

Ana Cristina Pinto Agulheiro Santos

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE EM
MELÃO UTILIZANDO MÉTODOS REOLÓGICOS**

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Évora 2001

Página (pp) parágrafo (#)	Onde se lê	Dever-se-á ler
Pp136 #16	(Em Falta)	STEINMETZ, V., CROCHON, V. BELLON. 1994. Sensor Fusion for Peach Maturity Evaluation. XII World Congress on Agricultural Engineering. Milano, Itália: 1579-1586
pp136 #17	STEINMETZ, V., G. RABATEL, M. CROCHON, T. TALOU e B. BOURROUNET. 1995. Sensor Fusion for Quality of Grading Melons. Workshop Control Application in Post-Harvest and Processing Technology, CAPPT'95. Ostend, Bélgica	STEINMETZ, V., G. RABATEL, M. CROCHON, T. TALOU e B. BOURROUNET. 1995. Sensor Fusion for Quality of Grading Melons. Workshop Control Application in Post-Harvest and Processing Technology, CAPPT'95. Ostend, Bélgica: 169-175
pp136 #18	STEINMETZ, V., M. CROCHON, T. TALOU E B. BOURROUNET. 1995. Sensor Fusion for Fruit Quality Assessment: Application to Melons. ASAE PUBLICATION 1-95: 488-495	STEINMETZ V; M CROCHON; V BELLON MAUREL; J.L GARCÍA FERNÁNDEZ; P BARREIRO ELORZA; L VERSTREKEN. 1996. Sensors for Fruit Firmness Assesment: Comparison and Fusion. Journal of Agricultural Engineering Research 64(1): 15-27
pp137 #6	THAI, C. N. e R.L. SHEWFELT. 1990. Peach Quality Changes at Different Constant Storage Temperatures: Empirical Models. Transactions of the ASAE	THAI, C. N. e R.L. SHEWFELT. 1990. Peach Quality Changes at Different Constant Storage Temperatures: Empirical Models. Transactions of the ASAE 33(1): 227-233

ERRATA

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE EM MELÃO
UTILIZANDO MÉTODOS REOLÓGICOS

Ana Cristina Pinto Agulheiro Santos

Évora, Janeiro 2002

Página (pp) parágrafo (#)	Onde se lê	Dever-se-á ler
pp11 #12 pp19 #4	Sozzi (1979) Sozzi (1973)	Sozzi (1979) citado por Perez-Zuñiga <i>et al.</i> (1983)
pp21 #1	Hadfield <i>et al.</i>	Hadfield <i>et al.</i> (2000)
pp21 #4	Gimer	Gimmer
pp22 Quadro5	Odet (1985)	Odet (1991)
pp22 Quadro7	Cantwell, 1998	Cantwell (1998)
pp25 #2	fluxo	escoamento
pp26 #4 pp27 #5	Hook	Hooke
pp26#4 pp27#5 e pp31#5	deformação	deformação unitária
pp30	$\mu = \eta \left(-\frac{dv}{dy} \right)$	$\tau = \eta \left(-\frac{dv}{dy} \right)$ expressão da viscosidade linear ou newtoniana: τ tensão cortante (N/m ²), η coeficiente ou módulo de viscosidade (N.s/m ²), dv derivada da velocidade (m/s) e dy variação da distância (m)
pp30	$\mu = b \left(-\frac{dv}{dy} \right) + C$	$\log \tau = n \log \left(-\frac{dv}{dy} \right) + \log \eta$ expressão da viscosidade não linear, não newtoniana: τ tensão cortante (N/m ²), n valor adimensional, η coeficiente ou módulo de viscosidade (N.s/m ²), dv derivada da velocidade (m/s) e dy variação da distância (m)
pp31 #1	Yield	Yield
pp31 #11	força	tensão
pp34#1	indeformabilidade ("stiffness")	indeformabilidade ou rigidez ("stiffness")
pp35#2	ms	ms (milissegundo)
pp36 #3	profundidade do dano, impulso máximo.	profundidade do dano, energia máxima
pp36 #9	E imp = m.g.h	E imp = m.g.h m massa, g aceleração da gravidade, h altura de queda
pp37 #2	K é constante	K1 K2 são constantes
pp38 #4	A velocidade da massa impactante $v(t_1)$, é dada por: $v(t_1) = \sqrt{2gh}$	A velocidade da massa impactante $V(t_1)$, é dada por: $V(t_1) = \sqrt{2gh}$

Página (pp) parágrafo (#)	Onde se lê	Dever-se-á ler
pp38 #6	A velocidade $v(t)$.	A velocidade $V(t)$.
pp38	$v(t) = v(t_1) + \int_{t_1}^t a(t) dt$	$v(t) = v(t_1) + \int_{t_1}^t a(t) dt$
pp38	$x(t) = x(t_1) + \int_{t_1}^t v(t) dt$	$x(t) = x(t_1) + \int_{t_1}^t v(t) dt$
pp52 #6	Crochon (s/d)	Crochon (1978)
pp65 #8	Utilizou-se para a realização deste teste uma sonda cilíndrica de base plana com 7,9 mm de diâmetro, com área de 1cm ²	Utilizou-se para a realização deste teste uma sonda cilíndrica com área de 1cm ²
pp76 #5 pp82 #1 pp121#1 e #2	umbral	umbral ou limite
pp120 #1	estudo e da evolução	estudo da evolução
pp124 #5	ALMELA, L., C. SANCHEZ, J. A. FERNANDEZ-LOPEZ e F. ROMAJARRRO. 2000. Food Science and Technology International. 6 (1): 47-51	ALMELA, L., C. SANCHEZ, J. A. FERNANDEZ-LOPEZ e F. ROMAJARRRO. 2000. Non-destructive appraised of the ripness in Cantaloupe melons. Food Science and Technology International. 6 (1): 47-51
pp129 #13	Finney, E. E. e D. R. Massie Jr. 1975. Instrumentation for Testing the Response of Fruits to Mechanical Impact. Transactions of the ASAE (*) 1184-1192.	FINNEY, E. E. e D. R. MASSIE Jr. 1975. Instrumentation for Testing the Response of Fruits to Mechanical Impact. Transactions of the ASAE 18(6): 1184-1192.
pp131 #8	KRAMER, A. e A. S. SZCZESNIAK. 1975. Texture Measurements of Foods. D. Reidel Publishing Company. Dordrech, Holanda.	KRAMER, A. e A. S. SZCZESNIAK. 1973. Texture Measurements of Foods. D. Reidel Publishing Company. Dordrech, Holanda.
pp131 #8	KUNZE O. R., W.H. ALDRED e B. D. REEDER. 1975. Bruising Characteristics of Peaches Related to Mechanical Harvesting. Transactions of the ASAE 18 (5): 939-941, 945	(Referência Independente)
pp132 #11	MOÉLICH, D. H., M. C. DODD e M. HUYSAMER. 1996. Fruit Maturity Studies in 'Galia 5' and 'Doral' Melons. I. Temporal Relations between Chemical, Physical and Physiological Maturity Indices. J. S. Afric. Soc. Hort. Sci. 6 (2)	MOÉLICH, D. H., M. C. DODD e M. HUYSAMER. 1996. Fruit Maturity Studies in 'Galia 5' and 'Doral' Melons. I. Temporal Relations between Chemical, Physical and Physiological Maturity Indices. J. S. Afric. Soc. Hort. Sci. 6 (2):59-63
pp133 #8	OLKKU, J. E. e E. P. SHERMAN. 1980. Compression Testing of Cylindrical Samples with an Instron Universal Testing Machine. Transactions of the ASAE: 157-175	OLKKU, J. E. e E. P. SHERMAN. 1979. Compression Testing of Cylindrical Samples with an Instron Universal Testing Machine. Food Texture and Rheology, P. Sherman (Ed.), Academic Press, New York: 157-175

Ana Cristina Pinto Agulheiro Santos

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE EM
MELÃO UTILIZANDO MÉTODOS REOLÓGICOS**

*Dissertação apresentada à
Universidade de Évora para
obtenção do Grau de Doutor em
Ciências Agrárias*



122 625

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Évora 2001

Agradecimentos

A todas as pessoas e instituições que de algum modo facilitaram a realização deste trabalho apresento meus agradecimentos.

Refiro em especial os seguintes Mestres e Amigos:

Professora Pilar Barreiro, cujo apoio em todo o trabalho quer de interpretação de resultados quer na revisão final foi indispensável para a sua concretização. Mas muito especialmente gostaria de lhe manifestar a minha gratidão pelo incentivo e amizade sempre demonstradas.

Professora Margarita Ruiz-Altisent, orientadora deste trabalho e directora do Laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas da Universidade Politécnica de Madrid, pelas facilidades sempre concedidas para a utilização das referidas instalações, pelo seu apoio durante a realização dos ensaios e pela correcção final deste trabalho.

Professor Carlos Portas pelo apoio e correcção final da tese.

Professora Josefa Bernalte pela disponibilidade sempre manifestada quer para discutir aspectos pontuais deste trabalho, quer pela leitura crítica do mesmo.

António Corte Real Carvalho a quem tenho a agradecer a leitura minuciosa deste trabalho e respectivas correcções.

Miguel Nuno Elias, meu marido, pelo apoio que me consagrou durante a longa elaboração desta tese.

Os funcionários da Universidade de Évora, Senhor Inácio Chumbo e Senhor. Engº. Técnico Agrário Agnelo Ferreira pela prestimosa ajuda nos trabalhos de campo.

D. Fátima Alexandrino pela colaboração prestada no arranjo gráfico desta tese

Todos os colegas da Universidade Politécnica de Madrid que sempre manifestaram a melhor boa vontade em me facilitar a aprendizagem das técnicas e a utilização dos meios existentes no referido laboratório.

Os colegas que me manifestaram a sua simpatia e apoio durante a longa elaboração deste trabalho.

Índice geral

Índice de figuras	V
Índice de quadros	IX
Índice de tabelas de referências	X
Lista de abreviaturas	XI
Resumo	XII
Abstract	XIV
1 - Introdução	1
2 - Revisão bibliográfica	5
2.1 - Conceito de qualidade aplicado a produtos agrícolas	6
2.1.1 – Avaliação da qualidade em frutos pelo consumidor	6
2.1.2 – Normas de qualidade	8
2.1.3 – Caso específico da qualidade em melão	9
2.2 - Maturação em melão	11
2.2.1 – Conceitos gerais de maturação	11
2.2.2 – Índices de maturação para melão	13
2.3 - Conservação pelo frio	18
2.3.1 – Trabalhos realizados em conservação de melão pelo frio	18
2.4 - Propriedades mecânicas e reológicas	25
2.4.1 – Elasticidade	26
2.4.1.1 – Contacto elástico de Hertz	27
2.4.2 – Plasticidade	29
2.4.3 – Viscosidade	30
2.4.4 – Viscoelasticidade	31
2.5 - Determinação instrumental da textura e maturação	33
2.5.1 – Dureza, firmeza e textura	33
2.5.2 – Relação entre a textura e a maturação	34
2.5.3 – Impacto mecânico	35
2.5.3.1- Parâmetros de impacto	36

2.5.3.2 - Métodos de estudo de impactos	39
2.5.3.2.1 - Referências ao actual método de estudo de impactos	44
2.5.3.2.2 - Outros métodos baseados no impacto mecânico e estudo de vibrações	47
2.5.4 – Ensaio de compressão	48
2.5.5 – Ensaio de punção	48
2.5.6 – Ensaio de penetração	49
2.5.7 – Sólidos solúveis totais	50
2.5.8 – Outras características físicas	54
2.6 - Análise sensorial	56
3 - Parte experimental	59
3.1 - Objectivos gerais	60
3.2 - Delineamento dos ensaios	61
3.3 - Material e métodos	63
3.3.1 - Material vegetal	63
3.3.2 - Metodologia dos testes laboratoriais	64
3.3.2.1 - Impacto mecânico	64
3.3.2.2 - Ensaio de compressão quasi estática dos frutos	64
3.3.2.3 - Ensaio de punção	65
3.3.2.4 - Ensaio de penetração de Magness-Taylor	65
3.3.2.5 - Determinação de açúcares por refractometria	66
3.3.2.6 - Provas sensoriais	66
3.4 - Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares, considerando características reológicas, físicas e químicas	67
3.4.1 – Objectivos	67
3.4.2 – Delineamento do ensaio	67
3.4.3 – Métodos	67
3.4.4 – Discussão de resultados	69
3.4.5 – Conclusões	76

3.5 - Caracterização de melões 'Gustal' em diferentes estados de maturação simultâneos na planta	77
3.5.1 – Objectivos	77
3.5.2 – Delineamento do ensaio	77
3.5.3 – Métodos	77
3.5.4. – Discussão de resultados	79
3.5.5 – Conclusões	82
3.6 - Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção da planta diferentes	84
3.6.1 – Objectivos	84
3.6.2 – Delineamento do ensaio	84
3.6.3 – Métodos	84
3.6.4 – Discussão de resultados	85
3.6.5 – Conclusões	87
3.7 - Distribuição espacial dos sólidos solúveis em melões 'Gustal'	88
3.7.1 – Objectivos	88
3.7.2 – Delineamento do ensaio	88
3.7.3 – Métodos	88
3.7.4 – Discussão de resultados	89
3.7.5 – Conclusões	90
3.8 - Estudo da variação das características mecânicas, químicas e físicas ao longo de período de armazenamento em condições de frio, para melões da cultivar Gustal colhidos na maturação comercial	91
3.8.1 – Objectivos	91
3.8.2 – Delineamento do ensaio	91
3.8.3 - Métodos	91
3.8.4 – Discussão de resultados	92
3.8.5 – Conclusões	96
3.9 - Estudo da variação das características mecânicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal com maturação determinada (com 34 dias após antese)	97
3.9.1 – Objectivos	97
3.9.2 – Delineamento do ensaio	97
3.9.3 – Métodos	97
3.9.4 – Discussão de resultados	98
3.9.5 – Conclusões	100

3.10 - Estudo das características de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA, quando conservados em frio -----	101
3.10.1 – Objectivos -----	101
3.10.2 – Delineamento do ensaio -----	101
3.10.3 – Métodos -----	101
3.10.4 – Discussão de resultados -----	103
3.10.4.1 - Fontes de variação que afectam os parâmetros mecânicos, físicos e químicos -----	103
3.10.4.2 - Selecção dos testes para determinação da qualidade -----	114
3.10.4.3 - Estado óptimo de maturação à colheita em relação à qualidade sensorial -----	115
3.10.5 – Conclusões -----	116
5 - Conclusões gerais -----	119
6 – Bibliografia -----	123
ANEXOS -----	139
ANEXO I - Exemplo da ficha distribuída aos provadores para avaliação sensorial dos frutos -----	iii
ANEXO II - Resultados da análise estatística relativa ao ensaio 1: Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares, considerando características reológicas, físicas e químicas -----	v
ANEXO III - Resultados da análise estatística relativa ao ensaio 2: Caracterização reológica, química e física de melões 'Gustal' em diferentes estados de maturação e colhidos simultaneamente Anexos -----	vii
ANEXO IV - Resultados da análise estatística do ensaio 3: Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção diferentes da planta -----	xiii
ANEXO V - Resultados da análise estatística do ensaio 4: Distribuição espacial dos Sólidos Solúveis em melões 'Gustal' -----	xvii
ANEXO VI - Resultados da análise estatística do ensaio 5: Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos na maturação comercial -----	xix
ANEXO VII - Resultados da análise estatística do ensaio 6: Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos com 34 DAA (Dias Após Antese), ou seja com maturação determinada -----	xxv
ANEXO VIII - Resultados da análise estatística do ensaio 7: Estudo das características reológicas, químicas e físicas de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA (Dias Após Antese), quando conservados em condições de frio -----	xxxiii

Índice de figuras

Figura 1 – Representação gráfica da produção anual de melão (ton) em Portugal (A) e da superfície cultivada de melão (ha) em Portugal (B) no período compreendido entre 1995 e 1998 -----	3
Figura 2 - Produção de etileno durante a conservação de frutos de melão cv. Shipper a 7,5°C -----	19
Figura 3 - Taxa respiratória durante a conservação de frutos de melão cv. Shipper a 7,5°C -----	19
Figura 4 - Produção de etileno durante a conservação de frutos de melão tipo Cantaloupe cv. Easy Rider a 7,5°C -----	20
Figura 5 - Taxa respiratória durante a conservação de frutos de melão tipo Cantaloupe cv. Easy Rider a 7,5°C -----	20
Figura 6 - Produção de etileno durante a conservação de melões de “polpa laranja” em diferentes estados de maturação, quando conservados a 20°C -----	23
Figura 7 - Taxa respiratória durante a conservação de melões de “polpa laranja” em diferentes estados de maturação, quando conservados a 20°C -----	23
Figura 8 - Representação esquemática de um caso geral do contacto de Hertz -----	28
Figura 9 - Distribuição das tensões no interior de uma esfera elástica de $\eta = 0,49$, submetida a compressão por um disco plano. As tensões são correspondentes ao eixo vertical que passa pelo centro da zona de contacto (Ruiz-Altisent <i>et al.</i> , 1979) -----	29
Figura 10 - Representação esquemática simplificada dos ensaios de queda livre de fruto sobre superfícies duras ou acolchoadas -----	39
Figura 11 - Representação esquemática simplificada de queda de uma massa sobre o fruto -----	41
Figura 12 - Representação esquemática simplificada do teste de impacto por pêndulo simples.(A) e por pêndulo composto (B) -----	42
Figura 13 - Representação esquemática simplificada de projectil impulsionado por uma mola -----	43
Figura 14 - Representação esquemática do dispositivo de estudo de impacto mecânico desenvolvido por Paul Chen e outros investigadores, na Universidade da Califórnia, em 1985 -----	45
Figura 15 - Representação gráfica dos parâmetros mais relevantes observados durante um teste de Impacto -----	46
Figura 16 - Representação esquemática da “Pistola acústica”, equipamento de autoria de Sugiyama <i>et al.</i> (1998) -----	47
Figura 17 - Gráfico obtido quando da utilização da “Pistola acústica” em melões colhidos em três estados de maturação diferentes -----	48
Figura 18 - Distribuição radial dos valores do índice refractométrico num melão com valor médio de 10° Brix -----	52

Figura 19 - Corte transversal de melão segundo a zona equatorial com localização do ponto para realização de teste de penetração de acordo com Alavoine <i>et al.</i> (1988) -----	65
Figura 20 - Representação gráfica da força máxima no teste de penetração de Magness-Taylor nas cultivares em estudo -----	69
Figura 21 - Representação gráfica da força com 3mm de deformação no teste de penetração de Magness-Taylor nas cultivares em estudo -----	69
Figura 22 - Representação gráfica da força com 8mm de deformação no teste de penetração de Magness-Taylor nas cultivares em estudo -----	69
Figura 23 - Representação gráfica da força máxima de impacto nas cultivares em estudo -----	70
Figura 24 - Representação gráfica do tempo total de impacto nas cultivares em estudo -----	70
Figura 25 - Representação gráfica da força máxima de punção nas cultivares em estudo -----	70
Figura 26 - Representação gráfica da força estável no teste de punção nas cultivares em estudo ---	70
Figura 27 - Representação gráfica da deformação à qual se verifica a força máxima no teste de punção nas cultivares em estudo -----	71
Figura 28 - Representação gráfica dos valores de força máxima e tempo total de impacto para as cultivares em estudo -----	72
Figura 29 - Representação gráfica dos valores de força máxima de punção e tempo total de impacto para as cultivares em estudo -----	73
Figura 30 - Representação gráfica dos valores de força máxima de punção e força máxima de impacto para as cultivares em estudo -----	74
Figura 31 - Representação gráfica dos valores de força máxima de impacto por indivíduos nas cultivares em estudo -----	74
Figura 32 - Representação gráfica dos valores de tempo total de impacto por indivíduos nas cultivares em estudo -----	74
Figura 33 - Representação gráfica dos valores de força máxima de punção por indivíduos nas cultivares em estudo -----	75
Figura 34 - Representação gráfica dos valores de força com 8 mm de deformação no teste de penetração por indivíduos nas cultivares em estudo -----	75
Figura 35 - Espessura do mesocarpo nas cultivares em estudo -----	75
Figura 36 - Conteúdo em sólidos solúveis nas cultivares em estudo -----	75
Figura 37 - Registo fotográfico de dois melões na planta em diferentes estados de maturação, verde vs maduro -----	77
Figura 38 - Registo fotográfico do aspecto geral de melões na planta em três estados diferentes estados de maturação, com 40 DAA, 34 DAA e 28 DAA -----	78
Figura 39 - Representação gráfica do numero de observações, desvio padrão e média da Energia Absorvida de Impacto na primeira campanha -----	80

Figura 40 - Representação gráfica do numero de observações, média e desvio padrão da força a 8mm de deformação no teste de penetração de Magness-Taylor na primeira campanha -----	80
Figura 41 - Representação gráfica da Deformação à Força Máxima de Punção na primeira campanha -----	81
Figura 42 - Representação gráfica dos valores de tempo total de impacto na segunda campanha, para os diferentes estados de maturação -----	81
Figura 43 - Representação de valores de médias e de desvios-padrão para a variável força máxima de punção na segunda campanha -----	82
Figura 44 - Representação gráfica do Tempo Total de Impacto para ambos os estratos -----	86
Figura 45 - Representação gráfica da Deformação Permanente de Impacto para ambos os estratos -----	86
Figura 46 - Representação gráfica da Energia Absorvida de Impacto para ambos os estratos --	86
Figura 47 - Representação gráfica da força máxima de Magness-Taylor para ambos os estratos -	87
Figura 48 - Representação gráfica da deformação à força máxima de Magness-Taylor para ambos os estratos -----	87
Figura 49 - Representação gráfica do força máxima de punção para ambos os estratos -----	87
Figura 50 - Localização das amostras utilizadas para determinação de sólidos solúveis totais por refractometria. Apresentação de corte transversal e aspecto exterior dum fruto ----	89
Figura 51 - Representação gráfica dos valores de sólidos solúveis totais nas diferentes localizações de recolha de amostras -----	89
Figura 52 - Valores médios de sólidos solúveis totais na zona equatorial -----	89
Figura 53 - Registo fotográfico de um fruto da cultivar Gustal na maturação comercial -----	91
Figura 54 - Evolução da força estável de punção durante a conservação pelo frio -----	93
Figura 55 - Evolução da energia absorvida de limpacto durante a conservação pelo frio -----	93
Figura 56 - Evolução da força máxima de impacto durante a conservação pelo frio -----	94
Figura 57 - Evolução do tempo total de impacto durante a conservação pelo frio -----	94
Figura 58 - Representação gráfica da força máxima e tempo total de impacto -----	94
Figura 59 - Representação gráfica dos valores médios dos parâmetros de impacto força máxima, energia absorvida e tempo total -----	95
Figura 60 - Evolução dos sólidos solúveis totais durante a conservação pelo frio -----	95
Figura 61 - Evolução dos valores de energia absorvida de impacto durante a conservação pelo frio -----	99

Figura 62 - Evolução dos valores de deformação permanente de impacto durante a conservação pelo frio -----	99
Figura 63 - Evolução dos valores de tempo total de impacto durante a conservação pelo frio ---	99
Figura 64 - Evolução dos valores de força de compressão a 3mm durante a conservação pelo frio -----	100
Figura 65 - Evolução dos valores de perda de peso ao longo do tempo de conservação -----	100
Figura 66 - Aspecto de frutos em diferentes estados de maturação, respectivamente com 28, 34 e 40 dias de maturação -----	102
Figura 67 - Evolução de força máxima de impacto durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	104
Figura 68 - Evolução de tempo total de Impacto durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	105
Figura 69 - Evolução de força de compressão a 3 durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	106
Figura 70 - Evolução de força de Magness-Taylor a 3 mm durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	107
Figura 71 - Evolução observada nas perdas de peso durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	108
Figura 72 - Evolução dos valores de sólidos solúveis totais do teste "Brix total" durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	109
Figura 73 - Evolução dos valores de sólidos solúveis totais do teste "Brix total" durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	110
Figura 74 - Representação dos parâmetros relativamente aos dois eixos dos Componentes Principais -----	111
Figura 75 - Variação do 1º e 2º eixo de Componentes Principais para os diferentes estados de maturação -----	112
Figura 76 - Evolução do 1º Eixo dos Componentes Principais (First Principal Component) para distintos estados de maturação e diferentes períodos de conservação em frio -----	113
Figura 77 - Representação gráfica das correlações entre diversas variáveis do teste de impacto (força máxima, deformação máxima e tempo total de impacto e a força de compressão a 3mm), para todos os estados de maturação -----	115
Figura 78 - Evolução dos resultados da análise sensorial durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita -----	116

Índice de quadros

Quadro1 - Parâmetros de qualidade para frutos, atributos de maturação a avaliar e equipamento adequado para a sua medição -----	10
Quadro 2 - Definição das classes de maturação de melão com recurso a diferentes parâmetros	13
Quadro 3 - Alterações de alguns parâmetros durante a maturação de melão 'Honeydew' -----	15
Quadro 4 - Caracterização dos estados de maturação do melão 'Honeydew' -----	16
Quadro 5 - Condições de conservação, temperatura, humidade relativa e período de tempo, para melão 'Cantaloupe' e 'Honeydew' -----	22
Quadro 6 - Condições de temperatura e humidade relativa para conservação das variedades de melão 'Cantaloupe', 'Muskmelon' e 'Honeydew' -----	22
Quadro 7 - Temperaturas e tempos de conservação indicados para melões 'Honeydew' em distintos estados de maturação -----	22
Quadro 8 - Valores do módulo de Young para alguns materiais -----	26
Quadro 9 - Valores da relação de Poisson para alguns materiais naturais -----	27
Quadro 10 - Valores médios da composição nutritiva do melão (grama por 100 grama de peso fresco da parte comestível) e composição em elementos minerais e vitaminas (miligrama por 100 grama de peso fresco da parte comestível), de acordo com informação de vários investigadores -----	50
Quadro 11 - Características de melão tipo Cantaloupe Charentais cv. Doublon cultivado em duas situações agronómicas distintas -----	51
Quadro 12 - Apresentação sumária dos ensaios experimentais realizados neste trabalho -----	61
Quadro 13 - Estado de maturação e dias entre a antese e a colheita para a segunda campanha de ensaios -----	78
Quadro14 - Valores de médias e desvio padrão de sólidos solúveis totais nas diferentes localizações no fruto -----	90
Quadro 15 - Valores de perdas de peso (%) não acumuladas observadas no decorrer da conservação para os diferentes Grupos (28 DAA, 34 DAA e 41 DAA) -----	108
Quadro 16 - Análise de Componentes Principais baseada nos parâmetros físicos, mecânicos e químicos -----	112

Índice de tabelas de referências

- Tabela de referências 1** – Ensaio de impactos produzidos por queda livre de frutos sobre superfícies duras e acolchoadas ----- 40
- Tabela de referências 2** - Ensaio de impactos produzidos por queda livre de uma massa sobre um fruto ou parte deste -----41/42
- Tabela de referências 3** - Ensaio de impactos em frutos e tubérculos produzidos por pêndulos simples ou compostos, sobre material intacto ou não -----42/43
- Tabela de referências 4** - Ensaio de impactos em frutos produzidos por êmbolos e projétil impulsionado por mola ----- 43

Lista de abreviaturas

BrixPar	Medida de Sólidos Solúveis Totais em amostra parcial do mesocarpo do fruto
BrixTotal	Medida de Sólidos Solúveis Totais em amostra da totalidade do fruto
DAA	Dias após antese (Days after anthesis)
DefMaxImp	Deformação máxima no teste de impacto mecânico
DefMaxMT	Deformação no teste de penetração segundo Magness-Taylor
DefP	Deformação no teste de punção
DefPerImp	Deformação permanente no teste de impacto mecânico
EAbsImp	Energia absorvida no teste de Impacto mecânico
Esppolpa	Espessura da polpa
F3C	Força de compressão a 3mm de deformação
F3MT	Força a 3mm de deformação no teste de penetração segundo Magness-Taylor
F8MT	Força a 8mm de deformação no teste de penetração segundo Magness-Taylor
FEstP	Força estável no teste de punção
FMaxImp	Força máxima no teste de impacto mecânico
FMaxMT	Força máxima no teste de penetração segundo Magness-Taylor
FMaxP	Força máxima no teste de punção
SST	Sólidos solúveis totais
TTImp	Tempo total de impacto mecânico

Resumo

A aplicação de métodos reológicos ao estudo de produtos hortícolas e frutícolas permite encontrar, por vezes, soluções objectivas para avaliação da sua qualidade.

O estudo do melão só muito recentemente recebeu alguma atenção por parte de investigadores, já que economicamente não apresentava grande interesse, situação que sofreu uma alteração bastante significativa nos últimos tempos.

O presente trabalho incide sobre uma variedade cultivada de melão reticulado tipo Gália, designada por 'Gustal', um dos tipos com maior interesse comercial no nosso país.

Como objectivos gerais para este trabalho apontam-se os seguintes:

1. Averiguar acerca de alguns factores de carácter agronómico que se sabe estarem relacionados com a qualidade dos frutos, tais como a sua localização na planta e colheita em diferentes fases de produção da cultura.
2. Avaliar a evolução dos frutos colhidos em diferentes estados de maturação quando conservados à temperatura de 6°C e 90% de humidade relativa.
3. Estudar os melhores métodos para avaliar a qualidade em melão e definir os limites de variação para os parâmetros previamente seleccionados.

Para tal foram delineados 7 ensaios em 3 campanhas distintas, os primeiros dos quais foram formulados a partir de postulados de carácter agronómico, designados por ensaios prévios, e os seguintes foram planeados com o objectivo de estudar os frutos colhidos em diversos estados de maturação e conservados sob refrigeração ao longo do tempo.

Ensaio prévios

1. Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares, considerando características reológicas, físicas e químicas.
2. Caracterização reológica, química e física de melões 'Gustal' em diferentes estados de maturação e colhidos simultaneamente.
3. Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção diferentes na planta
4. Distribuição espacial dos Sólidos Solúveis em melão 'Gustal'

Ensaio de evolução dos frutos quando conservados em condições de frio

5. Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para melão da cultivar Gustal colhido na maturação comercial.

6. Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos com 34 DAA (Dias Após Antese), ou seja com maturação determinada
7. Estudo das características reológicas, químicas e físicas de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA (Dias Após Antese), quando conservados em frio.

Os métodos utilizados foram fundamentalmente de carácter reológico, (impacto mecânico, penetração de Magness-Taylor, punção e compressão) contudo recorreu-se também a um método químico (sólidos solúveis) e físicos (avaliação da densidade, peso, diâmetro e comprimento) cuja finalidade foi confirmar a avaliação obtida a partir dos testes reológicos.

A principal informação a retirar deste trabalho é a seguinte:

A contagem do numero de dias transcorridos desde a antese das flores até à colheita, referido como DAA, apresenta-se como um indicador de carácter agronómico sobre o estado de maturação dos frutos. Conclui-se que 28 DAA corresponde a um estado fisiológico imaturo, 34 DAA corresponde à maturação comercial e 41 DAA corresponde à maturação fisiológica pós-climatérica.

As propriedades reológicas dos frutos quando conservados em câmara de frio, a 6°C e 90% H.R., apresentam uma função sigmoïdal com diferentes limites de acordo com os diferentes estados de maturação dos frutos à colheita. A textura, característica determinada através de distintas propriedades reológicas, é o aspecto qualitativo que juntamente com a perda de peso mostra uma maior evolução durante o armazenamento em condições de frio.

A vida útil para a cultivar em estudo está compreendida entre 13 e 22 dias, a 6°C e 90% H.R., dependendo do estado de maturação à colheita. Os frutos mais imaturos, 28 DAA, são os que exibem uma senescência mais acentuada, expressa pela maior diminuição das propriedades reológicas e texturais.

