CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de Carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.169-175, 1998.
- CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o mundo- origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1473-1483, 2010.
- CUNHA, C. R. **Efeito do uso de retentados de baixo fator de concentração no rendimento, proteólise e propriedades viscoelásticas de queijo minas frescal de reduzido teor de gordura**. 129 p. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- FRAEYE, I.; COLLE, I.; VANDEVENNE, E.; DUVETTER, T.; BUGGENHOUT, S. V.; MOLDENAERS, P.; LOEY, A. V.; HENDRICKX, M. Influence of pectin structure on texture of pectin-calcium gels. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p.401-409, 2010.
- FUNAMI, T.; ISHIHARA, S.; NAKAUMA, M.; KOHYAMA, K.; NISHINARI, K. Texture design for products using food hydrocolloids. **Food Hydrocolloids**, v.26, p.412-420, 2012.

GUO, Z.; CASTELL-PEREZ, M. E.; MOREIRA, R. G. Characterization of masa and low-moisture corn tortilla using stress relaxation methods. **Journal of Texture Studies**, v. 30, p. 197-215, 1999.

HAMANN, D. D. **Structural Failure in Solid Foods**. In M. PELEG & E. B. BAGLEY (Eds.), Physical properties of foods (pp. 351–383). Westport, CT: AVI Publishing Inc., 1983.

HERNÁNDEZ, M. J.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. **Food Science Technology International**, v.5, n.1, p.79-87, 1999.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.

IAC- Instituto Agronômico de Campinas. **São Paulo lança cultivar de abacaxi IAC Fantástico para substituir cultivares em uso no Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/conteúdo_noticias_pop.asp?id=606>. Acesso em: 30 set. 2016.

INCAPER. **Nova cultivar de abacaxi resistente à fusariose**. Vitória, 2006. (Documento, 148).

KAMPF, N.; NUSSINOVITCH, A. Rheological characterization of κ -carrageenan soy milk gels. **Food Hydrocolloids**, v.11, n.3, p.261-269, 1997.

KOTWALIWALE, N.; BAKANE, P.; VERMA, A. Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. **Journal of Food Engineering**, v.78, p.1207-1211, 2007.

LAU, M. H.; TANG, J.; PAULSON, A. T. Texture profile and turbidity of gellan/gelatin mixed gels. **Food Research International**, v.33, p.665-671, 2000. LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf). Acesso em 10 agosto 2017.

LUCIANO, G.; NAES, T. Interpreting sensory data by combining principal component analysis and analysis of variance. **Food Quality and Preference**, v.20, p.167-175, 2009.

MAPA. **Novo híbrido resistente à fusariose é lançado na Paraíba**. Brasília: Embrapa, 2004. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2003/maio/bn.2004-11-25.1029961427/>>. Acesso em: 30 set. 2016.

MARUDOVA, M.; JILOV, N. Influence of sodium citrate and potassium-sodium tartrate on gelation of low-methoxyl amidated pectin. **Journal of Food Engineering**, v. 59, p. 177-180, 2003.

MOJET, J.; KÖSTER, E. P. Sensory memory and food texture. **Food Quality and Preference**, v.16, p.251-266, 2005.

MORALES, R.; GUERRERO, L.; SERRA, X.; GOU, P. Instrumental evaluation of defective texture in dry-cured hams. **Meat Science**, v.76, p.536-542, 2007.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (parafac). **Journal Sensory Studies**, v.26, n.2, 167-174, 2011.

PAULL, R.; CHEN, C. Postharvest Physiology, Handling and Storage of Pineapple. In D. Bartholomew, R. Paull, K.G. Rohrbach (Eds.), **The Pineapple: botany, production and uses** (pp. 253- 265). CABI Publishing, Wallingford, UK, 2003.

PELEG, M. Linearization of relaxation and creep curves of solid biological materials. **Journal of Rheology**, v. 24, p. 451-463, 1980.

PELEG, M. NORMAND, M. D. Comparison of two methods for stress relaxation data presentation of solid foods. **Rheological Acta**, v.22, p.108-113, 1983.

OVEJERO-LÓPEZ, I.; BRO, R.; BREDIE, W. L. P. Univariate and multivariate modelling of flavour release in chewing gum using time-intensity: a comparison of data analytical methods. **Food Quality and Preference**, v.16, p.327-343, 2005.

RODRÍGUEZ-SANDOVAL, E.; FERNÁNDEZ-QUINTERO, A.; CUVELIER, G. Stress relaxation of reconstituted cassava dough. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 202-206, 2009.

ROOPA, B. S.; BHATTACHARYA, S. Alginate gels: rupture characteristics as a function of the conditions of gel formation. **Journal of Food Engineering**, v.91, p.448-454, 2009.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Affective testing. In: _____. **Sensory evaluation practices**. Boca Raton: Academic, 1985. p. 227-252.

TANIWAKI, M.; HANADA, T.; SAKURAI, N. Device for acoustic measurement of food texture using a piezoelectric sensor. **Food Research International**, v.39, p.1099-1105, 2006.

TANG, J.; TUNG, M. A.; ZENG, Y. Characterization of gellan gels using stress relaxation. **Journal of Food Engineering**, v.38, p.279-295, 1998.

USBERTI FILHO, J. A.; SIQUEIRA, W. J.; SPIRONELLO, A.; TANAKA, M. A. S.; SIGRIST, J. M. M.; MARTINS, A. L. M.; BORTOLETTO N.; TSUHAKO, A. T.; GUSHIKEN, A. **Abacaxi gomo-de-mel**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 5p. Disponível em: <[http:// 200.136.175.13/homeiac/produtos/abacaxi.htm](http://200.136.175.13/homeiac/produtos/abacaxi.htm)>. Acesso em: 30 set. 2016.

VAN VLIET, T. Terminology to be used in cheese rheology. **International Dairy Federation Bulletin**, n. 268, p. 5-15, 1991.

VENTURA, J. A.; COSTA H.; CAETANO, L. C. S. Abacaxi 'Vitória': uma cultivar resistente à fusariose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.931-1233, 2009.

WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v.6, n.4, p.299-308, 1995.

Recebido: 12 ago. 2017.

Aprovado: 17 fev. 2021.

DOI: 10.3895/rebrapa.v11n1.6925

Como citar:

PEREIRA, P. A. P. et al. Avaliação sensorial e reológica de diferentes cultivares de abacaxi. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 11, n. 1, p. 107-121, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

Universidade Federal de Ouro Preto, R. Diogo de Vasconcelos, 122, Pilar, Ouro Preto, CEP 35400-000, Minas Gerais, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