Não é interessante, sob o ponto de vista prático, conservar frutos verdes como é uso comum, porque para além de nunca atingirem um nível de qualidade desejável também não se verifica aumento da sua longevidade em câmara.

É possível estabelecer valores limite para alguns parâmetros de modo a definir objectivamente qualidade e a distinguir os estados de maturação estudados de 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA. Os testes de Impacto permitem avaliar, de forma não destrutiva, quer o estado de maturação à colheita, quer a evolução dos frutos durante a sua conservação. Como valores indicativos para frutos imaturos apontam-se: força máxima de impacto $\geq 55\text{N}$ e tempo total de impacto $< 5\text{ms}$ e para frutos maduros força máxima de impacto $< 50\text{N}$ e tempo total de impacto $> 5\text{ms}$. No teste de penetração de Magness-Taylor, os valores correspondentes a esses estados de maturação são: força máxima de cerca de 8N para frutos imaturos e inferiores a 5N, para frutos maduros considerados no pós-climatérico. Este parâmetro mostra uma maior variabilidade que as magnitudes dos parâmetros do teste de Impacto.

Na avaliação dos sólidos solúveis confirma-se o valor igual ou superior a 11°Brix como indicativo de boa qualidade organoléptica e igual ou inferior a 8°Brix como indicador de baixa qualidade. Este é o parâmetro que mais influi numa avaliação sensorial satisfatória dos frutos.

Abstract

Rheological methods are often use to evaluate quality of horticultural products.

Only in the last years the melon deserve the attention of researchers because of its recent economic interest.

This work concerned about the study of quality and cold storage of a cultivated variety named 'Gustal', one of the most important varieties in Portugal.

The main goals of the work are:

1. To study some of the agronomical aspects that are usually pointed out as responsible for the quality of the fruits: their place on the plant and the stage of production, considering that this culture produces for a large period of time (beginning or end of the production)
2. To evaluate the evolution of fruits harvested in different stages of maturity during their storage at 6°C of temperature and 90% of relative humidity.
3. To propose the best methods to evaluate quality in melon and to define the limits of the parameters previously choose.

To reach these objectives seven essays during three different campaigns were planed. Three of them, were drafted to answer some doubts of agronomical bases, they were refereed as previous essays, the aim of the others essays was to know the evolution of the melons during cold storage.

Previous essays

1. Comparative essays between the cultivated variety Gustal and others, considering rheological, chemical and physical characteristics.
2. Rheological, chemical and physical characterisation of melon 'Gustal' harvested in different stages of maturity simultaneous in the plant.
3. Rheological, chemical and physical characterisation of melon 'Gustal' obtained in different phases of production and different stairs in the plant
4. Local distribution of soluble solid contents in melon 'Gustal'

Essays of evolution of melons during cold storage

5. Evolution of rheological, chemical and physical characteristics during cold storage of fruits 'Gustal' harvested on commercial maturity.
6. Evolution of rheological, chemical and physical characteristics during cold storage of fruits 'Gustal' harvested 34 days after anthesis.
7. Evolution of rheological, chemical and physical characteristics during cold storage of fruits 'Gustal' harvested 28, 34 and 41 days after anthesis.

The methods used were mainly rheological, however to corroborate the information obtained through these other tests were used, such as chemical and physical.

The main information obtained in this work is:

The method of count the days after anthesis (DAA) is correct to determine the stage of maturity in the melons 'Gustal'. The most important conclusion is that 28 DAA correspond to unripe fruits, 34 DAA to mature fruits and 41 DAA to the overripe fruits after physiological maturity.

Mechanical properties of fruits when stored at 6°C and 90% of relative humidity, exhibit a sigmoidal function with different limits for the distinct stages of maturity at harvest. The texture, characterist that is defined by several mechanical properties and the loose of weight are the properties that show more evolution during cold storage.

The shelf life is of 13 until 22 days, at 6°C and 90% R.H. The unripe fruits are those that exhibit a more strong senescent characteristics with an evident loose of mechanical and textural properties.

So to storage unripe fruits is not adequate because this fact does not increase shelf life and the melons don't reach the best quality.

It is possible to define quality and the different stages of maturity 28 DAA, 34 DAA and 41 DAA. The non-destructive Impact test, allow determining the maturity stage at harvest and the fruits evolution during cold storage. Reference values can be referred for unripe fruits of maximum impact force $\geq 55\text{N}$, total impact time $< 5\text{ms}$ and for ripe fruits maximum impact force $< 50\text{N}$ and total impact time $> 5\text{ms}$. So it is possible to evaluate maturity without damage melons. The correspondent values, obtained through the Magness-Taylor are maximum force for about 8N for unripe fruits and 5N for ripe melons. The results of this test are less rigorous than those obtained from Impact test.

Solid soluble content of melon is the parameter that more influence consumers judgement of satisfactory quality. High quality of melon presents values superiors to 11°Brix and low quality values inferiors to 8°Brix.

A meu pai que me ensinou o valor do Trabalho e da Honestidade.
A meu irmão que me privilegiou com o seu Amor Fraternal.
A minha mãe que todos os dias me dá lições de Coragem e de Fé.

1 – Introdução

A definição de qualidade na área dos produtos alimentares é um desafio que se coloca com grande pertinência mas de difícil concretização. Esta situação resulta, por um lado, da associação íntima e quase exclusiva que o consumidor faz entre qualidade e características organolépticas e, por outro lado, da diversidade de preferências que habitualmente existe entre os consumidores.

Não obstante, os consumidores são cada vez mais exigentes quanto à qualidade que pretendem para um produto alimentar pelo que, para além da crescente atenção dada às características organolépticas, tendem a valorizar outros aspectos, designadamente valor nutritivo e salubridade. Os produtores e comerciantes de produtos horto-frutícolas frescos pretendem dar resposta a estas exigências, o que os obriga a exercer, com maior frequência, acções planificadas de controlo de qualidade no decurso da produção, no momento da colheita e durante a pós-colheita e conservação até ao consumo final.

A este propósito, afigura-se oportuno referir que a diferenciação de qualidade dos produtos se converteu numa das mais potentes estratégias comerciais, recurso frequente na aplicação da política de preços (Barreiro e Ruiz-Altisent, 1996).

O conhecimento das características reológicas dos frutos, as que estudam o seu comportamento mecânico quando se lhes aplicam forças, é essencial para a correcta idealização e adaptação de equipamento a utilizar na colheita, transporte e ao longo do processo tecnológico a que esses frutos, eventualmente, venham a ser sujeitos. Desta forma procurar-se-á minimizar danos e perdas, contribuindo assim para uma maior eficácia dos processos tecnológicos e incremento na qualidade dos produtos agrícolas, tanto frescos como transformados.

As tentativas de definição de qualidade em melão são inúmeras e algumas empíricas, evidenciando a atenção que tal tema sempre mereceu e também as dificuldades inerentes à sua concretização. A título de curiosidade refira-se a seguinte classificação de qualidade, originária da cidade de Valência, Catalunha, que revela até algum humor:

*“Per aón pasa, baña. (Por onde passa banha)
Té un primer mós. (Tem um primeiro sabor)
Se pot mentxar. (Pode-se comer)
Dolç. (Doce)
Molt dolç. (Muito doce)
Valentina, guardamelo. (Valentina guarda-mo)”*

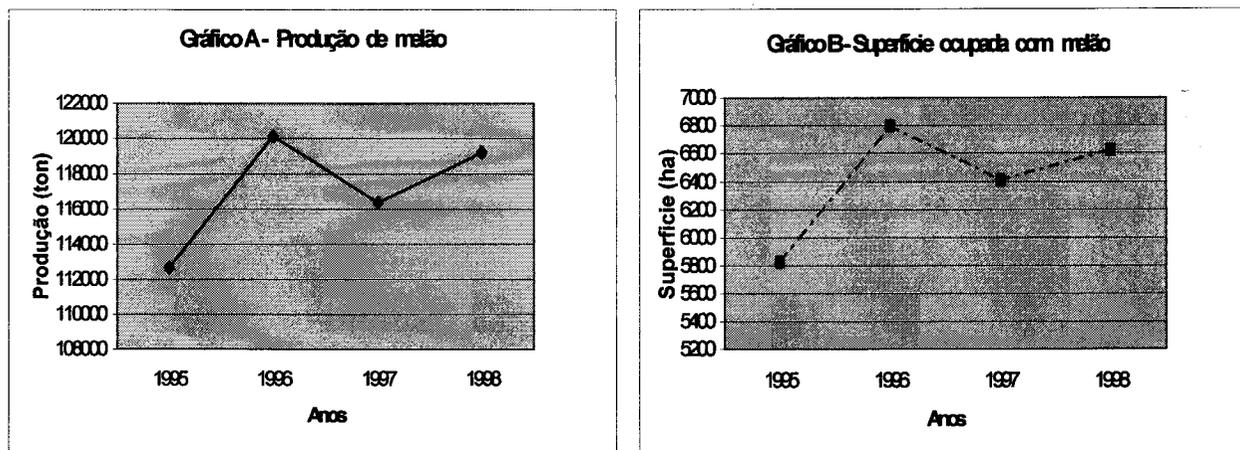
Obviamente que o empirismo das classificações não serve os objectivos e exigências actuais. Houve que adequar métodos até há pouco apanágio de outras áreas da engenharia, como os associados à reologia, para possibilitar o estudo dos frutos e dos processos inerentes à manutenção da qualidade durante o processo de pós-colheita.

Estudar o melão afigura-se pertinente devido ao interesse crescente do mercado nacional por este produto, sobretudo no que respeita a novas variedades que produzam marcadamente fora da época tradicional de colheita.

Ao nível da produção nacional observou-se um incremento das áreas dedicadas à produção de melão e, conseqüentemente, das quantidades totais produzidas (Figura 1). Estes valores poderão ser parcialmente justificados, quer pela vulgarização dos sistemas de rega localizada,

caso do Alentejo, quer pela utilização de técnicas de semi-forçagem, como acontece em algumas zonas ribatejanas.

Contudo, até ao momento não se verificaram alterações significativas no sistema de comercialização, caracterizado essencialmente pela grande oscilação dos preços e incerteza quanto à razoável colocação do produto. Por essas razões, aquele sistema é encarado frequentemente como um factor limitante ao aumento das áreas de produção e às quantidades produzidas. Estes factos, associados à susceptibilidade da cultura do melão a factores climáticos adversos, explicam as oscilações apresentadas nos gráficos da Figura 1.



Fonte: Instituto Nacional de Estatística, 1998

Figura 1 – Representação gráfica da produção anual de melão (ton) em Portugal (A) e da superfície cultivada de melão (ha) em Portugal (B) no período compreendido entre 1995 e 1998

Por outro lado, nos últimos anos tem-se registado um aumento acentuado de importação de melão e meloa, com destaque para a meloa vinda de Espanha.

Neste contexto, a aplicação de métodos reológicos ao melão poderá contribuir para minorar os problemas inerentes à sua comercialização, permitindo mesmo definir níveis de qualidade que proporcionem o estabelecimento de contratos com agentes económicos, o que aliás tem vindo a acontecer nos últimos dois anos, embora numa escala muito reduzida.

Deste modo, a utilização da reologia no estudo do melão, considerando o conhecimento actual sobre a produção e comercialização deste fruto em Portugal, poderá permitir encontrar respostas para importantes e pertinentes questões que devem ser colocadas, designadamente:

- Quantificar a qualidade através de métodos fiáveis, alguns deles não destrutivos, e considerando factores como a maturação no momento da colheita e condições ambientais de armazenamento, nomeadamente temperatura, humidade relativa e velocidade de circulação do ar;
- Estabelecer limites para parâmetros qualitativos que confirmam a aceitabilidade dos frutos;
- Encontrar a conjugação de factores que permitam uma eficaz conservação pelo frio para um aumento efectivo da vida útil dos frutos.

Considerando o anteriormente exposto, apontam-se como principais objectivos deste trabalho os seguintes: ¹⁾ o estudo da influência de alguns factores de carácter agronómico na qualidade do melão; ²⁾ a avaliação de parâmetros qualitativos de frutos colhidos em diferentes estados de maturação, quando conservados à temperatura de 6°C e 90% de humidade relativa; por fim pretende-se ³⁾ definir os limites de variação para os parâmetros de qualidade previamente seleccionados.

2 – Revisão bibliográfica

2.1 – Conceito de qualidade aplicado a produtos agrícolas

2.2 – Maturação em melão

2.3 – Conservação pelo frio

2.4 – Propriedades mecânicas e reológicas

2.5 – Determinação instrumental de textura e maturação

2.6 – Análise sensorial

2.1 – Conceito de qualidade aplicado a produtos agrícolas

Não existe uma definição clara de qualidade para os produtos agrícolas (Ruiz-Altisent e Chen, 1990). A qualidade é um conceito abstracto, universalmente aceite onde o consumidor é o elemento avaliador. Assim, não é estranho que existam inúmeras definições, que tentam limitar e definir objectivamente este conceito só por si bastante inacessível.

Apresentam-se seguidamente diversas definições de qualidade que contribuem no seu conjunto para a apreensão fundamental deste conceito:

Juran (citado por Cortéz-Peréz, 1991) define qualidade como adequação ao uso, estando assim a definir a qualidade de uso.

A “European Organization for Quality Control” define-a como a totalidade das características e aspectos de um produto ou serviço em que se baseia a sua aptidão para satisfazer uma necessidade determinada.

Uma curta mas interessante definição é dada por Crosby que diz “qualidade é conformidade”, ou seja o produto ou serviço está conforme os requisitos do cliente, conforme as características referidas nas especificações acordadas e pactuadas com o cliente ou consumidor. Este conceito adequa-se aos produtos hortofrutícolas quando sujeitos a normalização que os classifica em função de determinadas especificações. Por outro lado a anterior definição também se adequa às exigências da procura (Cortéz-Pérez, 1991).

Delhom (1986) define qualidade, para o caso concreto de frutos como a maior ou menor adaptação dos frutos aos objectivos pretendidos ou enunciados pelos diferentes agentes. Logo este conceito varia de acordo com a pessoa que faz a definição e com frequência refere que não é mais que possuir as qualidades que o consumidor espera encontrar no produto.

Vários autores como Causeret (1974), Dirinck (1976), Crochon (1978), De Schrijver (1980), Fady (1984), Jolivet (1984), Wills *et al.* (1984), Stenning e Darko (1985), Delhom (1986), Anónimo (1988), Graell *et al.* (1989), estudaram e definiram vários conceitos de qualidade relacionados entre si, nomeadamente qualidade produtiva, comercial, de uso, tecnológica, de satisfação, sócio-cultural e dietética.

2.1.1 - Avaliação da qualidade em frutos pelo consumidor

Desde sempre que os produtos hortofrutícolas em fresco foram caracterizados pela sua apetecibilidade pelo Homem. A sua venda em fresco exige que despertem a atracção do consumidor, cujo juízo de qualidade é muito marcado pela tradição, pelo hábito ou melhor por um conjunto de factores culturais. Os hábitos dietéticos do Homem são conservadores (Wills *et al.*, 1984).

Segundo Wills *et al.* (1984) e Del Rio *et al.* (1991), para o consumidor são os seguintes os atributos fundamentais: o aspecto, a ausência de defeitos, a textura, o aroma, o valor nutritivo.

Os primeiros critérios de qualidade a serem apreciados pelo consumidor são os visíveis (aspecto): tamanho, cor, forma, existência de defeitos. Estes critérios visuais só permitem uma previsão da qualidade (Davenel *et al.*, 1988). Nesta avaliação o consumidor associa uma determinada qualidade a um determinado aspecto (Leteinturier, 1974). Os consumidores baseiam normalmente a sua escolha na qualidade externa visível e na presença e dimensão dos danos (Kampp e Nissen, 1990).

Depois da avaliação pelo aspecto o consumidor utiliza a firmeza para tomar a decisão de compra (Butler, 1988; Resurrección e Shewfelt, 1985; Shewfelt *et al.*, 1987).

Davenel e Crochon (1977) concluíram que o prazer de comer, que o consumidor espera encontrar num fruto, é definido por um conjunto de sensações visuais (relativas ao aspecto), tácteis (que avaliam a textura), olfactivas (no que diz respeito ao aroma) e gustativas (que dependem principalmente da relação entre os açúcares e a acidez).

Thai e Shewfelt (1990) têm estudado as relações entre algumas medidas físicas da qualidade (cor e firmeza) e a avaliação sensorial feita pelo consumidor. De uma forma genérica, para tornar mais objectiva a avaliação da qualidade, têm sido utilizadas algumas características básicas para a caracterizar: tamanho, forma, cor, sabor, textura, aroma, ausência de defeitos e de materiais estranhos (Chen e Sun, 1989). Contudo, Ruiz-Altisent (1988), a fim de tornar mais abrangente o conceito acrescenta que para além das características anteriormente referidas, deverão ser consideradas outras, não menos importantes, como a sua aptidão para que sejam levadas a cabo as operações de colheita, transporte e transformação, sem que se verifiquem grandes perdas por falta de adequação dos frutos às manipulações necessárias durante os processos de pós-colheita.

Para Studman (1994), qualidade implica a definição de um padrão exigido pelo consumidor, sendo este definido pela pessoa ou organização que recebe o produto em qualquer ponto da cadeia de produção. Refere como características utilizadas para definição dos padrões de qualidade a aparência, o sabor, a consistência, a tactilidade, a possibilidade de ser manuseado, a capacidade de manter as propriedades por períodos de tempo longos e a ausência de impurezas indesejáveis.

Os produtos hortofrutícolas em fresco apresentam uma série de características e peculiaridades que os diferencia claramente dos restantes produtos alimentares. Esta diferença é muito acentuada quando comparados com os produtos industriais (Jarén, 1994).

De facto, a produção hortofrutícola não pode, de modo algum, garantir homogeneidade dos padrões de qualidade dos seus produtos, nem através dos anos, nem dentro da mesma campanha, e por vezes apresentam-se variações mesmo numa mesma planta.

A planta produtora, ser vivo com os seus ciclos de vida próprios e tão marcadamente influenciada pela acção do ambiente, principalmente por interferência dos factores edafoclimáticos, desde logo não permite homogeneidade dos frutos ao longo de todo o ciclo da planta, muito menos entre dois anos ou duas campanhas consecutivas (Cortéz-Peréz, 1991).

Os factores mais importantes que condicionam a qualidade dos frutos são, de acordo com Jarén (1994):

1. A variedade, sendo que as diferentes variedades apresentam características gustativas específicas e por vezes marcadamente diferentes.
2. O estado de maturação quando da colheita, na medida em que influencia a qualidade gustativa no consumo, quer se considere a conservação do produto ou o consumo imediato.
3. Aspectos fitotécnicos, como a rega, os nutrientes disponíveis e alguns aspectos climáticos.
4. Colheita e manipulações, não esquecendo que muitos dos sistemas em uso não consideram a qualidade dos produtos mas tão-somente o rendimento das máquinas.

5. Técnicas de pós-colheita adequadas a cada caso, nomeadamente os aspectos de conservação pelo uso de temperaturas baixas.

Segundo Pretel *et al.* (1993), numa economia de abundância o futuro dos produtores depende da produção de qualidade devido à maior elasticidade do preço de procura dos bens de qualidade superior.

2.1.2 - Normas de qualidade

Pelo exposto no sub-capítulo anterior, 2.1.1, infere-se a necessidade de estabelecer normas de qualidade que visam padronizar e classificar os produtos em venda, de modo a permitir ao consumidor e aos vários intervenientes no processo de venda o conhecimento tão objectivo quanto possível dos produtos em causa. Muitos países já estabeleceram essas normas de qualidade para o que utilizaram numerosos factores, como por exemplo: cor, tamanho, peso, ausência de lesões.

É evidente a impossibilidade de estabelecer normas universalmente aceites para um qualquer produto hortofrutícola; os consumidores de cada país têm os seus próprios critérios de qualidade muito influenciados por aspectos culturais e por circunstâncias regionais ou mesmo locais. As características que um mesmo produto deve apresentar variam em função do tipo de consumidor a que se destinam. A título de exemplo refira-se a diferença dos critérios adoptados quando um produto se destina à exportação ou a ser consumido no país de origem.

As normas de qualidade e a sua definição objectiva e aplicação prática revestem-se de grande valor e utilidade, na medida em que podem contribuir para facilitar as transacções sem que haja presença física do produto a ser transaccionado, permitem maior transparência do mercado, em especial dos preços, protegem o consumidor e funcionam como elemento de regulação do mercado até pelo facto de impedirem a apresentação de produtos sem um mínimo de qualidade (Delhom, 1986). A normalização aplicada aos produtos hortofrutícolas tem como primeiro objectivo estabelecer um limite de qualidade mínima abaixo do qual é desaconselhável a sua comercialização.

Estabelecem-se também classes de qualidade definidas de forma a que cada uma seja limitada pelo valor inferior e superior das classes contíguas à classe considerada (Cortéz-Peréz, 1991).

O mesmo autor define o conceito de qualidade absoluta de um produto como aquela que é consequência do cumprimento das normas e qualidade relativa como a que é determinada pelo grau de aceitação do produto nos mercados sendo esse produto portador da mesma qualidade absoluta.

Uma das vias para potenciar as vendas é sem dúvida a melhoria da qualidade dos frutos e assegurando ao comprador a qualidade intrínseca do produto adquirido.

Um aspecto a considerar como causador de importantes perdas de qualidade e que reflecte o não cumprimento das normas é a alta incidência de danos nos frutos comercializados, facto confirmado por numerosos estudos já realizados. É frequente para algumas espécies como a maçã, encontrar valores da ordem de 80% de frutos que apresentam danos. A este respeito apresenta-se o exemplo referido por Kampp e Pedersen (1990) com valores de 95% de maçãs que não cumpriam as normas comunitárias quanto à existência e volume dos danos.

Também estudos realizados por empresas responsáveis por grande volume de vendas de frutas e hortaliças em Espanha, indicam relativamente ao total de perdas, valores de 61,9% de defeitos de origem física para pêra 'Blanquilla' de classe I, de 18,4% para maçã 'Golden' de classe I e de 15,2% para maçã 'Starking' de classe I.

Segundo Chen e Fridley (1979), é possível avaliar a qualidade a partir de parâmetros mecânicos, pelo que se torna factível a classificação, ou melhor a divisão em classes, por aspectos qualitativos.

Por vezes já é hoje possível fazê-lo de forma automática, como já acontece com algum equipamento que permite fazer a separação em classe de tomate de acordo com a sua coloração. Também a detecção de danos de frutos de forma automatizada surge como operação de grande interesse económico (Baganz e Herold, 1985). Recorde-se que nalguns casos a mão-de-obra necessária para a selecção é superior à gasta durante a cultura e apanha.

2.1.3 - Caso específico da qualidade em melão

No caso específico do melão não se coloca a questão da perda de frutos por existência de danos como se verifica para outros frutos notoriamente mais susceptíveis. Contudo é pertinente abordar a normalização, de acordo com a sua qualidade, logo no seu estado de maturação. Para a definição de qualidade, de uma forma mais comum, consideram-se o aspecto externo, cor, reticulado, forma, calibre, dureza e textura mas sobretudo as suas características organolépticas.

Na prática avalia-se a qualidade e estado de maturação de forma empírica, sendo já bastante frequente a definição de qualidade a partir da avaliação do índice refractométrico (IR), ou seja da quantidade de sólidos solúveis, e da firmeza da polpa do fruto, através dos valores obtidos com penetrómetro manual.

A avaliação dos dois parâmetros acima referidos permite a divisão em classes de que se apresenta um exemplo de autoria de Odet (1985), divulgado pelo "Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (C.T.I.F.L.)":

- Valores de IR inferiores a 9 indicam má qualidade gustativa;
- Valores de IR compreendidos entre 9 e 12 são aceitáveis para comercialização podendo ainda ser divididos por grupos de acordo com os seus valores de IR;
- Valores de IR superiores a 12 permitem a sua classificação de acordo com outros parâmetros como o aroma, a suculência, a textura, outros sabores.

O mesmo autor também define o método de escolha de amostras, para definição da qualidade do lote.

As normas americanas de 1998 dividem os melões em quatro classes: Ideal ("Fancy"), N°1, Comercial, e N°2. A distinção entre classes é fundamentada sobretudo na aparência externa e na medição dos sólidos solúveis por refractometria, sendo 11% o mínimo estabelecido para os frutos integrarem a classe "Fancy" e 9% para os frutos classificados na classe N°1.

A avaliação objectiva da qualidade envolve numerosos factores, como já foi anteriormente referido, pelo que Steinmetz *et al.* (1995) avançaram com o projecto de construção de um sensor, análogo ao processo cognitivo dos humanos, em que dados de análise de imagem, de firmeza, do conteúdo em sólidos solúveis e de aromas são avaliados simultaneamente.

A aplicação deste método, designado por "Multisensor fusion", a melões permitiu concluir, entre outros aspectos, que o sistema de visão está mais relacionado com a classificação realizada por especialistas, que por sua vez se revelou muito subjectiva (Holmbom *et al.*, 1989; Hall, 1992).

A qualidade dos frutos de melão tipo Cantaloupe, de acordo com Ozer *et al.* (1997), apresenta dois aspectos: o primeiro relacionado com a maturação, considerando estes os conhecimentos da evolução das características de desenvolvimento dos frutos, o segundo relacionado com as características de homogeneidade dos lotes, cor e uniformidade da cor, danos, sujidade e ranhuras encontradas nos frutos já disponíveis no mercado.

Dos resultados obtidos por Ozer *et al.* (1997) concluiu-se que o melhor modelo para estimar a maturação dos frutos incorporava informação de diferentes sensores: cor (com valores do parâmetro L*), fluorescência, firmeza, tamanho do fruto e aromas voláteis.

O mesmo autor apresentou a metodologia actual para a avaliação de qualidade dos frutos (Quadro 1), onde se refere o equipamento específico que será descrito com pormenor em capítulos posteriores.

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade para frutos, atributos de maturação a avaliar e equipamento adequado para a sua medição

Parâmetro	Atributo de Maturação	Equipamento
Módulo de deformabilidade (N/mm)	Firmeza e Maturação	Penetrómetro
Desaceleração máxima (m/s ²) Duração do Impacto (ms) Módulo de deformabilidade (N/mm)	Firmeza e Maturação	Impactómetro
Emissão de voláteis (µl/kg h)	Maturação Geral	"Nariz electrónico"; Sensor de Aroma
Nível de clorofila (%) Reflectância ou absorvância a 675 nm	Maturação Geral	Detectores de fluorescência
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Sólidos Solúveis Totais + +Maturação	Refractómetro
Cor CIE (L*a*b*, XYZ)	Maturação Geral	Sensor de Cor
Cor (RGB, HSI)	Maturação e Aparência	Imagem de Vídeo a Cor

Fonte: Ozer *et al.* (1997)

Trevor *et al.* (1998) após numerosos trabalhos com melão tipo Cantaloupe levados a cabo por uma equipa de investigadores da Universidade da Califórnia, concluíram que são vários os parâmetros de qualidade passíveis de avaliação prática:

1. Boa conformação com forma aproximadamente esférica; aparência uniforme;
2. Zona do pedúnculo suave e lisa, sem pedúnculo aderente;
3. Ausência de feridas, queimaduras e defeitos;
4. Firme, sem evidência de contusões ou manipulações excessivas;
5. Pesado em relação às suas dimensões;
6. Cavidade interna firme e sem perda de sementes ou acumulação de líquido.

2.2 – Maturação em melão

A maturação aquando da colheita é um factor decisivo na qualidade final dos frutos, produtos altamente perecíveis, e por isso decisivo na determinação do seu tempo de armazenamento e conservação, podendo ainda afectar o tipo de manipulação, transporte e venda.

Se se definir maturação como o estado de desenvolvimento que confere as características de qualidade aceitáveis para consumo, de imediato ressalta a subjectividade deste conceito. Por isso torna-se indispensável a utilização de índices de maturação que permitam uma definição objectiva para cada um dos produtos e para cada caso particular de uso.

São numerosas as directrizes, quer nacionais quer de alguns mercados ou até de grandes compradores, que pretendem definir o estado de maturação que melhor se adequa a essa utilização específica.

De acordo com Reid citado por Kader (1992), para estimar o estado de maturação de um qualquer produto são correntemente usados diversos parâmetros, alguns dos quais se passam a enumerar:

1. Cronológicos: dias desde a plantação ou sementeira, dias desde a floração (DAA "Days After Anthesis" Dias Após a Antese), "Dias Grau de Crescimento";
2. Físicos: tamanho, forma, aparência da zona de abscisão, cor e algumas outras características da superfície dos frutos;
3. Mecânicos: textura;
4. Químicos: sólidos solúveis totais, distribuição do amido na polpa de frutos, relação açúcar/ácidos;
5. Fisiológicos: padrões de respiração e produção de etileno.

A utilização de DAA para definição do estado de maturação apresenta-se como um método muito fiável mas só aplicável a situações de carácter experimental, tal como nos trabalhos realizados por Moélich *et al.* (1996) e Lester (1998).

Outro parâmetro a salientar é a dureza do mesocarpo, no caso do melão. Segundo Aubert e Dumas de Vauls (1977), durante a conservação nota-se uma diminuição acentuada da dureza da polpa; os valores de dureza da polpa decrescem notoriamente com o tempo desde a colheita até ao último teste. Essa alteração é muito acentuada nos frutos conservados à temperatura ambiente. Os mesmos autores afirmam que as medidas directas da dureza da polpa constituem o melhor critério para seguir as principais degradações e catabolismo dos frutos durante a conservação. Logo este índice poderia servir para prever o comportamento de uma colheita durante o armazenamento.

Segundo Sozzi (1979), a deformação nas zonas polares é considerada como um índice fiel de maturação e até de qualidade.

Por conseguinte são necessárias medidas instrumentais que possibilitem prever o estado óptimo de maturação na colheita e seguir a evolução da qualidade do melão após a colheita (Aubert e Dumas de Vauls, 1977; Perez-Zuñiga, 1982).

2.2.1 - Conceitos gerais de maturação

Segundo Jarén (1994), ocorre a maturação quando o fruto acaba o seu período de crescimento e acontecem uma série de alterações qualitativas características. Recasens (1986) refere que a

maturação pode definir-se exteriormente como a sequência de alterações de pigmentos, aromas e textura que tornam o fruto comestível.

Para além destas alterações visíveis há uma série de alterações básicas na composição e no metabolismo dos frutos como seja nas alterações hormonais e na actividade respiratória.

Nos trabalhos desenvolvidos na pós-colheita usam-se frequentemente dois termos anglo-saxónicos: "maturation" e "ripening". Como correspondem a conceitos por demais importantes esclarece-se que "maturation" diz respeito a um conjunto de alterações que terminam com a fase de "ripening". Segundo Wills *et al.* (1984), "maturation" não tem uma definição fisiológica evidente e tem início nos últimos estados de crescimento terminando no início da senescência. E entende-se por "ripeness", segundo Jarén (1994), aquilo que se designa por maturação gustativa ou organoléptica e referindo-se ao estado óptimo para consumir o fruto no período de pós-colheita.

Surge deste modo um outro conceito que é o de maturação fisiológica, como sendo o estado em que determinado fruto já é capaz de após a sua colheita e manuseamento adequado, ser consumido com o máximo de qualidade (Reid, 1992).

Jarén (1994) esclarece ainda que são duas as acepções de maturação: a fisiológica e a comercial, sendo a primeira um estado na vida de um órgão vegetal em que se verifica o crescimento e maturação máxima, enquanto que a segunda está relacionada com o momento óptimo para proceder à colheita, dependendo do objectivo final e pode por isso reflectir em exigências comerciais muito concretas e distintas.

O mesmo autor refere que o índice de maturação comercial deve incluir alguma indicação relativa ao estado de desenvolvimento ou maturação e requer a determinação quantitativa de algumas características que evoluem à medida que a fruta ou hortaliça vai amadurecendo. Também pode implicar decisões do mercado e consumidores e, algumas vezes, engloba determinações objectivas e subjectivas.

A utilização adequada do conceito de maturação comercial obriga a uma determinação precisa do momento da colheita. Para isso existem diversas formas objectivas de avaliar alguns dos parâmetros que reflectem o estado de maturação de frutos e hortaliças. Contudo raramente são aplicadas quer pela sua pouca fiabilidade quer pelas dificuldades que se apresentam ao tentar pô-las em prática (Delhom, 1986).

Os parâmetros que podem ser usados para avaliar a maturação são variadíssimos e a efectividade do método depende da correlação encontrada. Refiram-se em primeiro lugar as propriedades físicas (textura, dureza, firmeza, densidade, forma, tamanho, peso,); as propriedades ópticas (cor interior e externa); as propriedades eléctricas; as propriedades vibratórias; raios x e raios gama; ressonância magnética nuclear e análise de imagem. Também são desde há muito utilizados os parâmetros químicos que se passam a enumerar: acidez; conteúdo em sólidos solúveis (índice refractométrico), aromas, conteúdo em amido e etileno. Ainda há a considerar outros como a actividade respiratória, o tempo desde a floração, unidades calóricas e o somatório das unidades do calor.e o último, mas muito importante porque decisivo, é a avaliação organoléptica.

Apresenta-se uma das muitas classificações possíveis tendo esta a particularidade de se basear em 3 parâmetros distintos e mensuráveis. A medição do etileno é realizada na cavidade interna, a firmeza determina-se através de um teste de penetração com uma sonda de 0,5 cm² de área e a medição dos sólidos solúveis por refractometria (Quadro 2).

Quadro 2 - Definição das classes de maturação de melão com recurso a diferentes parâmetros

Classe de maturação	Etileno interno (ppm)	Firmeza do mesocarpo (N)	Sólidos solúveis totais (%)
1	0,8	30,4	11,0
2	5,2	20,6	12,4
3	27,1	14,7	13,9
4	29,4	10,8	13,9

Fonte: Delhom (1986)

2.2.2 - Índices de maturação para melão

Vários métodos têm sido utilizados para medir o referido grau de maturação sendo um deles o da “Deformação polar” representado pela função exponencial

$$Y_1 = A \cdot e^{-Bx}$$

em que A é o coeficiente que indica o valor da deformação polar inicial e B é o declive da função. Verifica-se que existe uma correlação negativa entre a deformação polar e a dureza de polpa (Perez-Zuñiga *et al.*, 1983).

Tomando como índice de maturação a relação sólidos solúveis/acidez confirma-se que o índice de maturação varia no mesmo sentido que a evolução da “Deformação polar” acima referido.

Pode-se ainda proceder ao cálculo indirecto do índice de maturação (Moreno *et al.*, 1993). Este aumenta com o tempo e com a temperatura de armazenamento de acordo com a seguinte equação exponencial que traduz um índice de maturação:

$$Y_2 = A \cdot e^{\frac{t}{B} - \frac{C}{T}}$$

em que A é a acidez málica medida na polpa e expressa em percentagem; t é o tempo de armazenamento em dias; T são os açúcares totais e B e C são constantes disjuntas.

De acordo com Perez-Zuñiga *et al.* (1983), o índice de maturação só apresenta interesse prático quando para a sua determinação se utiliza um parâmetro escalar ε relativo à perda de peso, expresso em percentagem. Assim se considera o seguinte índice de maturação da autoria do referido investigador:

$$Y_3 = a + b \cdot \varepsilon \cdot e^{\frac{c}{\varepsilon}}$$

Em que a , b , c são constantes disjuntas já determinadas experimentalmente pelo “Instituto del Frio” de Madrid para algumas variedades. A título exemplificativo refira-se o melão cv. Tendral

Negro, conservado a 15° C em atmosfera normal com 21% de O₂ e 0% de CO₂ cujo índice de maturação se provou ser:

$$Y_{Tendral} = 92 + 9,18 \cdot e^{\frac{0,6514}{\epsilon}}$$

A predição da maturação é bastante mais complexa que a definição da maturação, assunto já de si bastante difícil. Baseia-se na utilização de modelos matemáticos que se ajustem ou reproduzam as alterações que ocorrem durante o desenvolvimento de modo a que possa ser predita a data precisa em que vai ser atingido um índice de maturação determinado.

A recolha da amostra de frutos é a primeira e decisiva operação a realizar para se proceder à definição do índice de maturação. Segundo Alavoine *et al.* (1988), uma amostra representativa deve ser de uma única variedade, de uma só plantação e a colheita deve ser toda do mesmo dia. Delhom (1986), de uma forma muito prática, indica alguns números relativos ao tamanho da amostra, 10 a 20 frutos por cada reboque ou camião que chega à central frutícola e 10 frutos para conhecer os parâmetros de maturação em frutos que estão a ser conservados.

Delhom (1986) esclarece quais as propriedades que um bom índice deve apresentar:

1. Objectividade e possibilidade de ser repetido.
Independentemente da pessoa que aplica o método, o resultado deve ser sempre o mesmo se aplicado várias vezes a uma amostra.
2. Rapidez e simplicidade.
Só assim poderão ser aplicados em locais de grande afluência de frutos como as centrais hortofrutícolas.
3. Sensibilidade.
O método deve ser capaz de revelar a evolução da característica em estudo mesmo que as variações sejam mínimas.
Os factores de ordem agronómica, culturais e climáticos não devem influenciar a característica em causa.
4. Quantificável.
A característica em estudo deve ser mensurável sendo o resultado um valor numérico, de modo a permitir transparência de resultados e comparações com outros.

Segundo Wills *et al.* (1984) o método utilizado deve ser não destrutivo.

Borsa *et al.* (1998) referem, como metodologia a adoptar para a distinção de diferentes estados de maturação, uma combinação de parâmetros relativos às propriedades físicas, devendo esse estudo ser feito especificamente para cada cultivar, para cada estado de maturação e com especial atenção na recolha de amostra. Pretendem que o modelo final seja aplicável a um procedimento real e passível de ser facilmente repetido.

Para o caso específico do melão é sabido que várias alterações ocorrem durante a maturação. Para os melões tipo Honeydew é indicado como valor padrão mínimo de maturação 10% de sólidos solúveis (Reid, 1992). Em estudos realizados com diferentes variedades verificou-se que os resultados de sólidos solúveis quando comparados com valores de firmeza e de concentração de etileno na cavidade placentária revelavam comportamentos e diferenças semelhantes (Quadro 3).

Quadro 3 - Alterações de alguns parâmetros durante a maturação de melão 'Honeydew'

Origem comercial	Classe de maturação	C ₂ H ₄ interno (ppm)	Firmeza da polpa (N)	Sólidos solúveis (%)
"Peto"	1	1,3	28,2	12,5
	2	7,2	20,6	12,9
	3	24,8	15,7	14,6
	4	30,8	9,8	14,6
"NK"	1	0,3	29,4	8,9
	2	3,3	19,6	11,4
	3	31,0	11,8	14,9
	4	31,4	13,7	13,5
"HM"	1	1,5	27,4	12,9
	2	4,5	17,6	12,1
	3	29,4	15,7	13,2
	4	31,2	9,8	13,5
"Asgrow"	1	0,7	36,3	11,3
	2	5,6	23,5	13,1
	3	23,4	14,7	13,1
	4	24,1	9,8	13,6

Fonte: Reid (1992)

Nas sementes provenientes da empresa comercial "NK" havia uma correlação acentuada entre o desencadear final da maturação, confirmado pelo aumento notório do etileno, e o atingir o valor aceitável de 10% de sólidos solúveis. Todas as outras sementes produziam frutos que estavam acima dos 10% antes da maturação ter sido atingida. Concluíram os autores que as alterações nos teores de etileno estão bem correlacionadas com firmezas baixas e que estes dois factores podem ser razoavelmente bem utilizados para predizer o conteúdo mínimo em sólidos solúveis para as diferentes variedades. Assim, o teor em etileno interno pode ser usado como parâmetro oficial para determinar os níveis adequados de maturidade com base em valores de sólidos solúveis.

Também Odet (1991), com base em trabalhos efectuados com algumas cultivares do tipo Charentais, refere como sinais exteriores de maturação do melão a elasticidade dos tecidos na parte oposta ao pedúnculo e a alteração na cor; dois parâmetros bastante subjectivos mas muito utilizados de forma empírica. Como sinais complementares indica: a murchidão da primeira folha inserida imediatamente a seguir ao fruto, sendo este facto pouco conclusivo em algumas das cultivares em estudo já que tal ocorre precocemente; o aparecimento de pequenos sulcos circulares à volta do pedúnculo, com especial incidência nalgumas variedades pertencentes ao tipo Charentais.

Quanto à composição do fruto, segundo o mesmo autor, quando se aproxima a maturação é habitual o aumento do conteúdo em sólidos solúveis medido por refractometria, um aumento da sacarose mais notório nos dias que antecedem a maturação e uma diminuição do amido das sementes durante o processo de maturação.

Apresentam-se no Quadro 4, os níveis de maturação utilizados por Cantwell (1998).

Quadro 4 - Caracterização dos estados de maturação do melão 'Honeydew'

Classe	Características
0 = Não Maduro ("Immature")	<ul style="list-style-type: none"> • Superfície com cor verde, aveludada; • sem aroma; • sem interesse comercial
1 = Maduro mas anterior à maturação organoléptica ("Mature, unripe")	<ul style="list-style-type: none"> • Superfície de cor clara esverdeada, aveludada; • sem aroma; • polpa quebradiça; quando se corta fractura-se; • nível mínimo de maturação comercial para colheita é de 10% de sólidos solúveis.
2 = Maduro aproximando-se da maturação organoléptica ("Mature ripening")	<ul style="list-style-type: none"> • Superfície clara com vestígios de verde; • epiderme menos aveludada e ligeiramente cerosa; • aroma ligeiro a notório; • fractura-se quando cortado com polpa quebradiça; • colheita comercial.
3 = Maturação organoléptica ("Ripe")	<ul style="list-style-type: none"> • Superfície de cor creme a amarelo claro, ligeiramente cerosa; • aroma evidente; • início da marcação da zona de abscisão; • polpa firme e não quebradiça quando cortada; • ideal maturação para consumo; • colheita para mercados locais.

Fonte: Cantwell (1998)

Almela *et al.* (2000) tentaram determinar o estado óptimo de maturação para a colheita, para o que utilizaram determinações de sólidos solúveis, acidez, peso dos frutos, emissão de etileno e cor exterior. Foram colhidas amostras 15 e 45 dias após polinização (DAP). As alterações na cor apresentaram-se correlacionadas com as mudanças avaliadas através dos outros parâmetros referidos. Assim impôs-se a busca de um índice cromático para definir a maturação óptima para colheita, de forma não destrutiva. As correlações que apresentaram os mais elevados valores foram: L/a ; a/b , $COL=2000a/LC$; $CCI=1000a/Lb$; sendo o maior valor de correlação o de L/C .

Liu *et al.* (1985) demonstraram, através de estudos realizados em melão tipo Cantaloupe, que o etileno estimula a actividade de formação de EFE durante a fase pré-climatérica que por sua vez vai incrementar a capacidade dos tecidos de converterem ACC em etileno.

Em trabalhos realizados por Guillén *et al.* (1993) com melão, relativamente à presença do etileno, tido como o principal elemento causador das alterações bioquímicas e fisiológicas conducentes à maturação, foi estudado o efeito da aplicação de etileno exógeno sobre melões colhidos antes de atingirem o grau de maturação adequado para a colheita. Foram colhidos frutos tipo Cantaloupe 'Alpha', com uma antecedência de 8 dias em relação à data normal de colheita e colocados à temperatura ambiente com 200 ppm de etileno durante 2 dias. Simultaneamente foi colocada uma amostra de frutos idênticos, mas sem aporte de etileno e também foram estudados frutos colhidos no estado óptimo de maturação. Os resultados destes ensaios revelaram que a aplicação de etileno estimula a síntese de ácido abscísico quer na pele

quer na polpa dos frutos. Também se verificou um estímulo na produção autocatalítica de etileno, da actividade da ACC oxidasa (1-aminociclo propano-1-ácido carboxílico) e da enzima formadora de etileno EFE ("ethylene-forming enzyme"), observando-se um notório avanço da maturação. Contudo não se verificaram diferenças significativas nos níveis endógenos de ACC e MACC (malonil-ACC). No que respeita a medições de carácter qualitativo dos frutos, notou-se uma diminuição da dureza dos frutos, talvez devida ao aumento da actividade de enzimas que causam a degradação da parede celular, como sejam as celulases e as poligalacturonases, não aumentando contudo os sólidos solúveis totais. Também não se verificaram alterações significativas na acidez dos frutos tratados.

Um grande aumento na produção de etileno acompanha o amadurecimento nos melões reticulados tipo Cantaloupe e nos melões tipo inodorus (Pratt, 1971; Pratt *et al.*, 1977; Liu *et al.*, 1985). Os melões do tipo reticulado produzem quantidades importantes de etileno na altura da colheita ou muito perto dela, enquanto que os outros tipos de melão só produzem etileno em quantidades apreciáveis pelo menos 20 dias após a colheita. Nota-se que os híbridos entre variedades pertencentes a estes dois tipos apresentam comportamento intermédio no que diz respeito à produção de etileno e à data em que ocorre, donde se pode conjecturar acerca do controlo genético deste comportamento (Kendall e Ng, 1988).

A biossíntese do etileno nos melões tipo inodorus segue a via do metionino ao etileno S-adenosylmetionona e 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) (Liu *et al.*, 1985). O etileno exógeno induz o amadurecimento em melões, mas a resposta depende de diversos factores tais como a idade fisiológica do fruto, a temperatura, a duração do tratamento e a concentração aplicada (Pratt, 1971).

2.3 - Conservação pelo frio

As temperaturas baixas são utilizadas porque diminuem a intensidade de todos os processos biológicos, físicos e químicos característicos do processo pós-colheita, que são causados por reacções enzimáticas, de acordo com a lei de Arrhenius (Correa, 1992).

A conservação de produtos agrícolas é uma ambição tão ancestral como o próprio instinto de sobrevivência do homem. Já no Mesolítico se moíam e armazenavam cereais. A conservação de alguns produtos agrícolas é especialmente problemática, sendo um bom exemplo disso os produtos hortícolas, altamente perecíveis pela sua riqueza em água e em substâncias facilmente alteráveis (glicídios, lípidos e prótidos).

A temperatura é um factor determinante da deterioração dos produtos frescos e da potencial vida útil e comercialização do mesmo (Thompson, 1998). Refira-se como exemplo, o caso apresentado por Nelson (1985) citado por Thompson (1998), da uva de mesa que se deteriora mais durante 1 hora a 32°C, que durante 1 dia a 4°C ou numa semana a 0°C.

Entenda-se por refrigeração o arrefecimento do produto a conservar, abaixo da temperatura ambiente e acima do ponto de congelação, havendo um valor óptimo para o objectivo em vista, que se designa por temperatura óptima de armazenamento.

A temperatura do produto é determinante para a definição da sua taxa respiratória. E porque, de uma forma simplista, o resultado final da actividade respiratória no período pós-colheita é a deterioração e a senescência, pretende-se diminuir até ao limite possível a respiração dos frutos, desde que não se cause morte ou danos nos tecidos. Também a produção de etileno e a sua própria sensibilidade ao etileno é afectada pela temperatura (Kader, 1992).

De acordo com Hardenburg *et al.* (1990) a refrigeração é recomendada porque:

1. Retarda o envelhecimento dos produtos no que diz respeito ao amadurecimento, perda de textura, e alterações de cor;
2. Inibe a ocorrência de metabolismos indesejáveis e produção de calor por acção respiratória;
3. Diminui a perda de humidade e murchidão daí resultante;
4. Minimiza as perdas por actuação de bactérias, fungos e leveduras;
5. Impede crescimentos indesejáveis, como no caso do abrolhamento nos tubérculos de batateira.

2.3.1 - Trabalhos realizados em conservação de melão pelo frio

A conservação de melão por motivos de carácter comercial impõe-se visto tratar-se de uma produção sazonal para consumo em fresco. A utilização de frio para essa finalidade adequa-se já que a acção das baixas temperaturas diminui muito a velocidade das reacções e também a capacidade de crescimento dos microrganismos causadores de deterioração, muito frequente durante a conservação destes frutos. Para avaliar o sucesso da conservação de melão vários aspectos são de considerar: a manutenção da cor, do sabor, da textura, a percentagem de frutos que se perdem por apodrecimento, as necroses causadas pelo frio, todos eles determinantes para a qualidade final do produto.

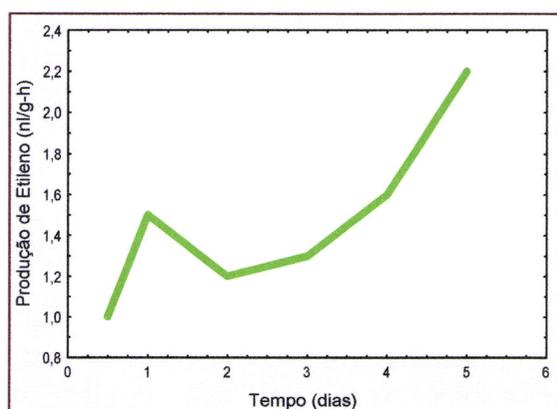
Têm sido realizados diversos trabalhos de conservação pelo frio de *Cucumis melo* L. que revelam que as condições adequadas são bastante variáveis com as diferentes variedades, com o grau de maturação e com as dimensões dos frutos (Laumonnier, 1979; Perez-Zuñiga *et al.*, 1983; Avelar, 1988; Santos, 1991 e Santos *et al.* 1998).

Miccolis e Saltveit (1994) testaram 6 cultivares de melão pertencentes ao tipo Inodorus, Naud. durante três semanas de conservação a 7, 12 e 15°C e mais tarde três dias a 20°C. Durante esse período de tempo os frutos das diferentes cultivares exibiram comportamentos distintos, sendo constante para todas as condições e cultivares a diminuição dos valores de firmeza e da produção de CO₂ e a não alteração dos valores de sólidos solúveis. A temperatura de conservação não apresentou efeito significativo na aparência externa de 'Honeydew' e 'Golden Casaba' mas as outras cultivares mostraram-se susceptíveis aos danos de frio. Por outro lado a perda de peso foi inferior a 3% para os melões conservados a 7 e 12 °C e de 4% para os frutos de 'Honeydew' e 'Honey Loupe' que se armazenaram a 15°C.

A tecnologia de conservação tem que ser exaustivamente estudada, permitindo a determinação exacta de temperaturas, de concentração de O₂ e de CO₂, grau de maturação do fruto mais adequado a esta finalidade e suas alterações durante o período de conservação.

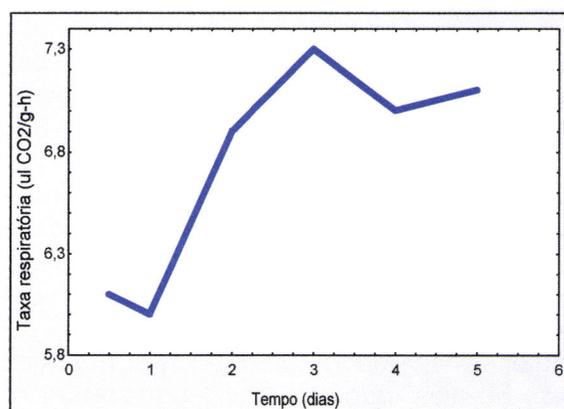
O facto do melão apresentar por vezes comportamentos muito discrepantes, no que diz respeito à respiração e à produção de etileno, segundo Sozzi (1973) referido por Perez-Zuñiga *et al.* (1983), diversifica muito o leque de opções de conservação adequadas a cada caso, para além de impossibilitar a sua classificação generalizada como fruto climatérico.

Trabalhos realizados por Cantwell (1990), na Universidade da Califórnia, confirmam a anterior afirmação já que detectam comportamentos muito díspares durante a conservação de melões de diferentes variedades. As Figuras 2, 3, 4 e 5 representam de forma gráfica o comportamento de frutos de duas variedades distintas, 'Shipper' e 'Easy Rider', no que diz respeito à produção de etileno e à taxa respiratória durante a sua conservação em condições idênticas (7,5°C de temperatura), sendo de notar as tendências absolutamente opostas verificadas em ambas.



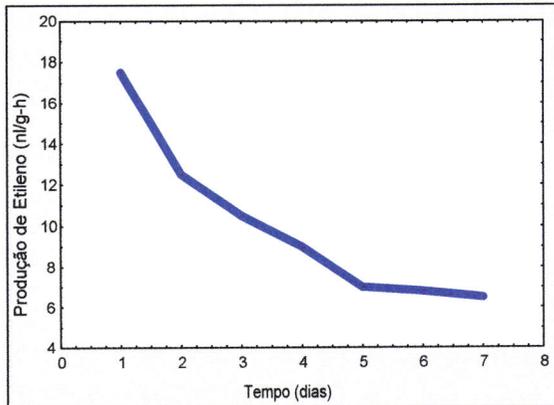
Fonte: Cantwell (1990)

Figura 2 - Produção de etileno durante a conservação de frutos de melão cv. Shipper a 7,5°C



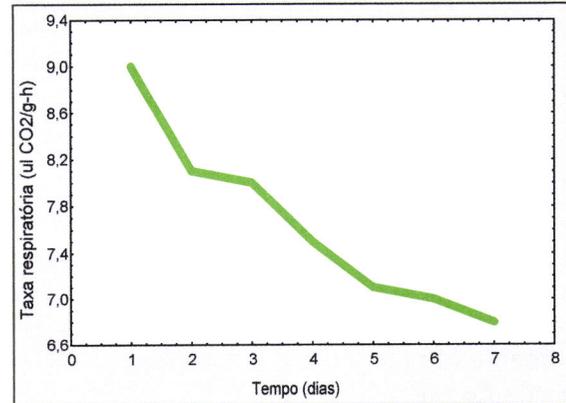
Fonte: Cantwell (1990)

Figura 3 - Taxa respiratória durante a conservação de frutos de melão cv. Shipper a 7,5°C



Fonte: Cantwell (1990)

Figura 4 - Produção de etileno durante a conservação de frutos de melão tipo Cantaloupe cv. Easy Rider a 7,5°C



Fonte: Cantwell (1990)

Figura 5 - Taxa respiratória durante a conservação de frutos de melão tipo Cantaloupe cv. Easy Rider a 7,5°C

Os melões do tipo reticulado apresentam regra geral um climatérico rápido correspondente ao tempo da maturação e abscisão, com o intervalo entre o mínimo do pré-climatérico e o pico do climatérico de 24 a 48 horas. Nos melões pertencentes ao tipo inodorus, tendo como casos estudados 'Honeydew' e 'Casaba', o climatérico pode estender-se a vários dias ou mesmo não existir (Kitamura *et al.*, 1975; Pratt *et al.*, 1977; Nukaya *et al.*, 1986; Kendall e Ng, 1988).

Perez-Zuñiga *et al.* (1983), em ensaios realizados com melões da variedade botânica *sacharinus* Naudin, cultivar Amarillo Oro e cultivar Tendral Negro, testaram as seguintes condições de conservação: 15°C ± 0,5°C, 90% de humidade relativa, diferentes percentagens de O₂ e de CO₂ e utilização de choque térmico inicial. Dos trabalhos de Perez-Zuñiga *et al.* (1983) e de Moreno *et al.* (1993), são de salientar as respostas diferentes das distintas cultivares às várias percentagens de oxigénio e de dióxido de carbono e ainda à prática do choque térmico inicial.

Ensaio realizado por Avelar (1988), com temperaturas de 1°C ± 1°C e 11°C ± 1°C revelam grande desvantagem das temperaturas mais baixas, nomeadamente com a perda de frutos devido ao aparecimento de manchas necróticas escuras.

Martínez-Javega *et al.* (1983), utilizando melão 'Tendral', estudaram a influência na conservação de melão de dois estados distintos de maturação, diferentes temperaturas de conservação: 2-3°C, 5-6°C e 7-8°C, com humidade relativa de 85-90%, de 12-13°C e 16-17°C com humidade relativa de 75-80%, atmosfera controlada, diferentes tratamentos fungicidas e ainda diferentes embalagens. Os frutos com estado de maturação menos avançado mostram maior sensibilidade aos danos por frio que os mais maduros, após 25 dias de armazenamento. Aos 50 dias todos os frutos armazenados a 5-6°C apresentam na quase totalidade manchas castanhas com cerca de 2 a 3 mm de diâmetro que afectam só a epiderme. As temperaturas inferiores a 7-8°C são responsáveis pelo aparecimento das referidas necroses. Quanto às perdas de peso por respiração e transpiração são maiores na modalidade a temperatura ambiente (20 a 25°C), durante os primeiros 25 dias de conservação; aos 50 dias as perdas de peso a temperaturas inferiores mantêm-se ao mesmo nível ou são até mais elevadas que as verificadas à temperatura ambiente, sendo mais acentuadas nos frutos mais maduros. Depois de 50 a 75 dias de conservação as perdas de peso a 7-8°C são mais reduzidas que a 12-13°C. Consideram os autores que a conservação deixa de ser economicamente rentável quando as perdas ocasionadas por desidratação, necroses e podridões alcançam 10% do peso inicial. Com base neste pressuposto o período máximo de conservação dos frutos proposto é de 41 dias.

Segundo Taylor e Tucker (1993) os melões pertencentes ao tipo reticulado apresentam uma vida comercial mais curta que os pertencentes ao tipo Inodorus. Hadfield *et al.* afirmam que os melões tipo Charentais (*Cucumis melo* cv *Reticulatus*) são climatéricos e apresentam um amadurecimento extremamente rápido.

O tipo reticulado segundo Hardenburg *et al.* (1986), apresentam um tempo de conservação de 14 dias, se se mantiverem em condições de 2 a 5 °C e 95% de humidade relativa, sendo temperaturas mais baixas causadoras de danos pelo frio. Os melões do tipo Inodorus podem ser conservados entre 7 e 10°C e 90% de humidade relativa, durante 3 semanas, mas danificam-se a temperaturas inferiores a 5°C.

Perez-Zuñiga *et al.* (1983) em trabalhos realizados com melão 'Amarillo Oro' e 'Amarillo Liso', constatou que a conservação frigorífica se processa optimamente durante um período de 1 mês e meio em atmosfera normal, à temperatura de 15°C e 80-85% de humidade relativa, sobretudo se for feito choque de frio inicial e tratamentos fungicidas pós-colheita. O melão 'Tendral Negro', segundo o mesmo autor, mantém as condições óptimas durante 3 a 3 meses e meio, a 15°C e 80-85% de humidade relativa, também com pré-refrigeração e tratamentos fungicidas pós-colheita.

Santos (1991) refere que também para melão tipo Cantaloupe, Gimer (1979) afirma que se mantêm as características durante 15 dias, se conservado entre 2,5 e 4,5°C.

Andre *et al.* (1982), testaram em melão tipo Cantaloupe temperaturas de 4°C, 8°C e 12°C, em dois estados diferentes de maturação: início de maturação e plena maturação, e concluíram que a temperatura de 4°C é a mais adequada para uma conservação de 10 a 20 dias. Notaram ainda que ao retirar o melão das câmaras de frio a maturação do melão avançava tanto mais rapidamente quanto mais elevada era a temperatura ambiente.

Ortiz (1972) citado por Santos (1991) refere de modo genérico para todo o melão que as temperaturas inferiores a 15°C e superiores a 7°C e valores de humidade relativa compreendidos entre e 85 a 90%, permitem a sua conservação com boas características até 12 semanas.

Santos (1991) procedeu à conservação de melão 'Branco da Lezíria' e 'Piel de Sapo' a 6^o+ 1°C e a humidade relativa de 95% durante 7 semanas, tendo concluído que entre a primeira e a segunda semana se verifica uma alteração positiva quer do sabor quer da textura, mantendo-se os frutos em boas condições nas três a quatro semanas seguintes. Por fim, nas duas últimas semanas do ensaio foram detectadas alterações de forma repentina que levaram à degradação dos frutos em estudo. Estas conclusões foram fundamentadas em dados de carácter reológico (dureza a partir de teste de Magness-Taylor, impacto mecânico, força tangencial por corte de amostra, punção do córtex e endocarpo e deformação com esfera do fruto inteiro), em determinações de sólidos solúveis totais por refractometria e recorrendo a análise sensorial.

De acordo com Cantwell (1990), as temperaturas de conservação mais habituais estão compreendidas entre 2,5 a 5°C, apresentando sensibilidade ao frio a temperaturas entre 0 e 2,5°C.

Segundo Andre *et al.* (1982), a temperatura de conservação do melão tipo Cantaloupe está compreendida entre 0^o e 10°C consoante a variedade; temperaturas entre 0^o e 3,5°C são favoráveis à conservação de frutos em maturação comercial ou já bastante avançada (Lutz e Hardenburg, 1977); melões menos maduros conservam-se melhor a temperaturas mais elevadas (Ulrich, 1954; citado por Andre *et al.*, 1982).

Odet (1991) indica a pré-refrigeração como fundamental para manter uma boa qualidade potencial do melão e refere 2 métodos possíveis: ar forçado que necessita de 4 a 8 horas para efectuar o arrefecimento e o duche de água gelada ("hydrocooling") com um período só de 40 a 50 minutos e refere ainda que a conservação não deve exceder as 3 semanas. O mesmo autor apresenta diversos valores, que constam do Quadro 5, recomendando a não utilização de temperaturas inferiores a 4°C que podem ser causadoras de acidentes fisiológicos.

Kader (1992) apresenta o conjunto de temperaturas para diferentes variedades que constam do Quadro 6.

Cantwell (1998) refere que para melões 'Honeydew' a temperatura de conservação durante um curto intervalo de tempo depende do estado de maturação à colheita previamente definido por esta autora (ver capítulo 2.2.1.1), como se pode observar no Quadro 7.

Quadro 7 - Temperaturas e tempos de conservação indicados para melões 'Honeydew' em distintos estados de maturação

Estado de maturação	Temperatura (°C)	Tempo de conservação (semanas)
1	7,5 a 10,0	4
2	5,0 a 7,5	3
3 e 4	2,5 a 5,0	2

Fonte: Cantwell, 1998

Legenda: Estado de maturação 1 - melões imaturos, Estado de maturação 2 - frutos maduros mas anteriores à maturação organoléptica, Estado de maturação 3 - frutos já muito próximos da maturação organoléptica, Estado de maturação 4 - frutos na maturação organoléptica

Quadro 5 - Condições de conservação, temperatura, humidade relativa e período de tempo, para melão 'Cantaloupe' e 'Honeydew'

Variedades	Temperatura (°C)	Humidade Relativa (%)	Período de Conservação (dias)
'Cantaloupe'	4 - 6 20	5 - 90 60	10 - 15 3 - 5
'Honeydew'	10 - 14	85 - 90 60	16 - 20 10 - 14

Fonte: Odet (1985)

Quadro 6 - Condições de temperatura e humidade relativa para conservação das variedades de melão 'Cantaloupe', 'Muskmelon' e 'Honeydew'

Variedades	Temperatura (°C)	Humidade Relativa (%)
'Musk melon'	10,0 a 12,5	85 a 90
'Honeydew'	5,0 a 7,5	-
'Cantaloupe'	2,5 a 5,0	90 a 95

Fonte: Kader (1992)

De acordo com a mesma autora, se se conservarem os frutos a temperaturas mais elevadas que as indicadas para o seu estado de maturação verifica-se um amolecimento dos tecidos e aumento notório dos aromas com uma vida útil mais curta que outros frutos idênticos conservados à temperatura indicada.

Também refere que temperaturas inferiores a 5°C em melões 'Honeydew' podem causar acidentes fisiológicos tais como necroses superficiais.

Segundo Trevor *et al.* (1998), de acordo com numerosos trabalhos realizados na Universidade da Califórnia, as temperaturas compreendidas entre 2,2°C a 5°C permitem uma conservação superior a 21 dias e superior à conservação a 2,2°C, embora se constate que a qualidade sensorial é reduzida.

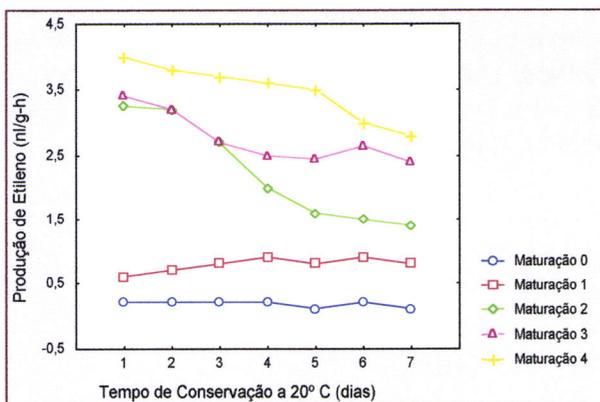
Valores de temperatura inferiores, tendo como exemplo 7 dias a temperaturas inferiores a 2,2°C, causam danos irreversíveis.

O grau de maturação dos melões no momento da sua entrada na câmara de frio influi consideravelmente na sua conservação e na qualidade final.

Em testes realizados pela equipa de Cantwell (1990) com a variedade 'Traveler', colhidos os frutos em 4 diferentes estados de maturação e conservados a 0°C e 2,5°C durante 4 e 5 semanas, mostrou-se que os frutos conservados a 0°C apresentavam maiores perdas que os conservados a 2,5°C, e os valores de firmeza e de sólidos solúveis totais também não se mostraram mais vantajosos.

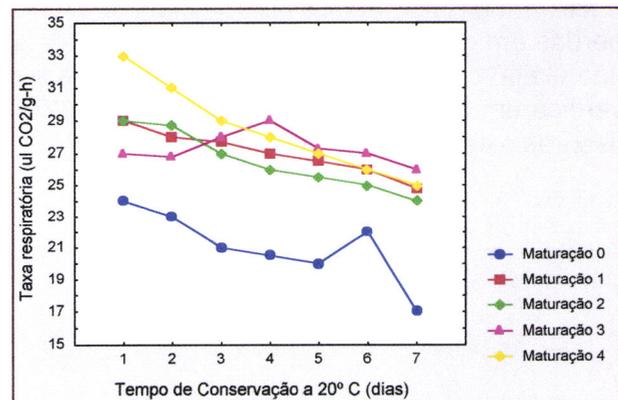
De acordo com experiências anteriores realizadas pela mesma equipa havia vantagens, em relação a aspectos qualitativos, na conservação a 2,5°C e não a 5°C, só no que diz respeito a perdas de frutos e perda de peso. Concluíram também que não havia vantagem em conservá-los a temperaturas inferiores a 2,5°C.

Experiências várias levadas a cabo pela referida equipa liderada por Cantwell (1990), com melões de “polpa de laranja”, divididos em 5 diferentes estados de maturação com base em observação exterior e concentração do etileno na cavidade placentária e conservados a 20°C, permitem concluir sobre a importância do estado de maturação na taxa respiratória e produção de etileno, já que esses grupos apresentaram comportamentos distintos, com realce para o comportamento dos frutos imaturos pertencentes à classe de maturação 0, no que diz respeito à taxa respiratória e classes 0 e 1 para a produção de etileno, como se pode observar nas Figuras 6 e 7.



Fonte: Cantwell (1990)

Figura 6 - Produção de etileno durante a conservação de melões de “polpa laranja” em diferentes estados de maturação, quando conservados a 20°C



Fonte: Cantwell (1990)

Figura 7 - Taxa respiratória durante a conservação de melões de “polpa laranja” em diferentes estados de maturação, quando conservados a 20°C

Brigati e Caccioni (1994/1995) em ensaios realizados com 'Pacio' e 'Soledo' concluiu que a primeira se adequa à conservação a 5°C num período compreendido entre 5 e 7 dias enquanto que a segunda cultivar apresenta maior potencial para conservação, exibindo menos perdas quer por danos por frio ("chiling") quer por frutos senescentes e após 10 dias a 5 e 10°C são considerados qualitativamente bons.

Refere o mesmo autor que as distintas variedades de melão apresentam diferenças extremas na sua sensibilidade aos danos causados pelo frio ("chiling") bem como no sucesso da conservação a temperaturas diferentes.

A pressão de turgescência no interior das células, como componente do potencial de água total, é de extrema importância nas características mecânicas dos tecidos e deste modo na avaliação da textura e sabor que o consumidor faz do fruto (De Belie *et al.*, 1998).

Após a colheita dos frutos estabelece-se um gradiente de pressão de vapor entre a atmosfera envolvente e os espaços intersticiais da polpa dos frutos, sendo as células corticais, imediatamente abaixo da epiderme, as que mais águas perdem. Deve pois manter-se a humidade relativa exterior elevada de modo a minimizar esta perda. Outros factores como o número de lenticulas, não funcionais ou obstruídos por ceras nos frutos maduros, a superfície específica dos frutos, a existência de danos mecânicos influenciam o controlo sobre a água perdida pelos frutos durante a conservação (Wills *et al.*, 1984; Thompson, 1998).

O melão considera-se incluído no grupo de produtos que não evidenciam sintomas de perda de peso até níveis muito elevados, sendo a sua vida útil limitada por deterioração, danos fisiológicos ou até alterações de sabor (Robinson *et al.*, 1975, citado por Thompson, 1998).

Contudo, Trevor *et al.*, (1998) referem que valores elevados de humidade relativa, 90 a 95%, são essenciais para maximizar a qualidade pós-colheita e prevenir dissecação dos tecidos. Salientam ainda que superfícies danificadas podem causar perdas de água significativas.

Por outro lado, longos períodos com valores elevados de humidade relativa ou com a ocorrência de condensação, induzem o crescimento de fungos de superfície causadores de elevadas perdas.

Fallik *et al.* (2000) tendo como objectivo o controlo de doenças criptogâmicas e a diminuição de perdas em conservações de longo prazo, testaram um método que consiste em lavar os melões tipo Gália, com água a $59 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 15s e escová-los. Utilizando um microscópio electrónico verificaram uma redução no número de colónias de *Alternaria* e *Fusarium* spp. e as pequenas fissuras existentes na superfície desapareciam parcial ou totalmente.

2.4 - Propriedades mecânicas e reológicas

As propriedades mecânicas dos materiais são as que determinam o seu comportamento quando se lhes aplica uma força: as propriedades de tensão-deformação sob cargas estáticas e dinâmicas, as características da fluência (Mohsenin, 1970b; Sitkei, 1986).

Uma definição de Reologia diz ser a ciência que procede ao estudo físico do comportamento mecânico dos materiais; designando-se por propriedades reológicas dos materiais as que causam deformação e fluxo no material submetido a cargas. Note-se que estas alterações dependem da natureza da força, da deformação causada e do tempo durante o qual a carga se exerce sobre o corpo.

A designação de propriedades mecânicas/reológicas fundamenta-se no facto de a mecânica estudar teoricamente corpos indeformáveis, designados por sólidos rígidos, o que não tem aplicação aos materiais reais, pelo que o estudo reológico dos corpos reais se torna indispensável para desenvolver estudos mecânicos.

Estas propriedades permitem quantificar e definir numerosos conceitos, que se podem relacionar com outro tipo de avaliação qualitativa como a textura.

De forma empírica os consumidores sempre estimaram propriedades mecânicas/reológicas como a firmeza do fruto, através da avaliação sensorial da deformação resultante da pressão aplicada pela mão e dedos ao fruto. A resistência do tecido durante a mastigação está pelo contrário mais relacionado com valores determinados em ensaios de ruptura.

A aplicação dos princípios fundamentais da Reologia deve servir de base teórica para o estudo do comportamento dos sistemas biológicos, tendo na devida conta as alterações constantes que se fazem sentir devido à sua origem natural. Acresce ainda que os factores ambientais e alguns aspectos endógenos como a idade da planta e equilíbrio dos fitorreguladores, causam alterações notórias nas características reológicas dos produtos, nomeadamente na sua elasticidade.

Embora a investigação aplicada aos sistemas biológicos se revista de grandes dificuldades, sobretudo devido à multiplicidade de factores intervenientes e ao carácter muito instável que caracteriza estes sistemas, são muitas as razões que induzem ao seu estudo sob o ponto de vista reológico. Citem-se para já, as apresentadas por Mohsenin (1972):

1. Caracterizar o material;
2. Conhecer o momento óptimo de colheita;
3. Ser possível realizar uma colheita selectiva;
4. Desenhar métodos óptimos de selecção;
5. Eliminar material indesejável que se junta indevidamente aos frutos;
6. Processar correctamente os produtos;
7. Avaliar e controlar a qualidade e /ou textura;
8. Estudar danos em colheita, manipulação e armazenamento;
9. Conhecer a aceitação do produto pelo consumidor a partir da avaliação da sua textura.

As propriedades fundamentais que permitem a caracterização do comportamento reológico de um material são: elasticidade, plasticidade e viscosidade.

Note-se que os materiais naturais existentes nunca apresentam um comportamento exclusivamente plástico ou elástico, sendo estes modelos utilizados como termos de comparação ou base de estudo para a avaliação dos materiais reais. Os produtos agrícolas



apresentam comportamento viscoelástico podendo ser estudados com base em modelos viscoelásticos lineares.

2.4.1 – Elasticidade

Assim, entende-se por elasticidade a capacidade de recuperar a forma primitiva que têm os corpos elásticos quando cessa a causa da deformação (Sánchez-Marín e Lasheras, 1975).

Um corpo é perfeitamente elástico se ao lhe ser aplicada uma força se deforma instantaneamente e se esta deformação desaparece também de forma instantânea quando essa força cessa.

O corpo de Hook representa de forma clássica e ideal um corpo elástico em que a tensão é proporcional à deformação; ao recuperar a sua forma inicial fá-lo de forma linear pelo que a representação gráfica é uma linha recta.

Quando ocorre comportamento elástico não linear a representação gráfica exhibe uma linha curva, podendo ser côncava ou convexa. Se a curva de tensão crescente coincide com a curva de tensão decrescente diz-se que a elasticidade é perfeita, se não houver coincidência estamos perante um caso de histerese.

Os produtos agrícolas e alimentares regra geral não apresentam comportamento elástico. Segundo Mohsenin (1970a), e sendo hoje inquestionável, os frutos e muitos dos outros alimentos sólidos apresentam um comportamento viscoelástico, com referência para algumas pomóideas com limites de deformação muito baixos, sendo possível determinar a proporção da deformação elástica relativamente à deformação total, o que se denomina por grau de elasticidade (Oikku e Sherman, 1980)

O módulo de elasticidade ou de Young (N/m^2) para corpos elásticos é dado por:

$$E = \sigma_n / \varepsilon$$

Em que σ é a tensão de tracção ou compressão, em Pa que é obtida a partir de F/S sendo F a força e S a secção recta do corpo; ε representa a deformação axial unitária que é dada por $\Delta l/l$ e l é a dimensão do corpo, considerando uma amostra.

Apresentam-se alguns valores de módulo de elasticidade E no Quadro 8.

Quadro 8 - Valores do módulo de Young para alguns materiais

Materiais	Módulo de Young E (N/m^2)
Batata	$3,7 \times 10^6$
Cortiça	8×10^5
Lã	$0,3 \times 10^{10}$
Chumbo	1×10^{10}
Ferro	18×10^{10}
Aço	25×10^{10}

No caso de tensão tangencial ("Shear modulus"), o modulo de elasticidade tangencial G também chamado de rigidez é dado por:

$$G = \tau / \gamma$$

Onde representa τ a tensão tangencial ($\tau = F / S$) e γ a deformação tangencial ($\gamma = D / l = \text{tg } \theta$).

Para caracterizar um material isotrópico bastam estes dois módulos anteriormente definidos, módulo de elasticidade ou de Young E e o módulo de elasticidade tangencial G , embora se possam também usar o módulo volumétrico da elasticidade K e a relação de Poisson

Se o corpo estiver submetido à pressão hidrostática, o módulo volumétrico da elasticidade ou compressibilidade K ("bulk modulus") é dado por:

$$K = -P / \varepsilon_v$$

Sendo ε_v a deformação em volume $\varepsilon_v = \Delta v / v$ e P é a pressão hidrostática.

A relação de Poisson, segundo Ruiz-Altisent (1986), é o valor da deformação transversal relativa à correspondente deformação axial, devido a uma tensão distribuída uniformemente sob o limite de proporcionalidade do material, sendo o limite de proporcionalidade a máxima tensão que pode suportar um material sem sofrer desvio de proporcionalidade entre a tensão e a deformação ou seja sem se desviar da lei de Hook. De uma forma mais perceptível explique-se que quando um corpo é submetido a uma força de tracção ou de compressão a sua largura sofre quase sempre uma alteração no sentido da diminuição no primeiro caso e de aumento no segundo caso; a relação entre a contracção lateral e a alongado, dentro do limite da elasticidade, é a referida relação adimensional de Poisson (η).

Todos os produtos agrícolas apresentam valores de Relação de Poisson compreendidos entre 0 e 0,5, como se pode observar no Quadro 9, apresentando as maçãs um valor de cerca de 0,4 e todos os restantes frutos mais rugosos valores que rondam 0,5. Regra geral, considera-se que estes dois módulos acima referidos, elasticidade e elasticidade tangencial, são suficientes para definir um material isotrópico, contudo é frequente a utilização do módulo volumétrico da elasticidade e da relação de Poisson.

Quadro 9 - Valores da relação de Poisson para alguns materiais naturais

Materiais	Relação de Poisson (adimensional)
Cortica	0,0
Pão	0,0
Batata	0,26 - 0,43
Endosperma de milho	0,32
Gelatina	0,50
Queijo tipo "Chandler"	0,50
Maçã	0,37 - 0,40

Adaptado de Sitkei (1986) e Ruiz-Altisent (1986)

De acordo com Sitkei (1986) as relações entre estas quatro constantes elásticas, que só são válidas para materiais isotrópicos, são as seguintes:

$$G = 3 E K / (9 K - E)$$

$$K = E / (3 (1 - 2\eta))$$

$$E = 9 G K / (3K + G)$$

$$\eta = (E - 2 G) / 2 G$$

2.4.1.1 - Contacto elástico de Hertz

A teoria do contacto de Hertz, de 1881, tem sido base do estudo para a análise de fenómenos quase estáticos e também dinâmicos. Segundo Ruiz-Altisent *et al.* (1987), as equações derivadas da teoria de Hertz, tanto de compressão estática como de impacto, podem aplicar-se

ao estudo da resistência de frutos. Com base na sua teoria de contacto, Hertz, em 1896, estudou o contacto entre corpos isotrópicos elásticos. Centrou-se nos seguintes pontos:

- Forma da superfície
- Magnitude da curva de pressão
- Distribuição das pressões normais sobre a superfície de pressão
- Magnitude da pressão máxima
- Aproximação dos centros de ambos os corpos ou deformação conjunta.

Goodier (1968) citado por Ruiz-Altisent *et al.* (1987), formulou as seguintes hipóteses:

1. material dos dois corpos em contacto é homogéneo;
2. As cargas aplicadas são estáticas;
3. Verifica-se a lei de Hook, o que pode supor-se para condições de cargas pequenas;
4. As tensões são nulas nos extremos opostos de ambos os corpos, se se considerarem semi-infinitos;
5. Os raios de curvatura dos corpos são muito grandes quanto à superfície de contacto;
6. Na superfície de contacto entre os corpos não existem forças tangenciais.

Consideram-se dois corpos, 1 e 2, com raio de curvatura mínimo e raio de curvatura máximo respectivamente nos pontos R_1 e R'_1 para o corpo 1 e R_2 e R'_2 para o corpo 2, que são sujeitos a uma compressão de força F (Figura 8).

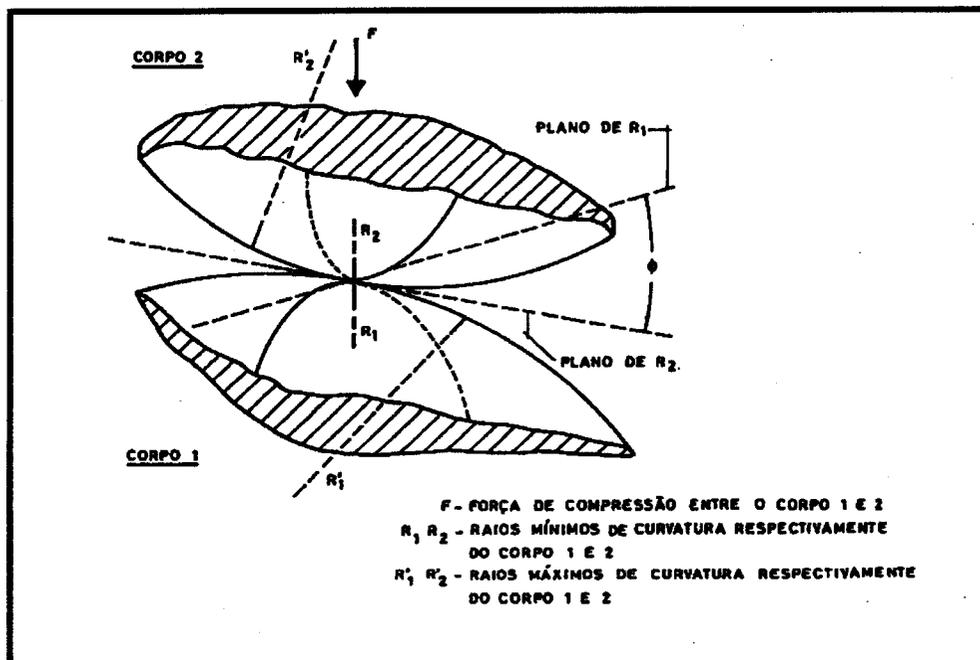


Figura 8 - Representação esquemática de um caso geral do contacto de Hertz

Baseados na teoria de Hertz, foram estudadas fórmulas que permitem o cálculo das tensões máximas de compressão na superfície de contacto e da deformação conjunta dos dois corpos. Para o estudo da distribuição das tensões no interior dos corpos em contacto considerou-se uma esfera elástica cujo coeficiente de Poisson era de 0.49, como se pode observar na Figura 9. Observa-se que a tensão de compressão é máxima na superfície e toma valores muito baixos a uma profundidade tripla do raio da superfície de contacto.

A tensão cortante máxima localiza-se a uma profundidade de 0,5 vezes o referido raio. Em ensaios realizados com maçã e pêsego por Shigley (1963), referido por Ruiz-Altisent *et al.* (1988), verifica-se que o início do dano se produz a essa profundidade o que realça a importância destas tensões cortantes.

Geyer *et al.* (1998) demonstraram que em frutos e vegetais em contacto com uma superfície dura, inicialmente a distribuição da pressão, sendo função da distância ao centro da pressão, tem um perfil parabólico com o seu valor máximo no centro. A forma desta distribuição está assim de acordo com a teoria do contacto de Hertz apresentada.

Aqueles autores encontraram ainda diversas formas do dano causado pelo contacto com as referidas superfícies, sendo de referir as maçãs e peras com uma aparência de colapso da zona central e uma distribuição circular em relação a esse ponto de contacto e a batata e cebola com um comportamento diferente, observando-se uma superfície de contacto correspondendo à zona de contacto.

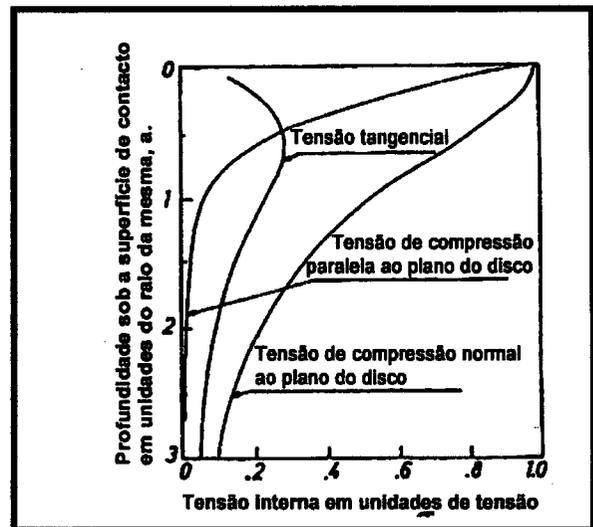
2.4.2 - Plasticidade

Plasticidade é referida como a capacidade de um material para se deformar de forma permanente (Ruiz-Altisent, 1987).

A teoria da plasticidade de Hell data de 1960 e refere-se à descrição matemática da acção e reacção em sólidos que sofrem deformações plásticas.

O modelo habitualmente utilizado consiste num bloco colocado sobre uma superfície horizontal e é designado por "Corpo de St. Venant".

Para que esse corpo deslize sobre a superfície a força aplicada tem que ser superior à fricção provocada. As forças inferiores à resistência causada pela fricção não têm qualquer efeito. Se a força aplicada for superior à de fricção então causa deslocamento que cessa assim que essa força diminuir para valores inferiores aos da força de fricção. No entanto, segundo Krammer e Szazesniak (1975), este modelo não descreve o comportamento plástico ideal com exactidão. Considerando que a fricção estática é normalmente superior à fricção cinética, a força



Fonte: Ruiz-Altisent *et al.*, 1979; Jarén, 1994

Figura 9 - Distribuição das tensões no interior de uma esfera elástica de $\eta = 0,49$, submetida a compressão por um disco plano. As tensões são correspondentes ao eixo vertical que passa pelo centro da zona de contacto (Ruiz-Altisent *et al.*, 1979)

necessária para movimentar inicialmente o bloco terá que ser maior que a necessária para manter o deslocamento. Embora o modelo simule a força inicial superior à necessária para manter o movimento, essa diferença não é habitualmente considerada.

Outro aspecto a considerar é que os materiais reais tendem a sofrer tanto deformação plástica como elástica, pelo que para simular a resposta real deve ser adicionado em série com o elemento de fricção um elemento elástico.

Alguns sólidos exibem deformação elástica, logo recuperável, até um valor da força aplicada em que ocorrem deformações irreversíveis sob um nível constante dessa força aplicada.

O comportamento não elástico dissipativo é referido como deformação plástica.

Os materiais reais apresentam inicialmente um comportamento elástico e depois plástico.

Alguns trabalhos realizados por Batal *et al.* (1970), com tomate, permitiram estudar as relações entre tensão e deformação da epiderme do tomate; concluíram que a resistência ao gretamento dos frutos pode ser estimada a partir do alongamento até à ruptura que mostra a elasticidade e plasticidade da epiderme.

2.4.3 - Viscosidade

Segundo Schlichting (1968), citado por Krammer e Szazesniak (1975), considera-se como caso ideal de viscosidade o de um fluxo laminar de um fluido, entre duas placas, estando uma delas imobilizada e a outra animada de um movimento rectilíneo, com velocidade constante e paralelo à direcção das placas.

O comportamento do fluido é caracterizado pela sua adesão a ambas as placas, sendo o valor da velocidade na placa mais baixa de zero e na mais alta igual à velocidade da própria placa.

A viscosidade, de acordo com a lei de Newton, é expressa da seguinte forma:

$$\mu = \eta \left(- \frac{dv}{dy} \right)$$

Em que η é o coeficiente de viscosidade; dv/dy representa o gradiente de velocidade no fluxo laminar.

Os fluidos que apresentam um comportamento de acordo com esta lei são designados por fluidos Newtonianos. Esta propriedade é uma constante do material que se altera com a temperatura.

Se se verificar uma relação não linear, então o fluido é dito não Newtoniano e o coeficiente de viscosidade η será referido como viscosidade aparente pois é função do gradiente de velocidade sob as condições em que se realiza o teste.

Segundo Charm (1971) é usada como expressão nestes casos a equação:

$$\mu = b \left(- \frac{dv}{dy} \right) + C$$

Onde S é a constante de pseudoplasticidade; b é um factor de proporcionalidade; C é a força no ponto de fluidez ("Yield stress"); μ é a viscosidade e dv/dy é o gradiente de velocidade no fluxo laminar.

2.4.4 - Viscoelasticidade

Os materiais com propriedades reológicas que associam o comportamento viscoso dos fluidos e elástico dos sólidos são referidos como materiais com comportamento viscoelástico (Krammer e Szczesniak, 1975). Assim, este comportamento é caracterizado por combinar uma dependência do tempo, a viscosidade, com uma recuperação parcial da tensão, a elasticidade.

É ainda de salientar que o tempo e a temperatura fazem variar os módulos de elasticidade e de viscosidade aparente, obtidos a partir de diferentes situações experimentais (Sousa, 1988).

Considera-se que os produtos agrícolas são viscoelásticos e podem ser estudados com base em modelos viscoelásticos (Rha, 1975).

Nos materiais tidos como linearmente viscoelásticos a relação entre a tensão e a deformação é somente função do tempo e não da magnitude da dita tensão, quaisquer que sejam as condições de tensão ou deformação a que o material esteve sujeito.

Se as tensões de deformação são suficientemente pequenas, então os materiais viscoelásticos podem considerar-se como viscoelásticos lineares. Caso a magnitude da tensão conduza a uma deformação irreversível, mesmo que parcialmente, então a relação tensão/deformação é função, para além do tempo, do próprio nível de tensão e pode até considerar-se como viscoplasticidade (Moshenin, 1970b e Ruiz-Altisent, 1987).

Segundo Whorlow (1980), a gama de deformações para as quais o comportamento real dos materiais é sensivelmente linear depende do tipo de material, contudo é sempre reduzida, o que torna muitas vezes difícil o estudo dos produtos agrícolas e alimentares, visto apresentarem grande diversidade de composição e o seu comportamento físico ser complexo, afastando-se assim das condições de linearidade.

É sempre necessário indicar detalhadamente qual o método utilizado para a determinação dos parâmetros, pois o tipo de método, a condução da experiência e as condições em que este decorre influenciam notoriamente o valor do parâmetro.

A dificuldade na determinação das técnicas para caracterizar o comportamento viscoelástico dos materiais tem incentivado a sua discussão e estudo, pelo que são numerosos os cientistas que a este tema se dedicaram. Refiram-se os cientistas pioneiros nestes trabalhos: Pao (1955), Eirich (1956), Alfrey e Gurnee (1957), Lee e Radok (1959), Ferry (1961), Yang (1966), Hamann (1970), Mohsenin (1970b).

Alguns deles concluíram que as teorias que explicavam o comportamento elástico e viscoso dos materiais se aplicavam aos materiais com comportamento viscoelástico. Considera-se que nos materiais viscoelásticos os módulos de elasticidade e outros coeficientes não são considerados constantes mas função do tempo e da frequência para cada material.

Alfrey e Gurnee (1957) e Ferry (1961) são autores de expressões matemáticas que foram obtidas através da adequação de técnicas matemáticas a uma solução elástica que pode ser usada para desenvolver uma expressão que represente a resposta do material viscoelástico à força ("stress") e à deformação ("strain"). A diversidade de métodos para especificar as

propriedades viscoelásticas é muito grande pelo que têm sido efectuadas diversas tentativas com o objectivo de as agrupar.

Segundo Mohsenin (1970b), é possível estudar o comportamento viscoelástico dos materiais e determinar as relações entre a tensão, a deformação e o tempo para um determinado tipo de deformação e carga.

Refiram-se os ensaios em produtos alimentares de Batal *et al.*(1970), Calzada e Peleg (1978); Chen *et al.* (1984) que estudaram a relação tensão/deformação e outros como Canet (1980), Chen e Chen (1986), Chen e Sun (1984), Gil Sierra *et al.*(1984), Gil Sierra (1990) que estudaram a relaxação da tensão. Chen *et al.* (1984) estudaram ainda a deformação retardada e as curvas do módulo dinâmico.

Outra importante linha de estudo do comportamento viscoelástico dos materiais diz respeito ao impacto mecânico.

2.5 – Determinação instrumental da textura e maturação

2.5.1 – Dureza, firmeza e textura

Textura é um conceito geral de qualidade que descreve a percepção na boca, as características avaliadas pelo sentido do tacto, as propriedades cinestéticas ou manifestações de carácter reológico. Integra assim na sua definição magnitudes reológicas como o grau de elasticidade e de plasticidade, com outras de carácter qualitativo que ainda não apresentam definições claras como firmeza e dureza (Barreiro e Ruiz-Altisent, 1996).

Assim, a definição de textura é muito ambígua, pelo que são numerosas as definições não sendo nenhuma inteiramente satisfatória. Bourne (1978) enumera as características inerentes a este conceito:

1. Diz respeito a um grupo de propriedades físicas que dependem da estrutura dos alimentos.
2. São as propriedades mecânicas e reológicas que estão relacionadas com o conceito de textura e não outras propriedades físicas como as ópticas, eléctricas, magnéticas, temperatura e propriedades térmicas.
3. Trata-se de um conjunto de propriedades relacionadas entre si e não de uma única característica.
4. É avaliada pelo tacto, habitualmente a boca, mas outras partes do corpo como as mãos podem ser usadas.
5. Não está relacionado com sabor ou odor.
6. A sua medida objectiva é conseguida através de valores de massa, distância e tempo.

O mesmo autor define as propriedades de textura de um alimento, como um grupo de características físicas relacionadas com a estrutura do alimento; são avaliadas pelo tacto, e relacionadas com a deformação, desintegração e fluidez do alimento quando sujeito a uma força. Esse grupo de características pode ser medido objectivamente por funções de massa, tempo e distância.

A firmeza e dureza são consideradas por Barreiro (1994) atributos texturais importantes, que são indicativos de consistência dos frutos, sendo o ensaio mais comum para a sua determinação o de Magness-Taylor.

Segundo Barreiro e Ruiz-Altisent (1996) o conceito de dureza, em materiais comuns em engenharia como os metais, é análogo ao de firmeza entendendo-se como consistência do material. Apresenta-se associado fundamentalmente às propriedades plásticas dos metais e só em segunda análise com as propriedades elásticas dos mesmos.

Entende-se por firmeza a resistência à penetração com ruptura e por dureza a firmeza determinada mediante outros parâmetros indicativos, de igual modo, da consistência dos frutos, tanto por meios quase estáticos como dinâmicos, sem ruptura dos frutos (Jarén, 1994).

De acordo com Barreiro e Ruiz-Altisent (1996), o conceito de firmeza de contacto diz respeito à consistência dos frutos determinada tradicionalmente como a força necessária para deformar a superfície de um fruto com um polegar. É um atributo textural importante em frutas, muito utilizado para a determinação do momento óptimo de colheita, avaliação da qualidade durante o armazenamento e conservação pelo frio e estado de maturação para posterior processamento industrial.

A firmeza pode ser determinada através de distintas magnitudes como a resistência à ruptura, o módulo de elasticidade, a indeformabilidade (“stiffness”) ou qualquer outra magnitude proporcional às anteriores. A determinação da firmeza através de medida de resistência é possível através da utilização de testes de penetração, frequentemente o de Magness-Taylor, considerados normalizados para esse fim.

Segundo Chen e Tjan (1998), a utilização de métodos de estudo de impacto mecânico permite a avaliação da firmeza dos frutos, tendo como comprovação desta afirmação os resultados da aplicação de impactos causados por esfera de pequenas dimensões e raio de curvatura conhecido sendo medida a aceleração da esfera. Também Garcia-Ramos (2000) e Ortiz-Cañavate *et al.* (2000) utilizaram um dispositivo de impacto para medir a firmeza em frutos, numa linha de embalagem experimental.

Melschau *et al.* (1981) usaram um sistema de micro-deformação para medir a firmeza em peras tendo obtido bons resultados em termos de rapidez, 2 peras por segundo, e fiabilidade contudo causava danos nos frutos. Outro sistema de micro-deformação foi desenvolvido por Bellon *et al.* (1994) obtiveram-se muito bons resultados na classificação de 560 pêssegos em 3 classes de textura, com cerca de 92% de acerto.

2.5.2 – Relação entre a textura e a maturação

Segundo Correa (1992), as alterações na textura dos frutos durante o processo de maturação são das mais importantes e passíveis de ser mensuradas.

As células do parênquima que constituem a parte comestível de alguns frutos têm as suas paredes constituídas por microfibrilas de celulose muito fortemente comprimidos entre si e incluídas numa matriz amorfa formada por substâncias pécticas, hemicelulose, proteínas, lenhinas e água, constituindo no seu conjunto uma camada fina e de comportamento elástico. A turgescência que caracteriza estes tecidos é devida à capacidade que estas células apresentam para absorver água através das suas paredes e gerar uma tensão hidrostática entre elas.

Por outro lado, a lâmina média forma uma camada amorfa de natureza plástica composta por pectina, que aumenta as células do parênquima e determina as características reológicas destes tecidos.

O processo de maturação leva à degradação dos hidratos de carbono poliméricos, sobretudo das substâncias pécticas e hemiceluloses, debilita as paredes celulares e as forças de coesão entre as células, daí a diminuição da firmeza e logo a alteração das propriedades reológicas dos tecidos.

O trabalho de Krammer e Szczesniak (1975) é decisivo ao estabelecer ensaios objectivos de carácter mecânico, como a penetração, para avaliar as referidas alterações de textura. Este autor afirma que a textura dos frutos está relacionada com coesividade e forma das células, com a turgidez, com as estruturas de suporte e com a composição dos tecidos; diz ainda que essa textura depende também das transformações que ocorrem, nas acima mencionadas características sobretudo nas substâncias pécticas das paredes celulares, durante o processo de maturação.

Pantástico (1975), citado por Correa (1992), considera que as alterações na espessura das paredes celulares, a permeabilidade do plasmalema e a proporção de espaços na parede celular são responsáveis pela diminuição dos valores de medição da textura durante o processo de maturação.

2.5.3 - Impacto mecânico

O conceito de impacto foi definido por Goldsmith (1960) como qualquer tipo de carga instantânea, descontínua ou aperiódica. Mais tarde esta definição foi corroborada por Manor (1978), que afirma que a colisão de dois ou mais corpos produz um impacto devido à adição de dois efeitos: o contacto entre si dos corpos na zona de impacto e a propagação das ondas geradas pelo mesmo.

Actualmente, está implícito no conceito de impacto a definição do intervalo de tempo em que actua a força. Segundo Ruiz-Altisent (1986), força de impacto é aquela que actua num intervalo de tempo muito curto, na ordem dos 10ms, período que se considera como a duração do tempo de impacto. Outros autores estabelecem outros períodos de tempo, como Garcia (1988), que define impacto como um fenómeno mecânico que implica o contacto entre duas ou mais massas, uma das quais, pelo menos, se move a uma velocidade elevada, sendo essa carga aplicada num período de tempo inferior a 15 ms.

O estudo do impacto entre dois corpos é uma extensão da teoria de Hertz sobre o contacto entre dois corpos convexos, como é assumido por Mohsenin (1970b), Timoshenko e Goodier (1970).

Neste caso as equações fundamentais são dadas pelas seguintes fórmulas:

Deformação máxima:

$$D_{max} = \left[\frac{15}{16} \pi v^2 A \right]^{\frac{2}{5}} \left[\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \right]^{\frac{1}{5}} \left[\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right]^{\frac{2}{5}}$$

Tempo de duração do impacto:

$$t = 2.9 \frac{D_{max}}{v}$$

Tensão normal máxima:

$$\sigma_{max} = 0,2515 \left[\pi^4 \frac{v^2}{A^4} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right]^{\frac{1}{5}} \left[\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right]^{\frac{3}{5}}$$

Raio da superfície de pressão:

$$a = \left[\frac{15}{16} v^2 A \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right]^{\frac{1}{5}} \left[\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right]^{\frac{2}{5}}$$

Sendo $A = (1-\eta_1^2) / E_1 + (1-\eta_2^2) / E_2$; V representando a velocidade relativa entre ambos corpos; m_1 e m_2 as massas dos corpos 1 e 2 respectivamente; R_1 e R_2 raios dos corpos 1 e 2 respectivamente; η é o coeficiente de Poisson do fruto, neste caso com o valor de 0.49 e E representa o módulo de elasticidade do fruto.

2.5.3.1- Parâmetros de impacto

Para o estudo e definição de um impacto há que definir alguns parâmetros fundamentais. Segundo Ruiz-Altisent (1987), é indispensável a determinação da energia de impacto, energia absorvida, energia de rebote e velocidade de carga. Chen *et al.* (1985) referem como indispensáveis a definição de força máxima, velocidade após impacto, deformação máxima não recuperável.

Os referidos parâmetros de impacto são organizados em três categorias por Garcia (1988).

O primeiro grupo de parâmetros inclui: deformação máxima, deformação permanente, profundidade crítica, extensão e largura do dano, profundidade do dano, impulso máximo. Estes parâmetros estão relacionados de forma linear com a altura de queda, o que foi confirmado pelos referidos autores através de análise regressional de dados. O impulso que pode ser calculado por integração da curva “força /tempo” revelou-se, segundo os mesmos autores, como uma boa medida da energia de impacto, estando linearmente relacionada com a altura de queda e sendo independente do estado de maturação.

O segundo grupo é constituído por: força máxima de impacto (FI), declive óptimo da curva “força /tempo” (FT), coeficiente entre os dois anteriores (FI/FT), velocidade de rebote. Todos estes parâmetros exibem uma alta relação linear com a altura de queda, mesmo para estados de maturação acentuados. A percentagem de energia de rebote, ou elástica, revelou-se um parâmetro intermédio relacionado com valores dos módulos de elasticidade calculados.

No terceiro grupo de parâmetros estão incluídos: duração total do impacto (TT), duração final do impacto (TF), o incremento entre elas (TT-TF), tempo necessário para atingir a força máxima, declive óptimo da curva força /deformação, módulo de elasticidade aparente, máxima força tangencial. Todos estes parâmetros estão linearmente relacionados com o grau de maturação, daí a sua utilidade como índices de qualidade e/ou maturação.

O módulo de elasticidade em peras está muito relacionado com o seu grau de maturação pelo que Chen e Friedley (1979) o utilizaram para pôr em prática um método não destrutivo de classificação de peras. Utilizavam para isso um disco plano, logo com raio infinito ($R_2 = \infty$), e várias esferas impactantes com diferentes diâmetros. Faça-se notar que no primeiro caso de $R_2 = \infty$ o módulo de elasticidade é muito afectado pelo raio do fruto. Se a esfera impactante for demasiado pequena aumenta a tensão aplicada sobre o fruto e o dano que causará (Jarén, 1994).

Delwiche *et al.* (1987), Lichtensteiger *et al.* (1988), citados por Bellon *et al.* (1994), concluíram que as características de tempo eram sensíveis à elasticidade e relativamente insensíveis à forma do fruto.

Experiências levadas a cabo por Delwiche *et al.* (1988) evidenciaram que a relação força máxima/(tempo para a força máxima)² e o coeficiente de restituição estavam altamente correlacionado com o módulo de elasticidade do fruto e com medidas de firmeza da polpa efectuadas com penetrómetro, e que essa mesma relação se apresentava pouco relacionada com a massa e o raio do fruto.

Energia de impacto

A expressão $E_{imp} = m.g.h$ permite o cálculo directo da energia de impacto, sendo conhecidos os valores da altura da queda livre ou do pêndulo, bem como o peso da massa impactante.

Horsfield *et al.* (1972) adaptaram ao estudo dos impactos a teoria de Hertz. Assim, a tensão de compressão máxima que deverá ser inferior ao ponto de ruptura dos tecidos, quando ocorre o impacto é dada pela seguinte expressão:

$$T \max = K_1 \times mgh^{1/5} \times \left(K_2 \frac{1}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}} \right)^{4/5} \times (1/R_1 + 1/R_2)^{3/5}$$

Em que R_1 , R_2 são os raios de curvatura dos corpos em contacto; K é constante; m é a massa do corpo; g é a força da gravidade e h a altura de queda da esfera impactante

Velocidade de carga

Impacto é produzido quando há contacto entre dois corpos, um dos quais se move a elevada velocidade.

Segundo Hellebrand (1985), 0,1mm/s é a velocidade mínima aceitável para que aquele ocorra. A própria definição de impacto estabelece como tempo de duração 10 milisegundo (Ruiz-Altisent, 1986) ou período inferior a 15 milisegundo (Garcia, 1988).

O impacto distingue-se da força quasi estática precisamente pela duração do contacto entre os dois corpos (Fluck e Ahmed, 1973).

Para a mesma energia aplicada verificam-se diferenças acentuadas nas respostas produzidas nos frutos, ou seja nos danos, consoante essa energia é aplicada a alta ou a baixa velocidade (Mohsenin, 1972; Holt e Schoorl, 1977; Sitkei, 1986).

Segundo Chen *et al.* (1985), o cálculo da velocidade é indispensável para a definição e estudo do impacto, sendo determinado o seu valor através dos danos de deformação. Assim, poderão ser posteriormente analisados os parâmetros dependentes da velocidade relacionados com a susceptibilidade ao dano.

Considerando que os frutos apresentam um modelo de comportamento viscoelástico, com a aplicação de um impacto a componente elástica salienta-se enquanto que a resistência estrutural dos tecidos passa a ser responsável pela resposta do fruto à força aplicada. A resposta, ou seja a ruptura, em materiais como os frutos com comportamento viscoelástico, depende da velocidade da carga aplicada (Sinobas, 1988).

O efeito significativo da velocidade de deformação na velocidade de fractura e na deformação de amostras cilíndricas de maçãs, variando a velocidade de deformação entre 0,05 e 0,15mm/s, foi observado por Chen e Sun (1984) e permitiu-lhes inferir sobre a importância da componente viscosa do material vegetal na sua resposta mecânica.

Têm sido realizados grande numero de trabalhos de investigação com pêndulo e queda livre que permitem afirmar que quando se verificam impactos a velocidade do impacto, que inicialmente pode determinar a velocidade de deformação, está directamente relacionada com a altura de queda, logo com a energia de impacto e a sua variação de forma independente destes factores é impossível.

Relações teóricas entre parâmetros

Segundo Chen *et al.* (1985), os parâmetros que devem ser considerados durante um estudo de impactos são: energia de impacto, velocidade de impacto, ou seja velocidade antes do impacto, energia absorvida, força máxima, velocidade após impacto, máxima deformação e deformação não recuperável.

A energia e velocidade são facilmente mensuráveis, mas para a medição dos restantes parâmetros é necessário equipamento de grande rapidez de leitura e registo uma vez que parâmetros como a aceleração e deslocação mudam muito rapidamente.

Também a utilização de relações teóricas entre os distintos parâmetros é de grande utilidade no estudo dos impactos (Chen *et al.*, 1985).

A velocidade da massa impactante $v(t_1)$, é dada por:

$$v(t_1) = \sqrt{2gh}$$

Sendo t_1 o tempo no início do impacto; g a aceleração da gravidade e h a altura da queda.

A velocidade $v(t)$, a aceleração $a(t)$ e o deslocamento da esfera $x(t)$ durante o impacto serão respectivamente:

$$v(t) = v(t_1) + \int_{t_1}^t a(t) dt$$

A deformação do fruto durante o impacto é dado por:

$$x(t) = x(t_1) + \int_{t_1}^t v(t) dt$$

$$D(t) = x(t) - x(t_1) = \int_{t_1}^t v(t) dt$$

Com $t_1 \leq t \leq t_2$

A força exercida no fruto pela esfera impactante é dada por:

$$F(t) = ma(t)$$

Em que m é o valor da massa impactante.

Finalmente, a energia transferida da esfera para o fruto pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$E(t) = m \int_0^{D(t)} a(t) dD(t)$$

Em que m representa a massa do corpo impactante; D a deformação do mesmo e $dD(t)$ a derivada da deformação em função do tempo

2.5.3.2 - Métodos de estudo de impactos

Passa-se a fazer referência sumária aos trabalhos, métodos e parâmetros do estudo de impactos que mais interesse apresentaram quer para um melhor conhecimento dos materiais quer para a adequação dos métodos teóricos aos casos concretos.

São muito variados os métodos que têm sido aplicados ao estudo de impactos, ou melhor, à determinação correcta de parâmetros que os caracterizam. Antes de mais é necessário simular em laboratório as condições de impacto e registar os valores dos parâmetros adequados.

Assim, têm sido numerosos os métodos experimentais utilizados.

Segundo Manor (1978) e Ruiz-Altisent *et al.* (1987) são de destacar os seguintes:

- Queda livre de frutos sobre superfícies duras e sobre superfícies macias (Figura 10 e Tabela de referências 1).
- Queda livre de uma massa sobre o fruto ou fragmento deste (Figura 11 e Tabela de referências 2).
- Impacto produzido por um pêndulo simples ou composto sobre o material intacto ou não (Figura 12 e Tabela de referências 3).
- Impacto produzido por um êmbolo pneumático (Tabela de referências 4).
- Impacto produzido por um projectil impulsionado por uma mola ou outro mecanismo (Figura 13 e Tabela de referências 4).

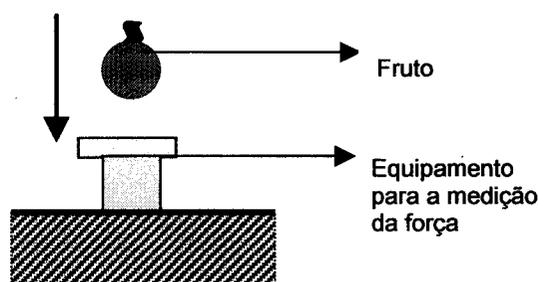


Figura 10 - Representação esquemática simplificada dos ensaios de queda livre de fruto sobre superfícies duras ou acolchoadas

Tabela de referências 1 – Ensaios de impactos produzidos por queda livre de frutos sobre superfícies duras e acolchoadas.

REFERÊNCIA	MATERIAL VEGETAL	PARÂMETROS OBSERVADOS
Edgerly (1951)	Batata	Altura de queda e dano
Isenberg (1955)	Batata	Altura de queda e dano
Green (1956)	Batata	Altura de queda e dano
Austin e Depolph (1962)	Maçã	Altura de queda e dano
McColloch (1962)	Tomate	Altura de queda e dano
Finney (1967)	Diversos frutos	Altura de queda e dano
Rehkugler e Markwardt (1971)	Maçã	Aceleração máxima, duração do impacto
Rider et al. (1973)	"Pseudo-frutos"	Aceleração máxima, duração do impacto
Rumsey (1974)	Maçã	Dimensões do dano, altura de queda
Fluck (1975)	Diversos frutos	Altura de queda, força máxima, diferentes medidas do dano
Kunze et al. (1975)	Pêssego	Dimensões e massa do fruto, energia do impacto, raio e profundidade do dano
Sarig (1976)	Maçã	Altura de queda, força máxima
Sarig et al. (1976)	Maçã	Altura de queda, força máxima
Diener et al. (1977)	Maçã e pêssego	Altura de queda, volume do dano, tempo de rebote
Mohsenin et al. (1978)	Diversos frutos	Altura de queda, volume do dano, massa do fruto, diâmetro do fruto, duração do impacto
Ruiz-Altisent et al. (1979)	Maçã, pêssego, tomate e damasco	Módulo de elasticidade aparente, raio de curvatura, diâmetro e volume do dano
De Baerdemaeker et al. (1982)	Maçã	Frequência da sua ocorrência com determinada amplitude de força, firmeza
Delwiche (1986)	Modelo generalizada para frutos	Massa, forma e firmeza do fruto, elasticidade, raio de curvatura, velocidade de contacto, força máxima/tempo necessário para a atingir
Delwiche e Baumgardner (1983)(1985)	Pêssego	Firmeza, peso, sólidos solúveis, cor
Nahir et al. (1986)	Tomate	Cor do fruto, peso do fruto, firmeza, resposta à força de impacto
Delwiche et al. (1987)	Frutos	Firmeza, elasticidade, raio de curvatura, velocidade de contacto, força máxima/tempo, massa, forma, raio de curvatura
Schulte et al. (1993)	Pêssego	Altura de queda, ocorrência de dano, firmeza da polpa no local com dano
Hilton (1994)	Maçã, melão e papaia	Velocidade, velocidade de rebote, energia absorvida
Rato (1997)	Pêra rocha	Volume do dano e altura de queda

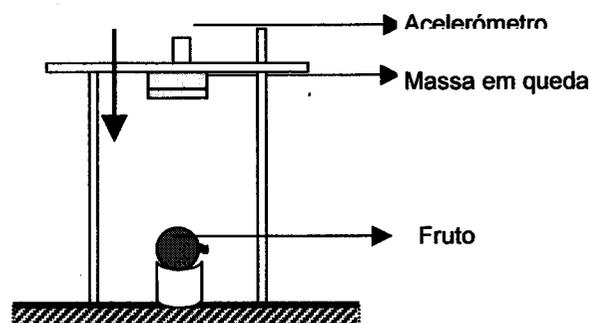


Figura 11 – Representação esquemática simplificada de queda de uma massa sobre o fruto

Tabela de referências 2 - Ensaios de impactos produzidos por queda livre de uma massa sobre um fruto ou parte deste

REFERÊNCIA	MATERIAL VEGETAL	PARÂMETROS OBSERVADOS
Hammerle e Mohsenin (1966) Mohsenin (1970a)	Maçã	Altura de queda, volume de dano, massa do fruto, força máxima, altura de rebote
Fluck e Ahmed (1973)	Diversos frutos inteiros. Metades de maçã. Amostras cilíndricas de batata	Altura de queda, duração do impacto, desaceleração
Fluck (1975)	Diversos frutos	Altura de queda, diferentes medidas do dano, força máxima
Kunze <i>et al.</i> (1975)	Pêssego, usando fruto sobre fruto	Altura de queda, dimensões e massa do fruto, profundidade e raio do dano, energia de impacto
Manor (1978)	Maçã, usando fruto sobre fruto	Altura de queda, dimensões e massa do fruto, firmeza, dimensão do dano, duração do impacto, força máxima, momento inicial, impulso
Chen <i>et al.</i> (1985)	Maçã	Aceleração, tempo
Chen <i>et al.</i> (1987)	Pêra asiática	Firmeza, volume e características do dano
Ruiz-Altisent <i>et al.</i> (1987)	Pêra asiática	Firmeza, volume e características do dano
Ruiz-Altisent (s/d)	Maçã e pêra	Força máxima, firmeza e textura
Garcia (1988)	Pêra e maçã	Energia de impacto, características do dano e maturação
Sinobas (1988)	Pêra e maçã	Altura de queda, maturação, forma e volume do dano
Santos (1991)	Melão	Altura de queda, Força máxima, tempo total e dureza
Correa (1992)	Abacate	Força máxima, tempo total e dureza

REFERÊNCIA	MATERIAL VEGETAL	PARÂMETROS OBSERVADOS
Santos e Ruiz-Altisent (1994)	Melão	Força máxima, tempo total
Barreiro e Ruiz-Altisent (1994)	Pêra e maçã	Força máxima e deformação máxima, deformação permanente, duração do impacto, energia absorvida
Garcia e Ruiz-Altisent (1993)	Pêra e maçã	Força máxima, deformação
Ruiz-Altisent (1993)	Maçã, pêra, abacate	Tempo total, tempo até força máxima, duração até $V = 0$, força máxima, deformação máxima, módulo de elasticidade e outros
Jarén, (1994)	Pêra, maçã	Raio de curvatura, altura de queda, volume de dano, força máxima e outros
Steinmetz <i>et al</i> (1994)	Pessego	Força máxima, dureza
Steinmetz <i>et al</i> (1996)	Diversos frutos	Tempo vs desaceleração, deformação máxima, energia absorvida, módulo de elasticidade

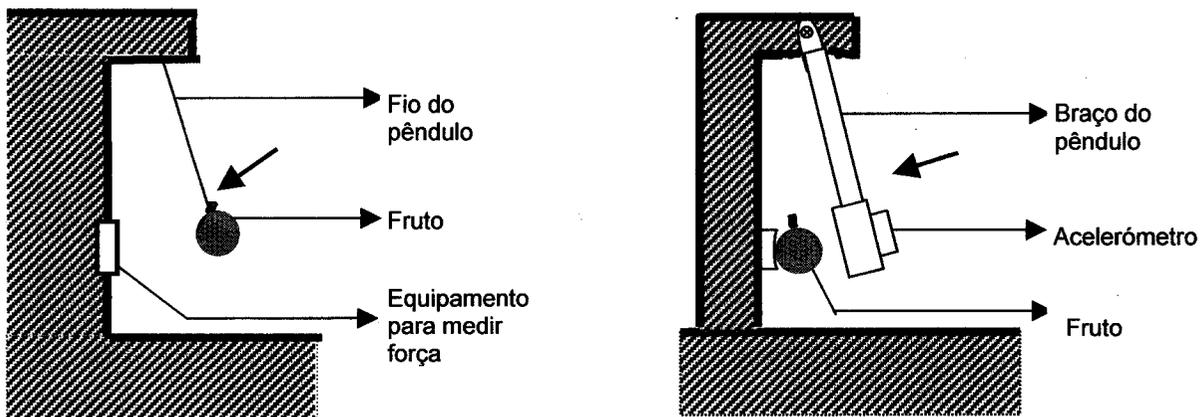


Figura 12 – Representação esquemática simplificada do teste de impacto por pêndulo simples (A) e por pêndulo composto (B)

Tabela de referências 3 - Ensaios de impactos em frutos e tubérculos produzidos por pêndulos simples ou compostos, sobre material intacto ou não

REFERÊNCIA	MATERIAL VEGETAL	PARÂMETROS OBSERVADOS
Friedley <i>et al.</i> (1964)	Metades de pêssego	Energia potencial do braço do pêndulo; índices do dano
Bittner <i>et al.</i> (1967)	Maçãs	Diâmetro e massa do fruto, altura de queda, altura de rebote
Nelson (1967) Nelson e Mohsenin (1968)	Maçãs	Dimensões e massas do fruto, altura de queda e rebote, volume do dano, raio da área de contacto, influência da temperatura
Mohsenin (1970a), (1970b)	Frutos diversos Maçãs	Altura de queda e de rebote, dimensões do dano, altura de queda e de rebote, profundidade do dano, deformação máxima

REFERÊNCIA	MATERIAL VEGETAL	PARÂMETROS OBSERVADOS
Rehkugler e Markawardt (1971)	Maçãs	Altura de queda, dimensões do dano
Simpson (1971) Simpson e Rehkugler (1972)	Metades de Maçãs	Dimensões e massa do fruto, altura de queda, diâmetro do dano, diâmetro do contacto, curva de força tempo
Fluck e Ahmed (1973)	Frutos diversos (mais de 10 espécies), inteiros e em metades	Altura de queda, duração do impacto, desaceleração máxima, impulso
Fluck (1975)	Frutos diversos	Altura de queda, diferentes medidas do dano, força máxima
Jindal e Mohsenin (1976)	Frutos diversos, milho	Dimensões dos frutos, força máxima, duração do impacto, área de contacto, impulso
Mohsenin <i>et al.</i> (1978)	Frutos diversos	Volume do dano, duração do impacto, velocidade do impacto
Skrobacki (s/d)	Tubérculos de batateira	Energia de impacto, velocidade de impacto, diâmetro da bola, ângulo de rebote, índice de fractura
Jarimopas (1984)	Maçãs	Energia de impacto, medidas da deformação
Hemmat e Murfitt (1985)	Tubérculos de batateira	Deformação máxima, velocidade de impacto, dimensões do dano, historial da deformação
Baganz (1993)	Tubérculos de batateira	Aceleração e velocidade durante o impacto, energia de impacto, dano, força máxima
Molema <i>et al.</i> (1998)	Tubérculos de batateira	Energia de impacto, dano

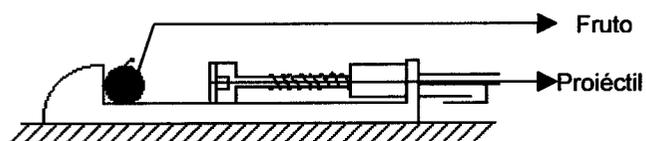


Figura 13 - Representação esquemática simplificada de projétil impulsionado por uma mola

Tabela de referências 4 - Ensaios de impactos em frutos produzidos por êmbolos e projétil impulsionado por mola

TIPO DE TESTE DE IMPACTO	REFERÊNCIA	MATERIAL VEGETAL	PARÂMETROS OBSERVADOS
Impacto produzido por um embolo	Kunze <i>et al.</i> (1975)	Pêssego	Dimensões e massa dos frutos, profundidade e raio do dano, energia.
	Holt e Schrool (1977)	Maçã	Energia de impacto, velocidade do impacto e volume do dano
Impacto produzido por um projétil impulsionado por uma mola	Holt e Schrool (1977)	Metades de maçã	Deslocação e aceleração do projétil, velocidade do impacto e do rebote, volume do dano

Os métodos mais utilizados são sem dúvida os da queda livre de frutos sobre superfícies, queda livre de massa sobre frutos e impactos produzido por pêndulo, pois com base nestes ensaios é possível a determinação de valores muito importantes para o conhecimento do comportamento físico dos frutos.

Estes últimos ensaios de impactos produzidos por êmbolo ou projectil impulsionado por mola, caíram em desuso no que diz respeito ao estudo de características mecânicas.

Há ainda que considerar que os frutos se podem encontrar estáticos ou animados de movimento. Se o fruto estiver fixo, a transferência de momento realiza-se sobre ele mesmo pela massa impactante, logo a força aplica-se no ponto de impacto e no apoio, produzindo-se assim dois danos. Se pelo contrário o fruto estiver com movimento, enquanto decorre o impacto, existe uma transferência do momento entre o fruto e a superfície que sofreu o impacto e portanto só se aplica a força a um ponto referido por ponto de contacto.

2.5.3.2.1 - Referências ao actual método de estudo de impactos

A partir do estudo de um impacto são diversas as informações que se podem obter.

O simples estudo de uma curva de impactos, segundo Fluck (1975), permite determinar a força máxima, que corresponde ao ponto mais alto da curva, a duração do impacto, que é o intervalo de tempo até cessar o contacto, e o movimento.

A área sob a curva de impacto corresponde à alteração da velocidade, segundo Wright e Splinter (1968), e pode ser usada para cálculo da energia de impacto. Supondo que o fruto não retoma a sua forma anterior ao impacto, a energia de impacto seria dada pela seguinte fórmula:

$$E_{imp} = \frac{1}{2} m (v_i^2 - v_f^2) + mg \Delta dt$$

Em que:

$$E_{imp} = (v^2 - v_f^2) + mg \Delta dt,$$

sendo v_i a velocidade inicial; v_f a velocidade final; m a massa da massa impactante; g a aceleração da gravidade e Δdt a deformação não recuperável.

Até à década de 70 esses estudos estavam bastante limitados pois os dados eram registados com um osciloscópio e depois transferidos para um computador digital, o que limitava o estudo aprofundado dos impactos.

Com o recente desenvolvimento da informática surgiu a grande oportunidade de a adaptar e utilizar nesta área.

Assim Finney e Massie (1975) desenvolveram um sistema informatizado que, utilizando o método do impacto mecânico por pêndulo, permitia o registo de força, deformação e sua relação durante o impacto.

Tendo em vista a simplificação do registo e análise de dados foi elaborado um sistema em que os sinais passam através de um transdutor de força e um sensor fotoeléctrico e logo depois são enviados para o computador através de um amplificador, um multiplexor e uma estrutura conversora analógica digital. Na década de 80 Jarimopas (1984) prosseguiu o estudo de impactos utilizando este sistema (Figura 14).

Já em 1985, Chen *et al.* desenvolvem um novo mecanismo para medição da firmeza que se fundamenta no impacto de uma massa constante em condições de queda livre. Com a sua

utilização é possível registar a desaceleração da massa impactante quando entra em contacto com o fruto bem como o tempo de impacto. Podem-se assim estabelecer os parâmetros de velocidade do impacto e deformação do fruto através da integração de ambos os parâmetros, nas equações cinemáticas de um movimento uniformemente desacelerado.

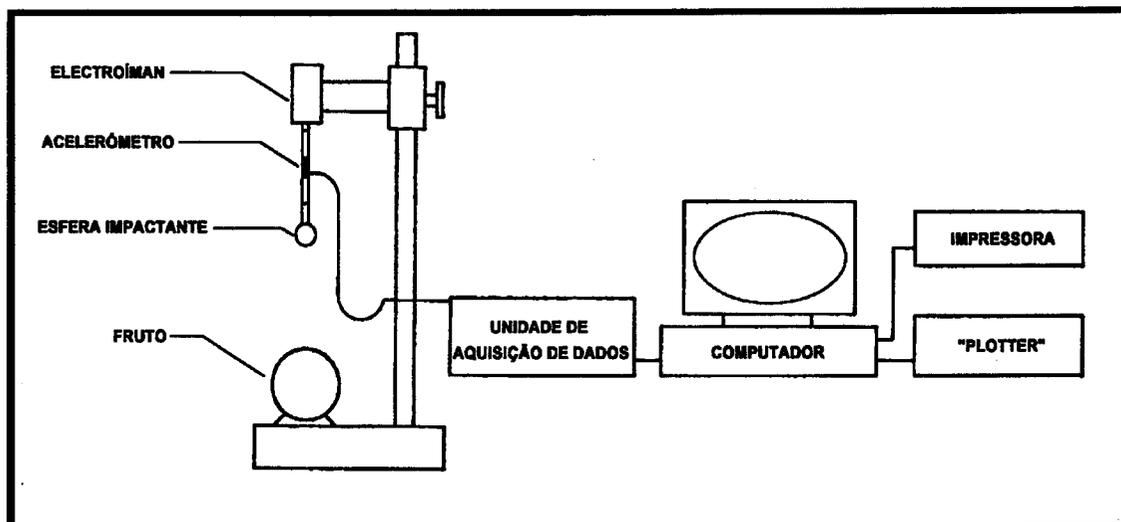


Figura 14 - Representação esquemática do dispositivo de estudo de impacto mecânico desenvolvido por Paul Chen e outros investigadores, na Universidade da Califórnia, em 1985

Este novo método de estudo de impacto foi impulsionador de variadíssimos estudos sobre textura de frutos, sobretudo em duas instituições pioneiras: Universidade de Califórnia, com Paul Chen, e Universidade Politécnica de Madrid, com Margarita Ruiz-Altisent, ambos autores do referido dispositivo denominado impactador vertical LPF 1.0.

Contudo as linhas de trabalho desenvolvidas foram distintas. Na Universidade de Davis pretendeu-se encontrar um único parâmetro que fosse fiável na determinação da firmeza; apontem-se a título de exemplo os trabalhos desenvolvidos por Delwiche (1986) e Delwiche *et al.* (1988) que propõem a utilização da pendente força-tempo e posteriormente a relação força-tempo. Refiram-se também os estudos de Zhang e Brusewitz (1991) que retomam a ideia inicial do estudo da pendente força-tempo.

A linha de trabalho seguida na Universidade Politécnica de Madrid pretendia aprofundar o estudo do impacto e dos seus parâmetros e relacioná-los por um lado com o estado de maturação de diversos frutos (maçã, pêra, pêsego, abacate) e por outro lado relacioná-los com outros testes já normalizados, como o de penetração segundo Magness-Taylor.

Numerosos trabalhos foram realizados dentro desta perspectiva, sendo de referir: Jarén (1994) com o estudo de pêra e maçã; Jarén *et al.* (1992) e Ruiz-Altisent (1993), com a selecção automática de frutos com base num conjunto de parâmetros de impacto, indicadores da dureza; Santos (1991), com estudo de melão e evolução da sua maturação em frio; Correa (1992), com determinação de firmeza em abacate; Barreiro (1994) com estudos de maçã, pêra, pêsego e damascos.

Em 1994, Barreiro e Ruiz-Altisent, ao compararem diversos métodos para avaliação de firmeza, em pêra e maçã, concluíram mais uma vez que o impacto se revela como um método mais rigoroso que a compressão ou a punção da pele.

Segundo Ruiz-Altisent *et al.* (1986), a utilização de referido dispositivo de ensaio e do "software" adequado, permite quando da realização de um impacto a memorização de dados relativos a

cem valores de aceleração, são imediatamente visíveis no monitor as curvas de velocidade, aceleração, força, valores máximos de aceleração e deformação e o tempo de impacto. Através de cálculos já programados são facilmente obtidos os valores da força, deformação, energia máxima, energia absorvida e duração do impacto (Figura 15).

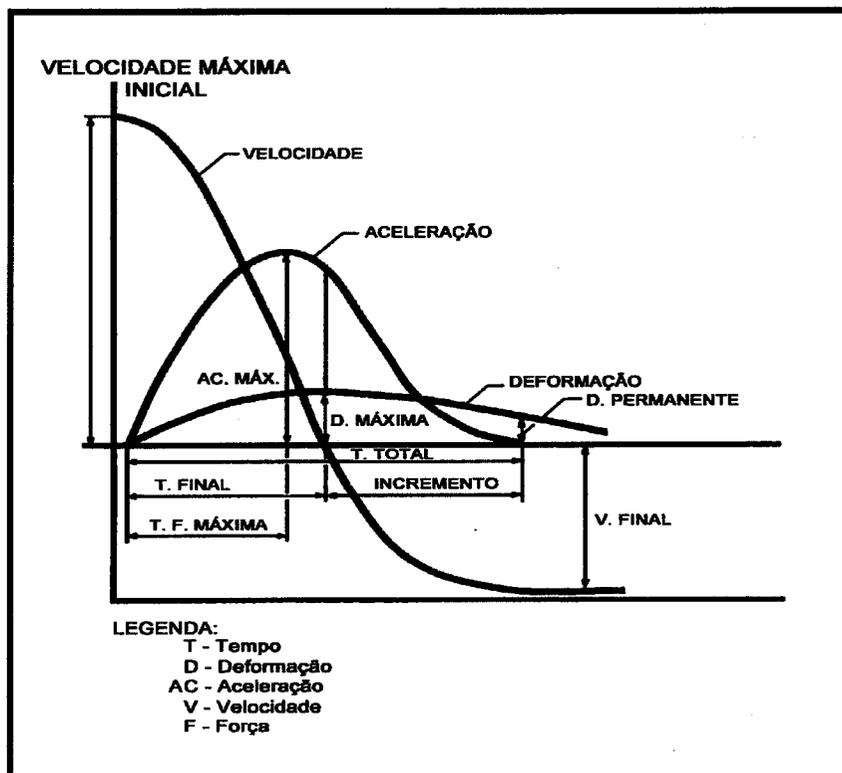


Figura 15 - Representação gráfica dos parâmetros mais relevantes observados durante um teste de Impacto

Os programas existentes permitem também o cálculo de valores que relacionam distintos parâmetros, como são os casos de: módulos de elasticidade (Fekete e Felföldi, 1994), descontinuidade de força ("bioyield point"), alteração de força, tempo necessário para atingir a força máxima, tempo necessário para a deformação máxima e ainda força e deformação durante o impacto com base em modelo elástico.

Com a utilização deste sistema é possível a obtenção de modelos e dados que permitem a comparação com outros casos em estudo.

A precisão das medidas dos parâmetros de impactos é indispensável para o correcto estudo dos impactos. É de salientar que com a utilização do dispositivo de ensaio geral de impactos, similar ao acima referido, se conseguem leituras de aceleração de 0 até 1000m/s² perfeitamente lineares e com uma precisão superior a 99,9% (Chen *et al.*, 1985).

Chen e Tjan (1998) apresentaram um método adaptado à tarefa de calibragem, fundamentado no Impacto Mecânico, com a utilização de uma esfera de pequenas dimensões e apontaram como principal vantagem o facto da aceleração medida ser independente da massa do fruto e pouco sensível ao raio de curvatura do mesmo. Conseguiram com a aplicação deste método proceder à calibragem de 4 frutos por segundo com um máximo de 6 frutos por segundo e obtiveram valores de correlação de 0,85 relativamente à medição de firmeza de Magness-Taylor em pêssegos.

Os mesmos autores referem ainda as seguintes vantagens do método:

1. Aumenta a potência do sinal de aceleração medido, facilitando a detecção e maximizando a relação sinal ruído ("signal to noise ratio");

2. índice de firmeza é sensível às mudanças verificadas na firmeza dos frutos;
3. Minimiza o erro causado pelo movimento do fruto durante o impacto;
4. Minimiza o dano causado ao fruto durante o impacto;
5. Permite grande velocidade na aquisição de dados.

2.5.3.2.2 – Outros métodos baseados no impacto mecânico e estudo de vibrações

Outra perspectiva da aplicação de impactos é o estudo das características vibracionais, que tem vindo a ser utilizado, cada vez com maior frequência, para avaliação da firmeza de frutos através do conhecimento do seu módulo de elasticidade. São de salientar os trabalhos com vibrações de baixa frequência realizados por Hamann e Carroll. (1971), com vibrações sónicas, levados a cabo por Abbot *et al.* (1968) e Finney (1970), (1971), (1972) e o estudo da resposta acústica, por Yamamoto *et al.* (1980), (1981), Yamamoto e Haginuma (1984a), (1984b), Armstrong *et al.* (1990), Chen e Huarng (1992), Minamoto *et al.* (1996).

Refiram-se também os estudos com ultra sons de Sarker e Wolfe (1983), particularmente os estudos realizados com melão.

Os sinais acústicos produzidos por impacto foram estudados por Hayashi *et al.* (1995) na perspectiva de lhe permitirem uma avaliação correcta da qualidade em diversos frutos, entre os quais o melão. Os resultados foram obtidos a partir de ondas transmitidas na superfície do fruto e a sua velocidade de transmissão permite prever a firmeza do mesocarpo, já que a velocidade de propagação das ondas varia drasticamente com o estado de maturação.

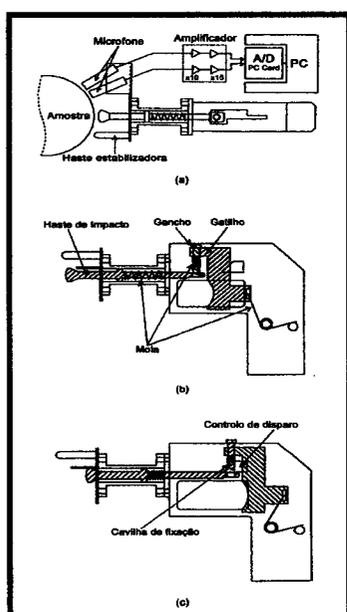
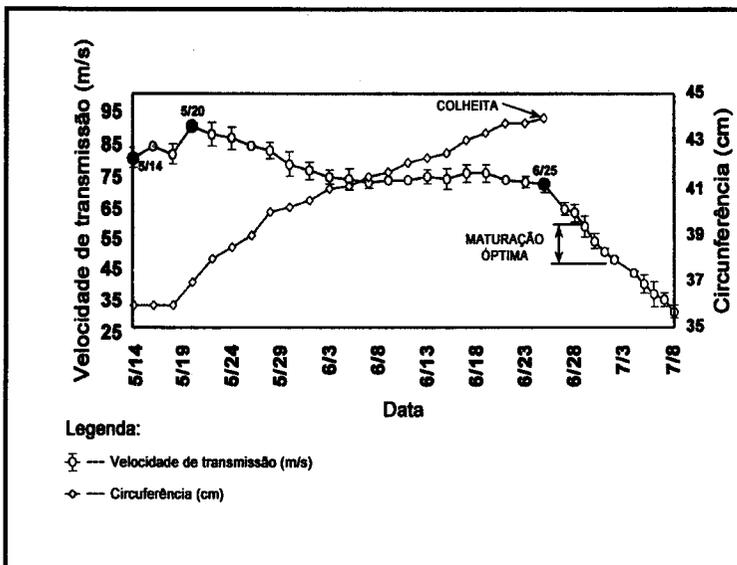


Figura 16 – Representação esquemática da “Pistola acústica”, equipamento de autoria de Sugiyama *et al.* (1998)

Sugiyama *et al.* (1994) verificaram que as ondas de impacto dos sinais acústicos induzidas por impacto eram transmitidas na zona equatorial do fruto a uma velocidade uniforme; tal informação fundamentaria um índice de dureza, tendo encontrado correlações entre velocidade de propagação dos sinais acústicos induzidos por impacto e a firmeza do mesocarpo, com coeficientes de correlação de 0,823. Observaram ainda estes autores que a velocidade de transmissão diminui com o avançar do estado de maturação.

Faça-se notar que a frequência de ressonância é afectada pelo tamanho e forma do fruto, enquanto que a velocidade de transmissão não é afectada pelo tamanho do fruto já que o perímetro do fruto é introduzido nos cálculos, para além deste aspecto é bastante fácil determinar o máximo pico para o cálculo da velocidade de transmissão.

Noutro trabalho também apresentado por Sugiyama *et al.* (1998) o impacto é produzido à velocidade de 1,4m/s e a força de impacto é de 2,7g, e recorrendo a um novo equipamento, designado pelo autor como “Pistola Acústica”, constituído basicamente por uma mola, uma massa impactante, dois microfones colocados a uma distância fixa de 16 mm e um amplificador que permite levar a cabo este procedimento no campo antes da colheita (Figura 16 e 17).



Fonte: Sugiyama *et al.* (1998)

Figura 17 – Gráfico obtido pela utilização da “Pistola acústica” em melões colhidos em três estados de maturação diferentes

O investigador acima referido realizou diversos testes de impacto e leitura de velocidade de transmissão e comparou com os valores obtidos ao fazer testes de penetração e compressão de amostras cilíndricas que lhe permitiram o cálculo de um índice de firmeza e da elasticidade aparente. As correlações entre estes e os valores da velocidade de transmissão apresentam coeficientes de correlação de: $r = 0,873$ para 'Chubat I-11', $r = 0,943$ para 'Chibaw F-11' e $r = 0,932$ para 'Natsu 15'.

2.5.4 – Ensaio de compressão

A compressão quasi estática de todo um fruto só apresenta carácter destrutivo se se exceder o ponto de ruptura da micro estrutura, designado por ponto ou limite de fluência.

Quando realizados ensaios de carga e descarga podem determinar-se os graus de elasticidade e de plasticidade. No caso de se proceder à compressão uniaxial de amostra retirada dos frutos, se tal procedimento for possível, então pode-se determinar a resistência à compressão do material (N/m²) e estudar o traçado da curva força/deformação (Barreiro e Ruiz-Altisent, 1996).

Na opinião dos mesmos investigadores a compressão dos frutos inteiros com esfera é considerado como um método quasi estático não destrutivo, e tem apresentado interesse crescente com a utilização de esferas de pequenas dimensões, com deformações de 1 a 2 mm; nestes casos é possível avaliar a firmeza através da força registada para uma determinada deformação (N) ou a indeformabilidade (N/m).

Na aplicação de teste de compressão a frutos deve-se considerar que o “stress” e a deformação não devem exceder o valor da elasticidade do fruto (Fekete e Felföldi, 1994). Assim, pode ser calculado um coeficiente designado por coeficiente de elasticidade determinado a partir da razão dos resultados do teste de compressão pela deformação (Barreiro, 1994).

2.5.5 - Ensaio de punção

A resistência do epicarpo e exocarpo dos frutos determina-se através de ensaios de punção, por meio de uma agulha cilíndrica de aço, de base plana e de diâmetro variável entre 0,05cm e 0,075cm, sendo o valor referido habitualmente como força de punção o valor da resistência da pele à penetração da sonda. Outra medida que pode também ser utilizada é a deformação (em mm) que se verifica durante a realização do teste e que parece ser, regra geral, um bom indicador do grau de turgescência dos tecidos externos do fruto (Garcia *et al.*, 1994 e Verstreken *et al.*, 1995). Este método é considerado quasi estático destrutivo.

O método citado é referido pormenorizadamente em trabalhos de Ruiz-Altisent *et al.* (1979) e adoptado pelo Laboratório de Propriedades Físicas onde decorreu o presente trabalho.

A resistência do epicarpo e epiderme (“pele”) é parte importante na resistência de alguns frutos, estando esse facto já bem estudado no caso de tomate para indústria (Pagalday e Ruiz-Altisent, 1983). Também Cotner *et al.* (1986) estudou as relações entre a estrutura da epiderme de diversas variedades de tomate e a sua resistência ao fendilhamento (“cracking”). Voisey *et al.* (1970) trataram questões de resistência de pele de tomate através de ensaios de punção.

Outros frutos têm sido estudados quanto à resistência da “pele” sendo o teste de punção o mais utilizado e aceite para essas determinações. Já em 1949, Strohmaier usava este método para o estudo da pele de prunóideas e Bourne (1965) o aplicava ao estudo de maçãs. Hoje, a determinação das características mecânicas da pele apresenta renovado interesse já que está bem evidente o papel que desempenha na resistência dos frutos ao transporte e armazenamento.

Nalguns casos sabe-se já que a dureza do fruto pode ser determinada de forma indirecta, medindo a relação força de punção/deformação no ponto de punção (em N/mm) que parece estar muito relacionada com a dureza (Sinobas *et al.*, 1990) e ser com frequência, um bom indicador do estado de maturação de frutos como foi comprovado por Santos (1991) e Santos *et al.* (1998) para o caso do melão e por Santos e Ribeiro (1998) para ameixa ‘Rainha Cúdia’.

2.5.6 - Ensaios de penetração

São poucos os métodos e técnicas utilizadas para a caracterização física de produtos hortícolas que permitam a comparação de resultados, pois a sua generalização é ainda muito limitada. Sem dúvida que os testes mais utilizados para a medição de firmeza dos frutos são os de penetração. Um deles é designado por ensaio de Magness-Taylor e refere-se a um método quasi-estático através do qual se estabelece a firmeza dos frutos como a força de penetração necessária para introduzir uma sonda cilíndrica na polpa, sempre com ruptura, até uma determinada profundidade, a uma velocidade de 10 a 20mm/min, obtém-se uma medida de resistência (N/m²) para determinada área da sonda, cuja dimensão é indispensável conhecer para que seja possível comparar com valores de outros ensaios. (Barreiro e Ruiz-Altisent, 1996).

O ensaio de Magness-Taylor original consiste na utilização, como sonda de penetração, de um cilindro de base semi-esférica com diâmetro de 11,1mm ou 7,9mm, conectado com uma mola graduada em unidades de força (N) (Magness-Taylor, 1925).

Neste caso do ensaio de Magness-Taylor a firmeza é definida como a força máxima que é necessária para penetrar o fruto, ao qual foi previamente extraído a espessura correspondente ao epicarpo e exocarpo, sendo essa penetração levada até 7,9mm de profundidade da polpa do fruto. Essa força máxima necessária à penetração do cilindro é determinada pela resistência ao esforço cortante, segundo estudos realizados por Young e Mohsenin (1974).

Posteriormente, Peleg e Gómez-Brito (1975), em trabalhos com frutos tropicais procederam ao estudo isolado das diferentes componentes que intervinham neste efeito de penetração e concluíram que as diferenças encontradas experimentalmente são devidas à componente de esforço cortante e não à de compressão da base do cilindro. Surgiu pois uma nova linha de trabalhos, com o objectivo de determinar directamente o esforço cortante e a sua relação com diferentes factores inerentes à caracterização do fruto, como sejam a maturação e a temperatura.

Alguns ensaios já realizados permitem o estudo de dois efeitos de penetração: a pressão sob a base do cilindro de penetração e o corte que se verifica ao longo do seu perímetro.

Trabalhos já efectuados permitem afirmar que os valores de firmeza determinados com este método variam de forma idêntica a outros parâmetros de textura, o que comprova a utilidade destes testes.

Após diversos trabalhos levados a cabo por Ruiz-Altisent (1986) e Garcia (1988), com o objectivo de aprofundar conhecimentos sobre resistência ao corte tangencial, resistência a compressão em amostras cilíndricas e firmeza em ensaios de penetração, estabeleceu-se uma metodologia bem determinada e adequada.

Sugyama (1997), utilizou como método de medição da firmeza o clássico teste de penetração do mesocarpo, em que após o corte do melão em duas metades pela zona equatorial, e a 15mm da parte mais exterior, procedeu aos ensaios de penetração a uma velocidade de 5 mm/s com uma sonda cilíndrica de 3mm de diâmetro. Concluiu que a força máxima de penetração era um bom índice de firmeza.

Studman (1994) apresentou um novo método destrutivo designado por "Twister" que pretende substituir o método de Magness-Taylor para a avaliação de firmeza, apresentando a vantagem de não ser necessário eliminar a "pele" e revelando ainda maior precisão nos resultados obtidos.

Também novos sistemas de determinação da textura e da dureza foram desenvolvidos por Bellon *et al.* (1993) e por Melschau *et al.* (1981), tal como foi referido no capítulo 2.5.1.

2.5.7 – Sólidos solúveis totais

O valor nutritivo do melão reside sobretudo no conteúdo em açúcares diversos, nas vitaminas e minerais sendo o teor em proteínas muito baixo (Quadro 10).

Quadro 10 - Valores médios da composição nutritiva do melão (grama por 100 grama de peso fresco da parte comestível) e composição em elementos minerais e vitaminas (miligrama por 100 grama de peso fresco da parte comestível), de acordo com informação de vários investigadores

Constituintes	cultivar				
	'PMRC45'	'Golden Beauty'	'HoneyDew'	'Cantaloupe'	
Composição nutritiva do melão (grama por 100 grama de peso fresco da parte comestível)	Resíduos	65	44-46	-	-
	Água	90	87-92	95	92
	Proteínas	0,7-1,2	0,6-0,9	0,6	0,8
	Matéria Gorda	0,1	0,0-0,1	0,11	0,2
	Açúcares	6,8-8,0	6,2-10,1	-	6,5
	Amido	0,15-0,27	0,1-0,2	-	-
Calorias	27-36	26-41	-	-	
Composição em elementos minerais e vitaminas (miligrama por 100 grama de peso fresco da parte comestível)	Ca	8-11	5	5	18
	Fe	0,3-0,5	0,4	0,2	0,40
	P	21-57	7	14	18
	Niacina	0,8-1,0	0,4	0,6	-
	Vitamina B1	0,04-0,08	0,06	0,06	0,02
	Vitamina B2	0,01-0,02	0,02	0,02	0,06
	Vitamina C	42-47	19	32	10
	Vitamina A (UI)	4090-4280	483	483	-

Fonte: Caudal *et al.* (s/d)

Os valores encontrados para os vários constituintes referidos são muito variáveis, devido a diferentes técnicas culturais, a distintas cultivares e até a factores climáticos diversos (Quadro 11).

Quadro 11 - Características de melão tipo Cantaloupe Charentais cv. Doublon cultivado em duas situações agronómicas distintas

Parâmetros avaliados	Ensaio em estufa de cobertura em vidro, com plantação em Fevereiro e plantas conduzidas a um braço; produção média de 9 frutos por planta.	Ensaio em túnel com cobertura em filme de plástico, com plantação em Abril e plantas conduzidas a dois braços; produção média de 6 frutos por planta.
Peso médio dos frutos (g)	629,4	943,5
Peso específico	0,972	0,923
Índice refractométrico junto à cavidade placentária	14,0	13,1
Índice refractométrico após trituração total	10,8	9,4
pH	5,9	6,8
Total de açúcares (g/l)	83,1	76,3
Açúcares redutores (g/l)	53,3	36,7
Dureza da polpa (kg a)	0,444	0,659
Pectina totais b)	134	126
Protopectinas b)	32	25
Carotenoides totais b)	0,585	0,769
Ácido ascórbico total c)	17,3	33,9

Fonte Caudal *et al.* (s/d)

Legenda:

- a) Força necessária (g) para fazer penetrar na polpa um embolo cilíndrico com base plana com 8mm de diâmetro. Muito semelhante ao ensaio de Magness-Taylor.
- b) Em ácido galacturónico padrão, em mg por 100g de matéria fresca.
- c) Em mg por 100g da matéria fresca.

As características no seu conjunto correspondem à menor ou maior apetência pelo fruto por parte do consumidor, que usa como parâmetros de qualidade a textura, o sabor, o aroma e a suculência. Neste contexto, o parâmetro que mais facilmente pode dar indicação da aceitabilidade do fruto pelo consumidor é o conteúdo em açúcares.

Assim, o índice refractométrico que mede a quantidade de matéria seca solúvel, directamente relacionada com o conteúdo em açúcares, é usado frequentemente para determinar a qualidade comercial do melão. De acordo com Wills *et al.* (1984) é possível medir directamente por métodos químicos o conteúdo em açúcares mas como estes são o componente principal dos sólidos solúveis, cerca de 80% do total dos sólidos, é mais fácil e igualmente útil determinar os sólidos solúveis totais através de um refractómetro a partir do sumo extraído.

Delhom (1986) explica que o que realmente se observa neste método é o desvio da luz polarizada ao atravessar uma solução, que neste caso são algumas gotas do sumo dos frutos, sendo a unidade o grau Brix. Refere ainda que embora utilizado frequentemente como índice de maturação é na realidade um índice de qualidade organoléptica.

As normas para determinação da maturação de melão, uva e cítricos são fundamentadas na avaliação dos sólidos solúveis (Wills *et al.*, 1984).

Algumas das classificações, como a apresentada por Caudal *et al.* (s/d), são estabelecidas com base nos valores do índice refractométrico:

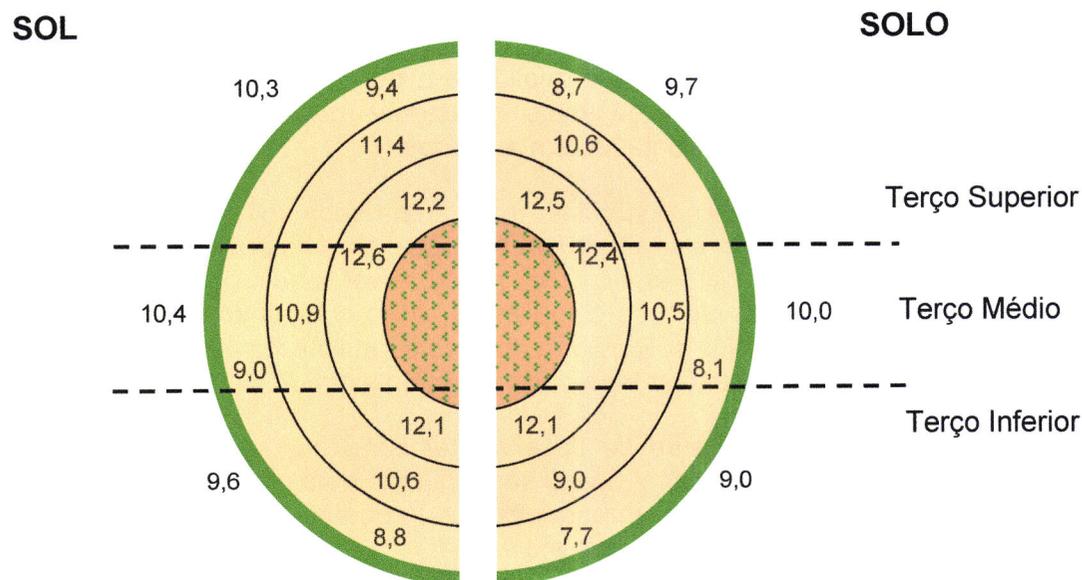
1. Valores inferiores a 9 são indicativos de frutos de deficiente qualidade e por isso não comercializados;

2. Frutos com valores compreendidos entre 9 e 12 são classificados e comercializados de acordo com esse índice;
3. Melões com valores observados superiores a 12, obrigam a que sejam considerados outros parâmetros de qualidade e só depois classificados.

Segundo os autores a dificuldade de utilização deste método reside na colheita da amostra que deve ser realizada de modo não destrutivo, não por amostragem mas na totalidade dos frutos a comercializar, já que as variações de fruto para fruto são muito acentuadas.

A matéria seca solúvel, logo o índice refractométrico, varia com as técnicas praticadas na condução da cultura, com a cultivar, de fruto para fruto e mesmo no interior de um mesmo fruto, revelando importantes alterações durante o processo de maturação e no decorrer da sua conservação. Assim, Adam e Zuang (1973) em estudos realizados, comprovaram que os índices refractométricos medidos no mesocarpo são mais elevados na zona carpelar do que na zona mais próxima do exocarpo. Também apresenta valores mais elevados na zona oposta àquela em que o melão repousa no solo.

Mizrach *et al.* (1991) confirmam esta distribuição dos valores de sólidos solúveis referindo que existe um gradiente acentuado entre amostras retiradas da parte mais interna dos frutos, da porção média do mesocarpo e da parte mais externa junto à epiderme. No estudo realizado por estes investigadores os valores variavam em média entre 14,1% e 9,9%. Referem ainda a grande semelhança com os valores encontrados nas determinações de peso seco; ambas as determinações estão bastante correlacionadas com o aumento dos níveis de sacarose no desenvolvimento do fruto de melão. Esta distribuição radial parece ser, para estes autores, muito semelhante à dos parâmetros mecânicos e acústicos pelo que estes serão adequados para prever a qualidade interna dos frutos. Segundo Odet (1991), os valores mais elevados encontram-se na zona denominada equatorial e na parte mais exposta ao sol (Figura 18).



Fonte: Odet (1991)

Figura 18 - Distribuição radial dos valores do índice refractométrico num melão com valor médio de 10° Brix

Um factor ambiental determinante para a manutenção dos mesmos níveis de açúcares solúveis nos frutos de melão é a temperatura após a colheita. Segundo trabalhos realizados por Aubert e Dumas de Vauls (1977) e também por Crochon (s/d), citado por Caudal *et al.* (s/d), se se mantiver a temperatura ambiente entre 10 e 12°C, o índice refractométrico permanecerá estável

durante 4 dias, podendo até evidenciar um ligeiro aumento. Se a temperatura de conservação rondar os 25°C, o que se considera como temperatura ambiente, o teor de açúcares solúveis baixará gradualmente de 0,3°Brix por dia, durante o mesmo intervalo de tempo. Ao utilizarem o método de pré-arrefecimento durante 48 a 60 horas, seguidas de temperatura ambiente verificaram que o teor em açúcares baixava muito rapidamente, atingindo um ponto de fermentação após o intervalo de tempo de 4 dias.

Em trabalhos de investigação realizados por Santos (1991) verificou-se que ao longo do período de conservação de melão 'Piel de Sapo' e 'Branco da Lezíria' ocorria uma diminuição ligeira dos valores do índice refractométrico de 1,1 e 1,7, respectivamente, sendo de salientar a grande semelhança entre o comportamento de ambas as variedades no que diz respeito a este parâmetro e a alguns testes de carácter mecânico, como firmeza do mesocarpo, através de teste de Magness-Taylor e corte tangencial de amostra.

É de referir que a degradação acentuada do melão é sempre acompanhada de grandes descidas do índice refractométrico.

Quadir *et al.* (1990) em investigação conduzida com duas cultivares de *Cucumis melo* L. *reticulatus*, 'Green Wave' e 'Natsukei', sobre a evolução de vários parâmetros químicos durante o processo de maturação, verificaram que os valores de Sólidos Solúveis (°Brix) aumentavam com o avançar do estado de maturação, com realce para as diferenças notórias registadas entre os frutos com 35 e 40 dias após a polinização ("Days After Pollination - DAP") e aumento gradual até aos 50 dias após a polinização. É ainda de referir que os frutos mais maduros (50 "DAP") foram conservados durante 5 dias à temperatura ambiente e não se notou com isso qualquer alteração de SSC. Os valores médios apresentados neste trabalho são de 17,8°Brix para a primeira cultivar e 13,7°Brix para a segunda.

Outro factor de variação a considerar é o método de obtenção da amostra para medição do índice refractométrico. Segundo Caudal *et al.* (s/d), esse índice varia com os métodos de uma forma bastante marcada, pelo que, no mesmo melão e na mesma zona de extracção de amostra os resultados podem ser muito distintos.

Segundo Bellon *et al.* (1994) para frutos de grandes dimensões como melões, a medição do índice refractométrico a partir de uma pequena amostra pode ser considerado não destrutiva. Ceiraud (1985) referido por Santos (1991) descreve um aparelho capaz de determinar o conteúdo em açúcares por refractometria a partir de uma amostra de 1mm x 10mm, conseguindo trabalhar 3000 melões por hora e dividi-los em 2 categorias com 100% de precisão.

São utilizados diversos métodos, continuando a ser os manuais os mais comuns, contudo, nota-se um acentuado aumento da utilização dos métodos de extracção de amostras para medição do índice refractométrico automatizados, pois a sua prática generalizada permitiria uma classificação da totalidade dos frutos normalizados.

Apresenta-se uma breve resenha de métodos de recolha de amostras para posterior avaliação de Sólidos Solúveis por refractometria. Os primeiros, habitualmente designados por métodos manuais, são:

1. Amostra pontual

Procede-se ao corte, segundo um plano equatorial de melão, depois retira-se uma pequena porção do líquido. Existe a possibilidade de escolher a localização. É de salientar que se trata de um método destrutivo.

2. Utilização de misturador

Toda ou parte da polpa do melão é passada pelo misturador após o que se retira a

porção de líquido necessária. O valor do índice refractométrico obtido por este método é considerado como índice médio da zona utilizado ou do fruto. Também este é um método destrutivo.

3. Utilização de amostras cilíndricas

Com um instrumento adequado retira-se uma amostra com 4 mm de diâmetro que apresenta grandes variações de um ponto ao outro, pois o conteúdo em açúcares vai aumentando da epiderme para a zona carpelar, neste caso é analisado o terço médio. Está estabelecido que a amostra é extraída da zona equatorial. É possível a comercialização do melão após ser coberta a incisão com parafina.

Outros métodos, passíveis de serem automatizados, permitem a recolha de amostras de todos os frutos a comercializar com menor gasto de mão-de-obra, são por isso chamados de métodos automáticos.

4. Utilização de pequena amostra cilíndrica

É retirada uma amostra com diâmetro interior a 2mm. Após a análise o troço da epiderme é recolocado. São analisados todos os frutos e depois comercializados.

5. Utilização da seringa

Com uma seringa são extraídas umas gotas de líquido para determinação do índice refractométrico. O pequeno orifício é depois coberto com parafina e comercializado o fruto.

Segundo Ryall e Lipton (1978), a amostra tem que ser obtida de um segmento longitudinal tendo o cuidado de retirar uma percentagem uniforme da polpa, já que os sólidos solúveis aumentam aproximadamente 2,5% desde o córtex até à zona carpelar.

No entanto, segundo Pratt *et al.* (1971), a prática mais adequada consiste no corte de uma amostra transversal de onde se vão obter 3 amostras cilíndricas da polpa.

Na tentativa de encontrar métodos não destrutivos para medição dos sólidos solúveis, Wai *et al.* (1994) usaram de ressonância magnética ($^1\text{H-MR}$) em cerejas, ameixas, milho doce, maçãs, nectarinas e peras. Após a utilização desta técnica em amostras específicas foram determinados os sólidos solúveis por refractometria e ajustadas regressões lineares aos resultados de ambos os métodos tendo-se obtido valores de coeficiente de correlação (r^2) de 0,51 para nectarinas, 0,54 para peras, 0,59 para maçãs, 0,79 para ameixas, 0,91 para cerejas e 0,94 para milho doce.

Bellon e Sevilla (1994) consideram a espectrofotometria na banda dos infravermelhos curtos, 700 a 1100 nm, como o método adequado para medir de forma não destrutiva os açúcares nos frutos. São numerosos os trabalhos realizados que comprovam esta afirmação: Bellon e Boisdé (1989), Kawano *et al.* (1989), Davenel *et al.* (1988) e Dull *et al.* (1989). Foram obtidos valores de correlação entre o método de espectrofotometria e a medição de açúcares por refractometria da ordem dos 0,95, com valores de erro padrão de 1% para diversas variedades de maçãs e pêssegos; o melão não apresentou resultados satisfatórios.

Walsh *et al.* (2000) utilizou a análise de espectro na banda dos visíveis e infra vermelhos de curto comprimento de onda (NIRS) para determinação não invasiva do conteúdo em açúcares, tendo optimizado o desenho do suporte do fruto, estudado os ângulos ideais entre a fonte de luz e o detector, bem como a fonte luz mais adequada.

2.5.8 – Outras características físicas

Regra geral verifica-se aumento de densidade dos frutos com o avanço do estado de maturação (Chen e Sun, 1989).

Desde há muito que se utilizava esta alteração para separar os distintos estados de maturação tal como atestam os trabalhos de: Kattan *et al.* (1969), Wardoski e Grierson (1972), Gould (1975) e Zaltzman *et al.* (1987).

Refiram-se alguns métodos como: eliminação de frutos que flutuam, quer na água quer em soluções com determinadas densidades; correntes de água que elevam com distintas velocidades os frutos com diferentes maturações; e até libertação de frutos no fundo de uma corrente de água com separação pelas diferentes alturas do perfil de água.

É do conhecimento empírico que a forma e o tamanho de alguns frutos e legumes são indicadores muito fiáveis do seu estado de maturação.

Neste caso concreto é sabido que em diferentes variedades de melão o arredondado da parte oposta ao pedúnculo e o tamanho característico de variedade são vulgarmente utilizados como indicadores de maturação.

2.6 – Análise sensorial

A definição de Análise Sensorial dos alimentos apresentada pela Comissão de Avaliação Sensorial do “Instituto de Tecnologistas dos Alimentos” diz que se trata de uma ciência usada para evocar, medir, analisar e interpretar as reacções das características dos alimentos e materiais tal como são percebidos pelos sentidos da vista, cheiro, gosto, tacto e ouvido (Ribeiro, 1998). Segundo Martins (1989) o julgamento pelos órgãos dos sentidos processa-se pela seguinte ordem: aparência, cheiro, textura, “flavour” (gosto e aroma).

A maior dificuldade de aceitação das medidas sensoriais é devida ao carácter subjectivo, habitualmente atribuído a essas medidas, o que se justifica plenamente se considerarmos que o instrumento de medida é o indivíduo, dificuldade que será ultrapassada se se conseguir que a avaliação por parte desses indivíduo seja objectiva (Issanchou *et al.*, 1997)

Nas primeiras tentativas de utilização da análise sensorial a avaliação era realizada pelo pessoal que trabalhava directamente com os alimentos e o fazia com base em conhecimentos acumulados pela experiência. Com o desenvolvimentos da indústria alimentar a partir dos anos 40, durante uma década de grande inovação da indústria alimentar com incorporação de técnicos provenientes de áreas como a química, verificou-se uma crescente utilização de métodos laboratoriais com base em instrumentação precisa.

A não adequação completa destes métodos laboratoriais aos objectivos de qualidade exigidos levaram a que no período compreendido entre 1950 e 1970 se voltasse a utilizar a avaliação sensorial encarando o Homem como instrumento complexo de medição paralelamente a outros métodos objectivos. Assim, foi estabelecida a metodologia básica para a análise sensorial dos alimentos.

Posteriormente têm sido numerosos e diversificados os trabalhos realizados em avaliação sensorial e sobretudo na investigação dos diversos parâmetros intervenientes nessa avaliação e sua correlação com os métodos laboratoriais. Também foram realizadas diversas tentativas de simular de modo instrumental a percepção que o Homem tem dos alimentos sendo os resultados pouco animadores.

O actual estado de conhecimento sobre análise sensorial obriga à utilização de diversos conceitos basilares e de métodos bem definidos para o uso correcto desta ferramenta de avaliação dos alimentos. Os conceitos básicos mais importantes são: descritores ou atributos que devem reflectir por meio de vocábulos as sensações que se apreendem quando se prova um determinado alimento; devem ser pertinentes, precisos e discriminantes (Ribeiro, 1998). Uma forma completa de descrever um alimento consiste em quantificar os atributos o que no seu conjunto constitui um perfil sensorial. De acordo com informação da SSHA (1990) esta é uma das melhores formas de explicar as escolhas dos consumidores.

Outro conceito importante é o de limiar, que é determinado para cada estímulo e para cada indivíduo, ou nalguns casos para grupos de indivíduos, e corresponde ao valor do estímulo para o qual a frequência das respostas correctas é igual a 0,5 ou seja 50% das respostas correctas em condições controladas (SSHA, 1990). São definidos diversos conceitos de limiar que se passam a enumerar e que se encontram definidos na prNP 4263, são eles: limiar de detecção, limiar de identificação, limiar diferencial e limiar de saturação.

É necessário estabelecer metodologias que permitam obter resultados passíveis de ser comparados, analisados e discutidos conjuntamente. Segundo Ribeiro (1998), os princípios a considerar para correcta utilização da análise sensorial são os seguintes:

1. A resposta de um indivíduo a um estímulo é sempre dependente de outros estímulos sensoriais de experiências anteriores ou influenciada pelo ambiente, mas a sua influência pode ser controlada e os seus efeitos normalizados
2. A variação encontrada nas respostas sensoriais é inerente ao grupo de indivíduos a realizar o trabalho de prova, por isso é imperioso que após as o treino adequado esse grupo seja capaz de dar respostas reprodutíveis e objectivas.
3. A validade das conclusões tiradas destes resultados está dependente, para além doutros aspectos, dos ensaios e do modo como foram conduzidos.

De acordo com as referidas normas prNP-4263, podem ser utilizados três tipos distintos de métodos de análise sensorial: Testes de diferenciação, Ensaios de classificação e Análise descritiva quantitativa designada por perfil.

O primeiro tipo referido, testes de diferenciação, têm como objectivo encontrar ou não diferenças sensoriais entre dois produtos. Para isso podem-se realizar ensaios diferentes que se passa a enumerar: ensaio de diferenciação por pares, ensaio triangular, ensaio duo-trio, ensaio “A” ou “não A”.

Os ensaios de classificação têm como objectivo estabelecer uma ordem quer seja baseada na intensidade e seu grau relativo a uma determinada propriedade, quer seja a sua distribuição em categorias nominais predeterminadas, em categorias de uma escala ordinal ou ainda segundo atribuição de uma classificação numérica.

Louro e Antunes (1988) afirmam que a análise descritiva quantitativa designada por perfil pretende caracterizar determinados factores inerentes ao produto em causa ou à qualidade geral do mesmo, recorrendo a escalas múltiplas ou à forma gráfica. Os tipos de provas mais comuns são: perfil de textura, perfil de sabor e a análise quantitativa descritiva. Para todos eles é necessário proceder à escolha dos descritores e da escala de respostas a usar, e depois à selecção das medidas a utilizar. A análise quantitativa descritiva é uma forma de avaliação dos principais parâmetros que contribuem para a qualidade do alimento. São utilizadas escalas não estruturadas e o treino dos provadores é feito de modo participativo, devendo ser à partida pessoas com boas capacidades de percepção.

Pardo *et al.* (2000) trabalharam diversas cultivares de melão e estudaram as correlações entre os parâmetros físicos (cor e firmeza), químicos (SST e pH) e a avaliação sensorial (aparência exterior, textura e sabor). As cultivares RQ-200 e Sancho, pertencentes ao tipo ‘Piel de ‘Sapo’ foram as mais apreciadas pela sua aparência exterior; enquanto que a ‘MTV’, tipo Rochet, era preferida pela sua textura e sabor. ‘ACL’, uma cultivar pertencente ao tipo dos melões amarelos, apresentou os mais elevados valores de pH e de SST enquanto que os do tipo Tendral eram os que tinham maiores valores de firmeza. O sabor estava positivamente correlacionado com o pH e SST, o que confirma a preferência dos consumidores por frutos com elevado pH e conteúdo em açúcares. A correlação entre firmeza e textura sugerem que os consumidores preferem frutos macios. A cor não se mostrou interessante no que diz respeito ao mesocarpop, sendo discriminante relativamente à cor exterior, distinguindo-se três grupos: ¹⁾ Amarelos, ²⁾Tendral e Piel de Sapo e ³⁾Rochet.

3 – Parte experimental

3.1 – Objectivos gerais

3.2 – Delineamento dos ensaios

3.3 – Material e métodos

3.4 -Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares, considerando características reológicas, físicas e químicas

3.5 - Caracterização reológica, química e física de melões 'Gustal' em diferentes estados de maturação e colhidos simultaneamente

3.6 - Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção diferentes da planta

3.7 - Distribuição espacial dos Sólidos Solúveis em melões 'Gustal'

3.8 - Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos na maturação comercial

3.9 - Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos com 34 DAA (Dias Após Antese), ou seja com maturação determinada

3.10 - Estudo das características reológicas, químicas e físicas de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA (Dias Após Antese), quando conservados em condições de frio

3.1 – Objectivos gerais

O melhor conhecimento do melão sob o ponto de vista da avaliação da qualidade e da sua conservação em condições de frio é primordial, já que as maiores dificuldades se prendem com aspectos de comercialização.

Neste contexto os objectivos gerais deste trabalho podem resumir-se da seguinte forma:

1. Averiguar acerca de alguns factores de carácter agronómico que se sabe estarem relacionados com aspectos de qualidade dos frutos, tais como localização na planta, início ou final de produção;
2. Avaliar através de métodos reológicos a evolução dos frutos colhidos em diferentes estados de maturação quando conservados à temperatura de 6°C e 90% de humidade relativa;
3. Estudar os melhores métodos para avaliar qualidade em melão, nomeadamente para a cultivar Gustal;
4. Estabelecer limites de variação para os diversos parâmetros previamente seleccionados com a finalidade de definir a qualidade.

3.2 – Delineamento dos ensaios

Foram planeados 7 ensaios em 3 campanhas distintas, que se resumem no Quadro 12.

Os primeiros correspondem ao estudo dos factores agronómicos acima explicados e são designados por ensaios experimentais prévios, já que os seus resultados foram determinantes para o delineamento dos restantes. Os três ensaios seguintes, que serão designados como ensaios de evolução, referem-se ao segundo objectivo geral apontado anteriormente.

O delineamento dos ensaios será descrito para cada um deles especificamente.

Quadro 12 – Apresentação sumária dos ensaios experimentais realizados neste trabalho.

Ensaio experimentais prévios

1. **Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares, considerando características reológicas, físicas e químicas.**
2. **Caracterização reológica, química e física de melões 'Gustal' em diferentes estados de maturação e colhidos simultaneamente.**
3. **Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção diferentes da planta.**
4. **Distribuição espacial dos Sólidos Solúveis em melões 'Gustal'.**

Ensaio experimentais de evolução dos frutos quando conservados em condições de frio

5. **Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos na maturação comercial.**
6. **Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos com 34 DAA (Dias Após Antese), ou seja com maturação determinada**
7. **Estudo das características reológicas, químicas e físicas de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA (Dias Após Antese), quando conservados em condições de frio.**

Neste trabalho nem sempre foi possível um delineamento dos ensaios rigoroso já que as limitações durante a sua realização eram diversas: realização dos testes no intervalo máximo de 24 horas, numero reduzido de frutos e limitações físicas ao seu transporte.

Assim de acordo com o delineamento de cada um dos ensaios foram usados diferentes métodos estatísticos para análise dos dados, pelo que a seguir se tecem algumas considerações sobre alguns deles, que podem necessitar de ser justificados.

Consideraram-se ainda outros 3 ensaios, cujos resultados não constam deste trabalho, já que foram tidos como ensaios preliminares.

3.3 – Material e métodos

3.3.1 – Material vegetal

O melão pertence à espécie *Cucumis melo* L., família das Cucurbitáceas, tribo *Cucurbiteas* e género *Cucumis*.

Naudin, um dos grandes classificadores desta espécie, citado por Whitaker (1962), na sua obra apresentada em 1859, distingue oito subespécies, com as seguintes designações:

Cucumis melo L. var. *cantaloupensis* Naud.

Cucumis melo L. var. *reticulatus* Naud.

Cucumis melo L. var. *inodorus* Naud.

Cucumis melo L. var. *flexuosus* Naud.

Cucumis melo L. var. *conomom* Naud

Cucumis melo L. var. *chito* Naud.

Cucumis melo L. var. *dudaim* Naud.

Cucumis melo L. var. *saccharinus* Naud.

Actualmente está vulgarizada a classificação das variedades de acordo com as suas características próximas a que se chama tipos varietais muitas vezes associada ao nome da variedade mais conhecida como 'HoneyDew', 'Cantaloupe' 'Charantais'. Este sistema de classificação apresenta a vantagem de ser evolutivo, já que o melhoramento em permanente curso apresenta ao mercado novas variedades com características diferentes que não se enquadram em nenhum tipos existentes podendo dar origem a novos agrupamentos como no caso do tipo Gália, em estudo neste trabalho.

Contudo a fim de sistematizar a sua nomenclatura foram definidas quais as características que devem ser especificadas para cada variedade: 1) nome da variedade e do obtentor, 2) natureza genética, 3) tipo floral (monóica ou andromóica), 4) resistências a doenças, nomeadamente *Fusarium*, *Oidium* e *Aphis gossypii*, 5) precocidade, 6) características dos frutos, forma, dimensões, cor exterior antes e depois da maturação, reticulado, 7) pedúnculo deiscente ou não, sua espessura e comprimento, 8) Cor da polpa, textura, sabor, forma e tamanho da cavidade placentária.

Este trabalho incidiu sobre melão do tipo Gália pelo seu manifesto interesse comercial em Portugal e pela sua aptidão para o transporte a grandes distancias. Trata-se de uma variedade bastante recente de origem israelita que apresenta os frutos esféricos com cerca de 1kg de peso médio, ligeiramente reticulada, e um pouco alaranjada na plena maturação, polpa esverdeada. As referidas características podem ser consideradas intermédias entre o 'Ogen' e o 'Honey Dew', sendo as características organolépticas muito próximas da primeira.

A cultivar utilizada foi a 'Gustal' F₁ cujos frutos apresentam como principais características um tamanho médio entre 0,8 e 1kg, uniformidade de forma, reticulado bem distribuído, alto conteúdo em açúcares, pequena cavidade placentária e de fácil conservação.

Pontualmente foram utilizados frutos pertencentes ao tipo Charentais reticulado ('Charentais brodé'), de origem muito recente, e obtido a partir do Charentais e do Reticulatus com a finalidade de facultar aos frutos de Charentais maior aptidão para o transporte e manipulações, tal como os melões reticulados de origem americana. Os frutos apresentam-se esféricos com cerca de 1kg de peso, exteriormente são reticulados com sulcos longitudinais lisos, boa resistência ao transporte, polpa laranja e açucarada. A cultivar utilizada foi a 'Agora' F₁ com frutos de calibre muito homogéneo e polpa muito dura.

Também se utilizaram num único ensaio frutos pertencentes à cultivar 'MG707' que sendo tipo Gália apresentavam características de "Long-life" graças a trabalho recente de melhoramento genético

3.3.2 - Metodologia dos testes laboratoriais

Com a finalidade de caracterizar o material vegetal em estudo e de verificar se a amostra tinha sido bem escolhida no campo, foram efectuadas as medições que se enumeram: dimensão máxima, diâmetro equatorial máximo, peso e volume.

As dimensões, quer longitudinal quer o diâmetro, foram medidas com um artefacto construído para este fim, constituído por dois esquadros um fixo e um móvel associados a uma régua.

Para a determinação do peso utilizou-se uma balança digital, com precisão de 0,1g.

As determinações do volume foram feitas pelo método de imersão em água a 4° C de temperatura, e medição com proveta graduada da água extravasada.

Para a realização dos testes de carácter reológico, ou recolha das amostras extraídas para realização de testes, foi sempre utilizada a zona equatorial oposta à "cama" entendendo-se por cama a área que apoia o fruto no solo ou que foi menos atingida pelo sol.

3.3.2.1 - Impacto mecânico

Para a realização dos Impactos utilizou-se o chamado "Dispositivo Geral de Impacto Mecânico" patenteado pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade de Davis, Califórnia, em colaboração com o Departamento de Engenharia Rural da Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos da Universidade Politécnica de Madrid, descrito no capítulo 2.5.3.2.1.

Todos os frutos ensaiados foram sujeitos a dois impactos na referida zona do fruto.

Foi utilizado um só nível de carga, previamente determinado e assegurando assim que não era ultrapassado o ponto de ruptura (Santos,1991). A altura de queda da esfera impactante foi de 12cm e a esfera de aço maciço e o cabo de ligação ao sistema tinham um peso de 47,292g.

O "software" utilizado especificamente para estes testes foi o programa "Impacto", da autoria do Departamento de Engenharia Rural da Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos da Universidade Politécnica de Madrid, que permite a aquisição e memorização de dados.

A posterior aplicação do programa "Datos", também executado pelo mesmo departamento, facilita o cálculo dos seguintes parâmetros: Força Máxima de Impacto (N), Deformação Máxima do fruto (mm), Duração Total do Impacto (ms), Energia Absorvida por fruto no Impacto (mjul), Deformação Permanente do fruto (mm).

3.3.2.2 - Ensaio de compressão quasi estática dos frutos

Procede-se à compressão com esfera do fruto inteiro à semelhança do procedimento habitual de palpação dos frutos para avaliação da textura e indirectamente maturação.

Para a realização deste ensaio utilizou-se uma esfera de aço, maciça, com um raio de curvatura de 25mm, que se encontrava acoplada à referida máquina universal de ensaios".

A velocidade de carga utilizada foi de 10mm/min, e a compressão foi conduzida até 3mm de deformação, pretendendo-se sempre não causar danos aos frutos testados, o que só foi possível graças à informação proveniente dos ensaios preliminares já realizados em

campanhas anteriores. A partir deste teste só se retirou uma variável: força de compressão a 3mm de deformação, sendo a unidade Newtons.

Este ensaio de compressão só se realizou na campanha de 1994 e como foi referido nos ensaios preliminares de 1990.

3.3.2.3 - Ensaio de punção

Este ensaio foi realizado no fruto intacto tendo a finalidade de avaliar as características do exocarpo, talvez nalguns casos dê informação sobre a textura do mesocarpo.

Foi utilizado uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro e de base plana, tendo-se assumido que a área de contacto era desprezável. Realizou-se este teste também duas vezes em cada fruto e na zona equatorial oposta à “cama”.

A velocidade de punção foi de 10mm/min; a célula de carga utilizada era de 5N e a velocidade do papel de registo tinha a relação de 10:1.

As variáveis medidas foram: força máxima (N), deformação máxima (mm) e força estável (N), também esta uma nova variável que se pretende que dê indicação da textura do mesocarpo nestes testes que habitualmente só facultam informação sobre o exocarpo.

3.3.2.4 - Ensaio de penetração de Magness-Taylor

Este ensaio utilizado para a avaliação da textura e firmeza da polpa dos frutos realizou-se de acordo com as normas gerais vigentes.

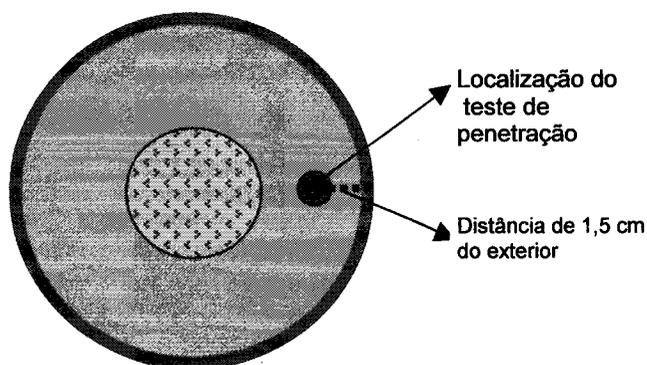


Figura 19 - Corte transversal de melão segundo a zona equatorial com localização do ponto para realização de teste de Penetração de acordo com Alavoine *et al.* (1988)

Neste caso particular de estudo do melão os ensaios eram realizados no mesocarpo após o corte do fruto pela zona equatorial, sendo o local preciso para a penetração a 1,5cm do exterior, de acordo com as indicações expressas por Alavoine *et al.* (1988) (Figura 19). Utilizou-se para a realização deste teste uma sonda cilíndrica de base plana com 7,9mm de diâmetro, com área de 1cm², e base convexa, associado a uma máquina universal de ensaios de marca INSTRON, modelo 1122.

Este ensaio era repetido duas vezes em cada fruto, sempre na zona equatorial oposta à cama.

A velocidade de penetração foi de 10mm/min; a célula de carga utilizada foi a de 5N e a velocidade do papel de registo de 10:1. As variáveis medidas neste ensaio foram: força máxima de penetração (N), deformação máxima (mm), força a 3 e a 8mm de profundidade (N). Estas duas novas variáveis foram usadas pela primeira vez com a finalidade de se encontrarem medidas objectivas, simples e de mais rápida execução.

Considera-se a força máxima de penetração como indicativa da firmeza do fruto e utilizam-se os seus valores em termos absolutos, pelo que os resultados são apresentados em N. Este facto

justifica-se por se tratar de um método normalizado de determinação de firmeza pelo que qualquer comparação deve estar forçosamente baseada em sondas de igual diâmetro e forma.

3.3.2.5 - Determinação de açúcares por refractometria

A refractometria mede a concentração de sólidos solúveis, muito relacionada com o nível de açúcares e também bom indicador da maturação dos frutos e da sua qualidade organoléptica.

Após a realização dos ensaios preliminares, e também com fundamento em diversas informações bibliográficas, levou-se a cabo a determinação dos sólidos solúveis totais de todos os frutos estudados, por refractometria. Muitas vezes esta informação é contrastada com a medição de ácidos, contudo no caso concreto do melão tal medição revelou-se absolutamente desprovida de interesse nos testes preliminares, contrariamente aos resultados da avaliação dos ácidos em maçã, pêra, pêsego (Barreiro, 1994; Jarén, 1994).

Retirou-se sistematicamente uma amostra com 1,5cm de diâmetro do mesocarpo dos frutos da zona equatorial, o mais próxima possível do local de realização dos restantes ensaios, de cada pedaço era retirada 0,5cm da parte exterior abrangendo epicarpo e exocarpo, e também se eliminava a zona mais interior perto da cavidade placentária; o remanescente era liquefeito e homogeneizado sendo utilizadas algumas gotas. Este procedimento fundamentou-se em ensaios preliminares realizados com o objectivo de sistematizar a recolha de amostras para medição de açúcares tendo-se designado este método de recolha de amostra por "Brix Total".

Foi utilizado um refractómetro manual com uma sensibilidade de $\pm 0,2\%$ Brix, este aparelho encontra-se tarado a 0% Brix para a água destilada a 20°C; há que corrigir as suas medidas mediante tabelas quando as temperaturas são diferentes.

3.3.2.6 - Provas sensoriais

As amostras a serem utilizadas para avaliação sensorial eram retiradas da zona equatorial oposta à "cama" dos mesmos frutos utilizados para os testes laboratoriais.

Eram apresentadas aos provadores bandejas com 4 a 6 amostras, variando com o ensaio em causa, devidamente marcadas com um código de 2 dígitos.

O painel de provadores era constituído por pessoas que integram habitualmente outros painéis, muito embora não tenham preparação específica. Considera-se que possuem acuidade olfato-gustativa adequada para os fins em vista.

A avaliação segue o método de análise descritiva quantitativa, sendo os atributos referidos na ficha distribuída os seguintes: cor exterior, cor do mesocarpo, aroma, doçura, sabor, textura, firmeza, suculência e avaliação geral. Estes atributos eram quantificados numa escala hedónica que permitia pontuações entre 0 e 100 (Anexo I).

Era ainda solicitado aos provadores especial atenção aos sabores desagradáveis que deveriam referir caso os notassem.

3.4 - Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares, considerando características reológicas, físicas e químicas

Este ensaio foi uma primeira aproximação ao problema, ou melhor, às questões que iriam ser abordadas no decorrer do restante trabalho. Pretendia-se aqui estabelecer os limites aproximados dos parâmetros instrumentais em estudo usando também a comparação com valores já anteriormente definidos e publicados (Santos, 1991; Odet, 1991).

3.4.1 – Objectivos

Este ensaio teve como objectivo situar a cultivar Gustal em relação a outras, 'MG707' e 'Agora', mediante a comparação de dados instrumentais.

Esperava-se que se reflectissem nos testes a realizar as características conhecidas empiricamente:

- a “polpa” da cultivar MG707 apresentaria valores de dureza mais elevados e a 'Agora' valores mais baixos;
- a epiderme da cultivar 'Agora' seria marcadamente diferente das outras duas;
- os valores de açúcares da 'Gustal' seriam mais altos.

3.4.2 – Delineamento do ensaio

Foram colhidas amostras de melão tipo Gália 'Gustal', tipo Gália com gene de “Longlife” 'MG707' e tipo Charentais 'Agora', que tinham sido cultivados em condições correntes numa empresa hortícola da região Alentejo. Ao longo deste trabalho serão referidos como cultivares 1, 2 e 3, respectivamente.

Não se dispunha de um delineamento factorial equilibrado dado que o número de indivíduos não é constante para todas as Cultivares, tendo sido analisados 21 frutos.

3.4.3 – Métodos

Fez-se a escolha dos frutos com base nos conhecimentos acumulados sobre o aspecto exterior dos frutos relacionados com a qualidade e estado de maturação para que os fossem frutos tanto quanto possível idênticos no que diz respeito ao peso, ao volume, forma, grau de maturação e ausência de defeitos exteriores.

Os frutos eram colhidos por um dos técnicos presentes, que fazia a primeira selecção, depois os outros dois técnicos, de forma individual, verificavam-nos um a um eliminando da amostra os que lhes parecessem apresentar uma característica que fosse fora dos critérios previamente estabelecidos. Foram sempre verificados por três técnicos especializados nesta cultura.

Foram depois acondicionados 6 frutos por caixa, sendo esta revestida por espuma de alta densidade que absorvia os choques inerentes ao transporte. A viagem foi realizada em condições de $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Os ensaios laboratoriais referidos foram fundamentados no trabalho de Santos (1991) que se passam a descrever:

Testes físicos

Observação de características externas e das seguintes características físicas: diâmetro, comprimento, peso, volume, espessura da polpa.

Testes mecânicos

- Impactos, com uma esfera de 47,292g e uma altura de queda de 12cm. Foram registados os seguintes parâmetros: força máxima de impacto (FMaxImp), deformação máxima (DefMaxImp), deformação permanente de impacto (DefPerImp), energia absorvida (EAbsImp) e tempo total de impacto (TTImp).
- Punção do epicarpo e exocarpo utilizando uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro. O teste foi conduzido até 8mm de penetração da sonda. Foram registados os valores de força máxima de punção (FMaxP), deformação (DefP), e avaliada a força estável após a ruptura do exocarpo (FEstP).
- Penetração, segundo Magness-Taylor, com uma sonda de 7,9mm de diâmetro (1cm² de área) e foi levado a cabo no mesocarpo dos frutos, a 1,5cm da superfície do fruto de acordo com regras apresentadas por Alavoine *et al.* (1988). A penetração era conduzida até 8mm. Os valores retirados foram: força máxima de penetração (FMaxMT), deformação para força máxima (DefMaxMT), força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT).

Testes químicos

- Sólidos solúveis totais (SST), em sumo extraído dos frutos com dois métodos diferentes de recolha de amostras: para uma amostra pontual (BrixPar) e para uma mistura do mesocarpo extraído da zona equatorial (BrixTot). Eram depois avaliados por refractometria.

Avaliação sensorial

Foi utilizado um painel de provadores com experiência acumulada ao longo de anos neste tipo de provas, para tentar relacionar a avaliação sensorial com os parâmetros laboratoriais referidos, pode-se definir este tipo de análise sensorial como perfil quantitativo descritivo (Anexo I).

As seis amostras apresentadas aos provadores eram codificadas e fornecidas em pequenos tabuleiros de cor branca. Estavam à disponíveis as restantes porções dos frutos, para melhor percepção de aroma ou de qualquer outra propriedade que fosse de difícil avaliação dada a pequena dimensão das amostras (cerca de 3cm × 3cm × espessura do fruto). O número de provadores era bastante variável já que o seu recrutamento era interno e não remunerado.

Métodos estatísticos

Andrews *et al.* (1972) refere que a média é sensível a um único valor que se afaste consideravelmente dos restantes dados enquanto que a mediana, nalguns casos, é mais fiável para estimar o centro da distribuição e portanto um estimador mais robusto, não tão susceptível aos efeitos de distorção dos “outliers”.

Utilizou-se a análise dos dados mediante a interpretação de valores de mediana, valores de máximo, mínimo e quartis também quando o número de indivíduos de cada modalidade, neste caso cultivar, não era idêntico.

3.4.4 – Discussão de resultados

Para proceder à comparação entre a cultivar em estudo, 'Gustal', e outras cultivares, e de acordo com o explicado anteriormente, optou-se por realizar a análise dos dados mediante a interpretação de valores de mediana, valores de máximo mínimo e quartis já que o número de indivíduos de cada modalidade, neste caso cultivar, não era idêntico

Assim passam-se a analisar os parâmetros que se apresentaram com maior interesse.

A análise de variância de todas as variáveis dos testes de penetração de Magness-Taylor, impacto e punção em estudo, apresenta valores de p significativos para a deformação à força máxima de punção e força estável de punção e para todas as variáveis medidas através do teste de Magness-Taylor (Anexo II).

A análise dos parâmetros medidos através do teste de penetração de Magness-Taylor mostrou-se bastante elucidativa sobre as características da polpa.

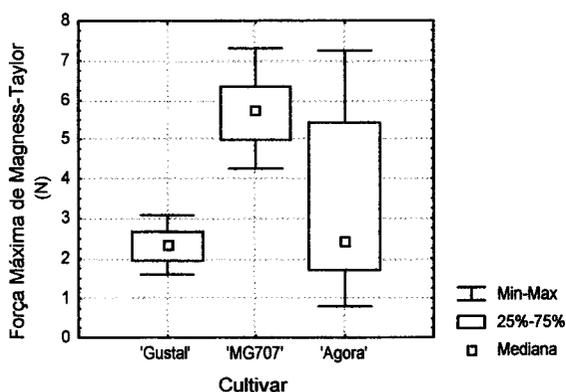


Figura 20 – Representação gráfica da força máxima no teste de penetração de Magness-Taylor nas cultivares em estudo

A análise dos parâmetros medidos através do teste de penetração de Magness-Taylor mostrou-se bastante elucidativa sobre as características da polpa. Os três parâmetros, força máxima, força a 3mm e a 8mm de deformação, que expressam a firmeza da polpa de forma indirecta pela leitura dos seus valores de força, apresentaram-se bastante idênticos, sendo o parâmetro que se usa como referência em manuais o valor da força máxima (Alavoine *et al*, 1988) (Figuras 20, 21 e 22).

Refira-se ainda que também aqui se observou grande amplitude nos valores relativos à cultivar Agora

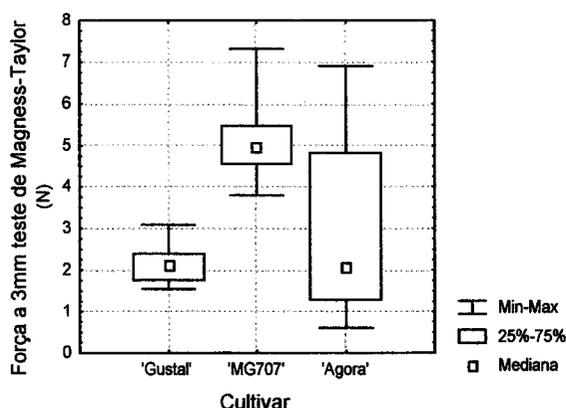


Figura 21 – Representação gráfica da força a 3mm de deformação no teste de penetração de Magness-Taylor nas cultivares em estudo

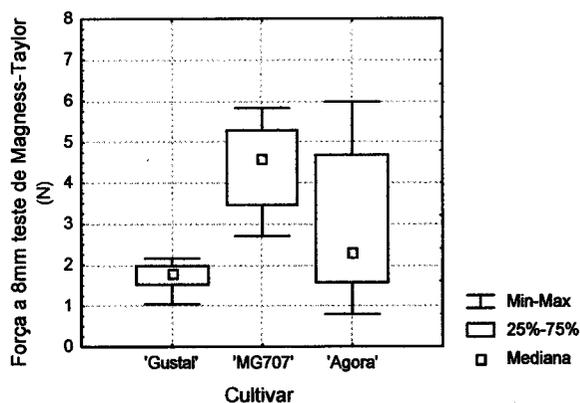


Figura 22 – Representação gráfica da força a 8mm de deformação no teste de penetração de Magness-Taylor nas cultivares em estudo

A análise dos parâmetros do teste de Impacto, força máxima e tempo total, que se apresentam sob a forma gráfica (Figuras 23 e 24), evidencia para ambos os parâmetros uma grande disparidade de valores na cultivar referida como 3 ou seja 'Agora'.

O tempo de impacto reflecte exclusivamente o estado de maturação em frutos recém colhidos, segundo a bibliografia (Santos,1991 e Santos e Ruiz-Altisent, 1993).

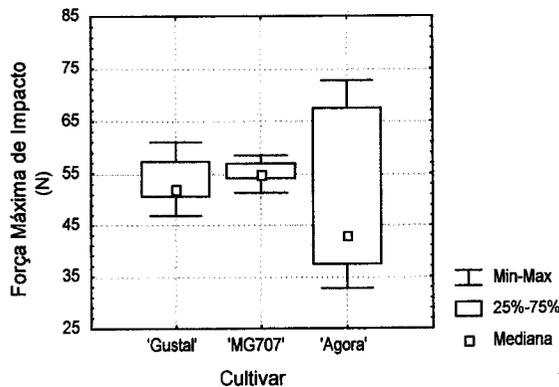


Figura 23 – Representação gráfica da força Máxima de Impacto nas cultivares em estudo

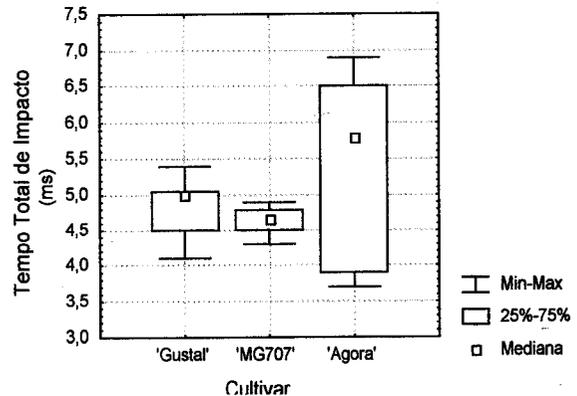


Figura 24 – Representação gráfica do tempo total de impacto nas cultivares em estudo

O teste de punção do epicarpo e exocarpo, que se designa habitualmente por “pele”, deveria ser marcadamente diferente para as cultivares em causa já que as características do exocarpo eram absolutamente diferentes. A cultivar ‘Gustal’ com epiderme fortemente reticulada, de exocarpo espesso; a ‘MG707’ também exibia um reticulado muito denso e um exocarpo evidentemente resistente e a ‘Agora’ apresenta o aspecto exterior típico das ‘Charentais’, superfície muito lisa, neste caso não reticulada, cerosa na maturação, com sulcos marcados correspondentes aos carpelos.

Estas observações de carácter prático e evidentemente subjectivas, foram bastante próximas do verificado neste teste de punção, como se pode observar no gráfico da Figura 25.

O valor de força estável no mesmo teste de punção seria teoricamente reflexo da firmeza da polpa (Figura 26).

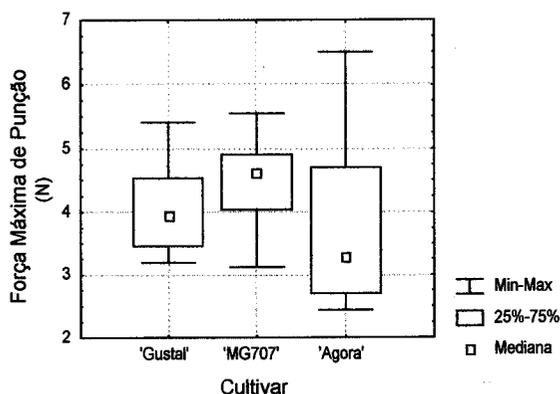


Figura 25 – Representação gráfica da força máxima de punção nas cultivares em estudo

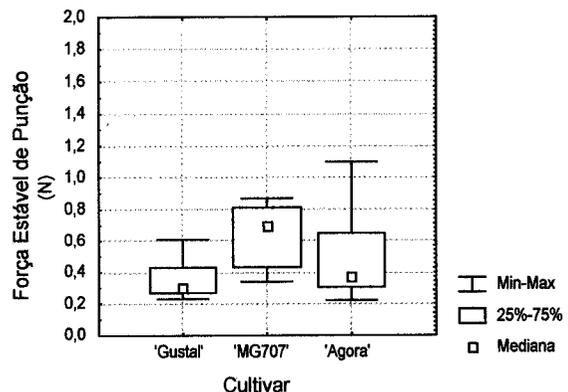


Figura 26 - Representação gráfica da força estável no teste de punção nas cultivares em estudo

Em geral a magnitude da deformação na punção está relacionada com o nível de turgescência em frutos rígidos como no caso da maçã (Garcia *et al.*, 1995) ou com a redução da consistência em frutos de polpa macia como o damasco (Barreiro, 1992) (Figura 27) Isto é aplicável quando

se trata da mesma cultivar, mas neste caso as diferenças de resistência da “pele”, força máxima, encontradas nas diferentes cultivares podem estar a mascarar este facto.

A semelhança de ambos os gráficos anteriores (Figuras 25 e 26) parece indicar que há uma concordância entre as características da “pele” e mesocarpo das diferentes cultivares em estudo.

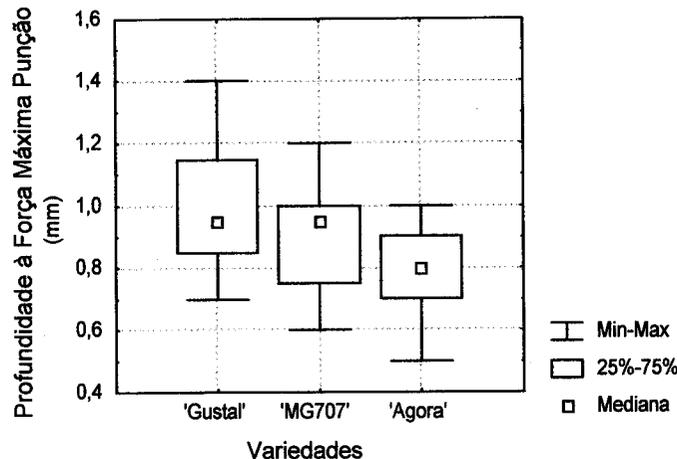


Figura 27 - Representação gráfica da deformação à qual se verifica a força máxima no teste de punção nas cultivares em estudo

A conjugação das variáveis que se revelaram mais interessantes na análise anterior, permite o estudo mais pormenorizado dos indivíduos, para esclarecimento do que ocorria na cultivar 'Agora', que apresentava resultados muito dispersos como foi evidenciado nos gráficos anteriores.

A análise do gráfico da Figura 28, em que se relacionam os valores de dois parâmetros de impacto, tempo total e força máxima, permite concluir que havia na constituição da amostra de 'Agora' frutos de características marcadamente diferentes.

Pode-se confirmar assim a ideia já expressa, que os frutos da Cultivar 'Agora' se apresentavam muito dispersos, mas com um comportamento coerente já que a valores mais altos de força máxima de impacto correspondem valores mais baixos de tempo total de impacto o que é um comportamento esperado e já conhecido nos trabalhos realizados com outras cultivares de melão por Santos (1991) e Santos e Ruiz-Altisent (1993).

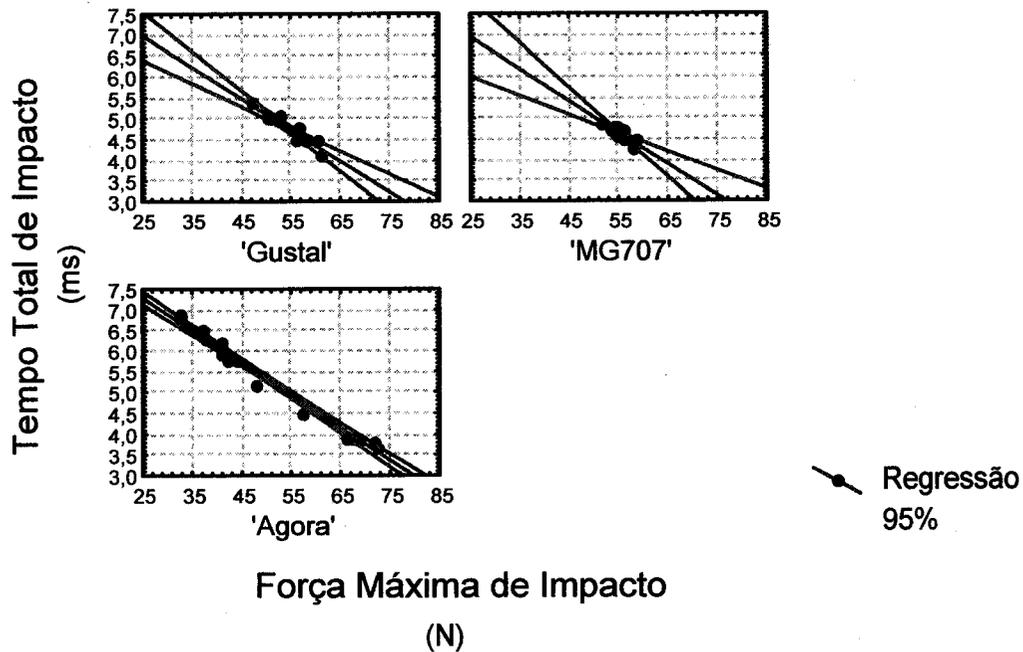


Figura 28 – Representação gráfica dos valores de força máxima e tempo total de impacto para as cultivares em estudo

É evidente que o conhecimento acumulado pelo pessoal especializado aqui utilizado para realizar a selecção dos frutos não se aplica a novas cultivares, o que neste caso se reflectiu na grande variabilidade dos estados de maturação da amostra de 'Agora' cultivar com características marcadamente diferentes.

A conjugação de força máxima de punção com o tempo total de impacto, sendo o primeiro um indicador do epicarpo e exocarpo e o segundo do estado de maturação dos frutos, permite a visualização dos dois grupos já anteriormente visionados na figura 30, para a cultivar 'Agora', que se confirmam aqui com alguma evidência (Figura 29).

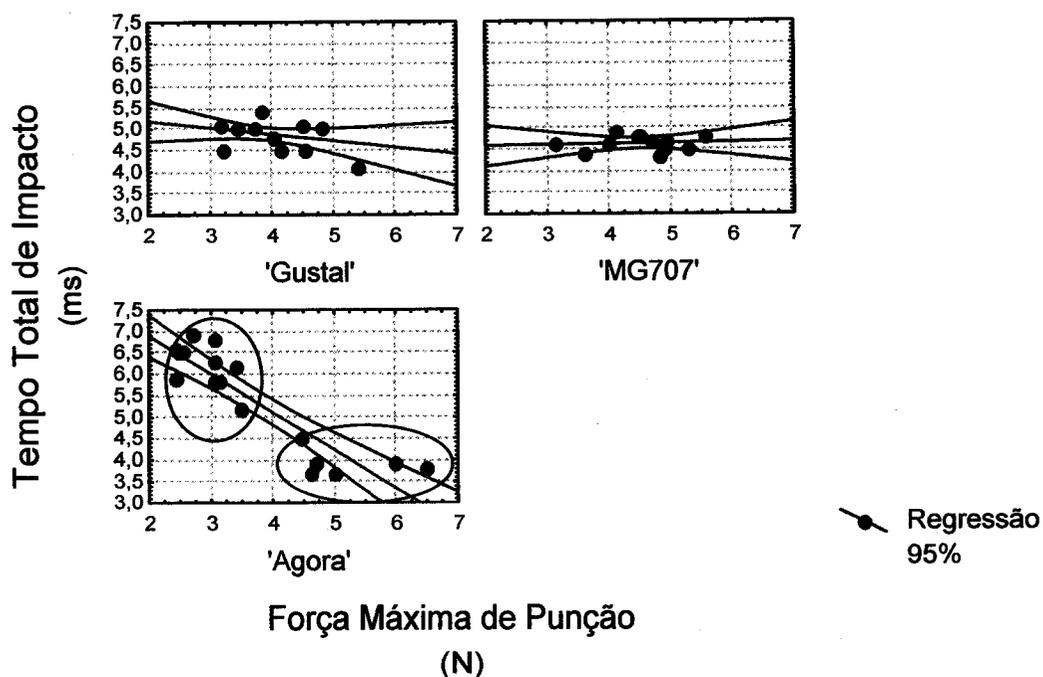


Figura 29 – Representação gráfica dos valores de força máxima de punção e tempo total de impacto para as cultivares em estudo

Esses dois grupos podem ser definidos pela seguinte conjugação de valores: grupo A com $TT_{Imp} > 5ms$ e $F_{MaxP} < 3,5N$ e grupo B com $TT_{Imp} < 4,5ms$ e $F_{MaxP} > 4,5N$. Conclui-se assim que o primeiro grupo era composto por frutos maduros e o segundo por frutos marcadamente verdes (Figura 29).

Também a conjugação de alguns outros parâmetros como força máxima de punção e de impacto, igualmente relacionados respectivamente com a avaliação do epicarpo e exocarpo e estado de maturação, confirmam a ideia anteriormente expressa, como se pode observar no gráfico da Figura 30.

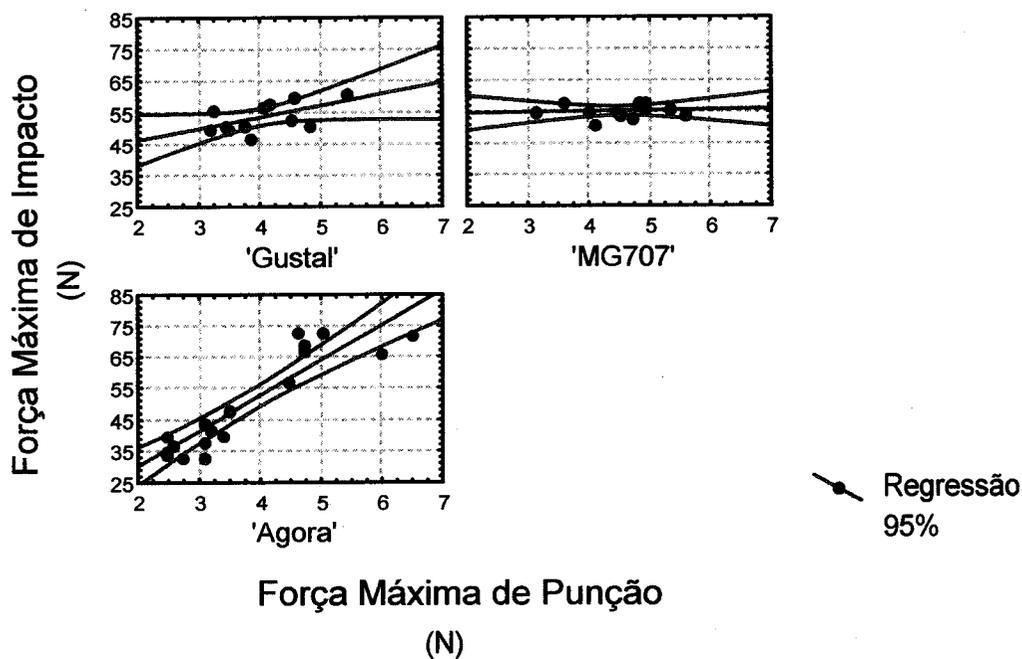


Figura 30 – Representação gráfica dos valores de força máxima de punção e força máxima de impacto para as cultivares em estudo

Este aspecto da análise da cultivar 3 pode ainda ser confirmado pela representação da distribuição espacial dos indivíduos, que a seguir se apresenta (Figuras 31, 32, 33 e 34).

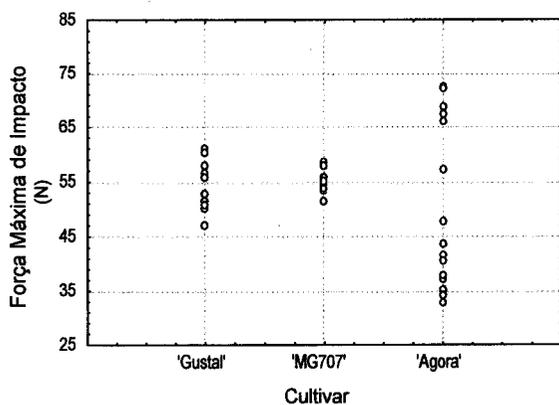


Figura 31 - Representação gráfica dos valores de força máxima de impacto por indivíduos nas cultivares em estudo

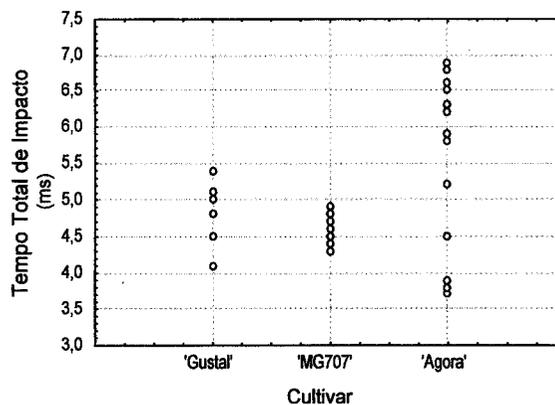


Figura 32 – Representação gráfica dos valores de tempo total de impacto por indivíduos nas cultivares em estudo

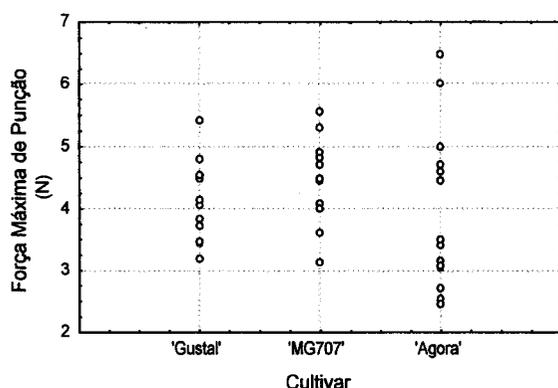


Figura 33 - Representação gráfica dos valores de força máxima de punção por indivíduos nas cultivares em estudo

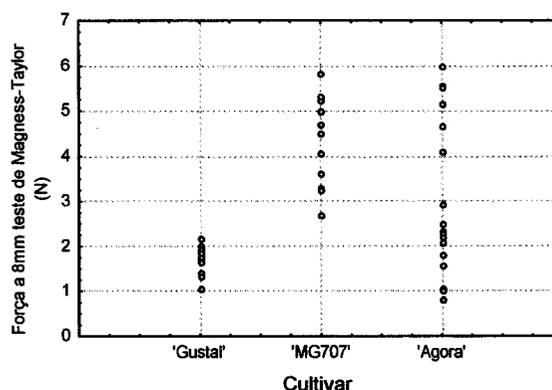


Figura 34 - Representação gráfica dos valores de força com 8mm de deformação no teste de penetração por indivíduos nas cultivares em estudo

Algumas outras medidas de carácter físico, como seja a espessura do mesocarpo, e de carácter químico como o conteúdo em sólidos solúveis, também confirmam a ideia anteriormente expressa de grande diversidade de características dos frutos da cultivar 'Agora' como se pode verificar pela maior amplitude do intervalo interquartil (Figuras 35 e 36).

A corroborar a ideia de que um técnico treinado só pode avaliar com algum rigor e eficácia as cultivares nas quais já adquiriu experiência, repare-se no pequeno intervalo entre o máximo e mínimo nos casos das cultivares do tipo Gália quando comparados com a grande amplitude de valores encontrados para as outras duas cultivares, quer nestes resultados quer na maioria dos apresentados anteriormente.

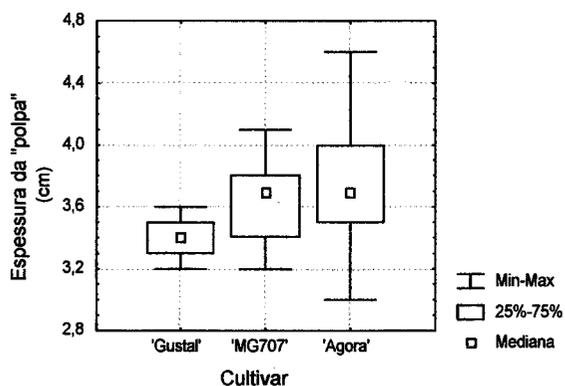


Figura 35 - Espessura do mesocarpo nas cultivares em estudo

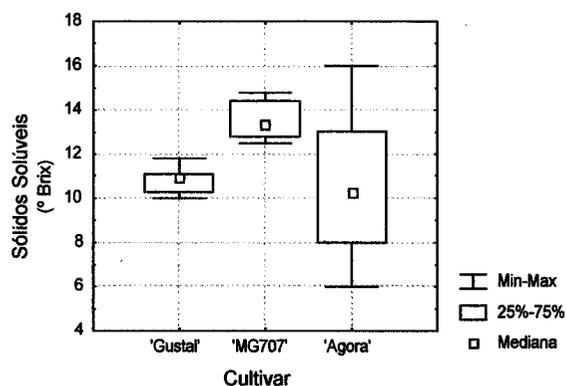


Figura 36 - Conteúdo em sólidos solúveis nas cultivares em estudo

3.4.5 - Conclusões

- Os valores encontrados neste ensaio experimental estão dentro do esperado para melões maduros quando comparados com os trabalhos de Alavoine *et al.* (1988), Santos (1991) e Santos e Ruiz-Altisent (1993) realizados com cultivares diferentes destas.
- A cultivar tipo Charentais, muito pouco divulgada no nosso país, apresentou claramente valores bastante diferentes das outras cultivares em estudo e foi bastante ineficaz a selecção praticada pelos técnicos no sentido da escolha de frutos em idêntico estado de maturação.
- A cultivar tipo Gália mas com genes de “Long-life” apresentou características algo diferentes das outras duas cultivares, mas suficientemente próximas para permitir uma classificação aceitável. É bem evidente que o conhecimento profundo da cultivar ‘Gustal’ permitiu uma classificação baseada nas observações dos técnicos bastante eficaz.
- O facto de estarem a surgir no mercado com muita rapidez novas cultivares faz colocar a ênfase na ineficácia da selecção feita pelos peritos perante a apresentação de uma cultivar com características algo distintas. Torna-se também assim evidente a necessidade da implementação de métodos objectivos que permitam a avaliação da qualidade e maturação.
- Os valores umbral encontrados para os parâmetros que aqui se revelaram mais interessantes foram: força máxima de Magness-Taylor 2,5-5,5N, força máxima de impacto 40 a 55N, espessura do mesocarpo 3,4–3,7cm e sólidos solúveis totais 10–13,5°Brix.

3.5 - Caracterização de melões 'Gustal' em diferentes estados de maturação simultâneos na planta.

Este ensaio consistiu em estudar as características físicas de melão da cultivar Gustal, tipo Gália, em dois estados diferentes de maturação: verde vs maduro, na campanha de 1993 e em três estados distintos, 40, 34 e 28 dias entre a antese e a colheita, na campanha de 1994

3.5.1 – Objectivos

Definir quais os parâmetros que melhor reflectem e medem as diferenças verificadas entre os distintos estados de maturação em estudo.

3.5.2 – Delineamento do ensaio

O delineamento para os ensaios de ambas as campanhas foi um delineamento factorial com um só factor de variação, estado de maturação. Foram colhidas amostras dos frutos, e por questões que se prendem com a fiabilidade dos resultados laboratoriais, em cada um deles procedia-se à repetição dos testes.



Figura 37 - Registo fotográfico de dois melões na planta em diferentes estados de maturação, verde vs maduro

No primeiro ensaio de distintos estados de maturação, campanha de 1993, considerou-se a classificação verde e maduro, de acordo com a decisão de técnicos com muita experiência nesta cultura. Não se sabia com exactidão qual o número de dias que transcorriam entre a antese e a colheita. Faça-se notar que esta classificação era feita com base em observações visuais, tácteis e olfactivas, de uso quotidiano (Figura 37). Com a aproximação e rigor possível atribuiu-se aos frutos verdes 28 dias e aos frutos maduros 34 dias entre antese e colheita.

No segundo ensaio, campanha de 1994, era conhecido com exactidão o tempo entre a antese e colheita.

Após a análise dos dados de ambos os ensaios pôde concluir-se que houve uma avaliação errada do número de dias no primeiro ensaio sendo mais correcto considerar um intervalo de 31 dias para os frutos verdes e 40 dias para os maduros.

3.5.3 – Métodos

Na primeira campanha o sistema de selecção dos frutos foi idêntico ao já referido para o ensaio 3.4, tendo sido utilizado o mesmo pessoal técnico com uma longa experiência nesta cultura. Havia sempre o cuidado de se proceder a uma avaliação independente dos frutos pelos vários classificadores de modo a minimizar os erros de selecção.

Introduziu-se neste ensaio experimental como critério de selecção, para além do peso, volume, forma e ausência de defeitos exteriores, as características exteriores de maturação (cor, aroma,

forma, aspecto da primeira folha e do pedúnculo, aparência do reticulado sobretudo junto ao pedúnculo).

Durante a segunda campanha procedeu-se à marcação das flores, através de etiquetagem com a data de antese da flor, que era feita regra geral com a periodicidade de cinco dias, contudo quando as condições climáticas levavam a que se verificasse uma resposta fisiológica das plantas de muito rápido aparecimento de flores, então esse período de tempo era encurtado para dois dias.

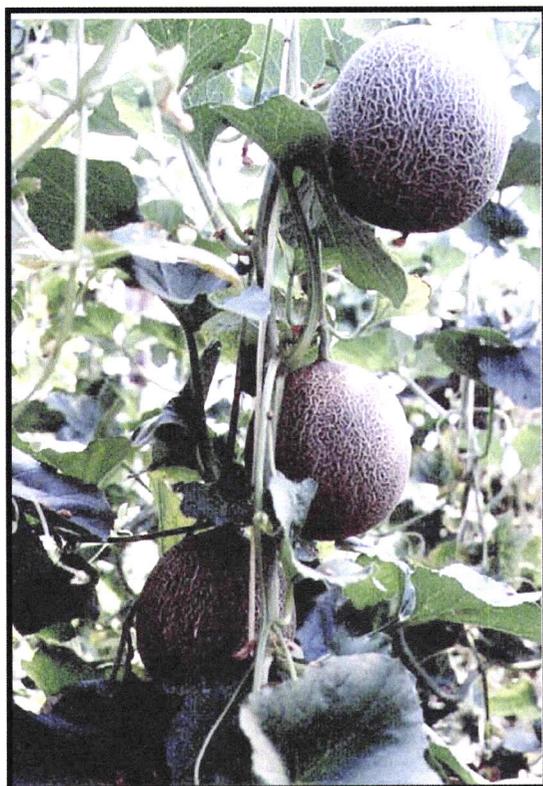


Figura 38 - Registo fotográfico do aspecto geral de melões na planta em três estados diferentes estados de maturação, com 40 DAA, 34 DAA e 28 DAA

Para a segunda campanha deste ensaio experimental os frutos foram colhidos todos no mesmo dia, 25 de Julho, e eram provenientes de flores previamente marcadas com a data de antese, o que permitiu saber com rigor o tempo entre a antese e a colheita.

Estabeleceram-se assim três grupos de frutos com diferentes estados de maturação (Figura 38 e Quadro 13).

Grupo de Frutos	Data de Antese	Nº de dias entre antese e colheita (DAA)
Grupo 1	15/ 6	40
Grupo 2	22/ 6	34
Grupo 3	28/ 6	28

Quadro 13 - Estado de maturação e dias entre a antese e a colheita para a segunda campanha de ensaios

As metodologias de embalagem, transporte e métodos laboratoriais de análise foram idênticas às do ensaio experimental anterior: os frutos eram acondicionados em caixas revestidas por espuma de alta densidade e as viagens foram realizadas em condições de temperatura de $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Os frutos foram testados sem serem sujeitos a conservação.

Os testes laboratoriais foram realizados de acordo com as condições que a seguir se expõem:

Testes físicos:

- Observação de características externas e das seguintes características físicas: diâmetro, comprimento, peso, volume, espessura da polpa.

Testes mecânicos:

- Impactos, com uma esfera de 47,292g e uma altura de queda de 12cm. Foram registados os seguintes parâmetros: força máxima de impacto (FMaxImp), deformação máxima (DefMaxImp), deformação permanente (DefPerImp), energia absorvida (EAbsImp) e tempo de impacto (TTImp).
- Compressão, com uma esfera de 30mm conduzida até 3mm de deformação. Foi medida a força a 3mm (F3C). O teste de compressão com esfera só foi realizado na segunda campanha.
- Punção da “pele”, ou seja epicarpo e exocarpo, utilizando uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro. O teste foi conduzido até 8mm de penetração da sonda. Foram registados os valores de força máxima (FMaxP), deformação (DefP), e avaliada a força estável após a ruptura do exocarpo (FEstP).
- Penetração segundo Magness-Taylor, com uma sonda de base plana com 8mm de diâmetro, e foi levado a cabo no mesocarpo dos frutos a 1,5cm da superfície do fruto, de acordo com as indicações de Alavoine *et al.* (1988). A penetração era conduzida até 8mm. Os valores retirados foram força máxima de penetração (FMaxMT), deformação para força máxima (DefMaxMT) força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT).

Testes químicos:

Sólidos solúveis totais (SST), em sumo extraído dos frutos com dois métodos diferentes de recolha de amostras para uma amostra pontual (BrixPar) e para uma mistura do mesocarpo extraído da zona equatorial (BrixTot). Eram depois avaliados com refractómetro.

Avaliação sensorial:

Para relacionar a avaliação sensorial com os parâmetros laboratoriais referidos, foi utilizado um painel de provadores já com experiência nestas provas e neste produto e foi-lhes apresentado uma ficha que permitisse a definição do perfil quantitativo descritivo (Anexo I).

As amostras eram sempre codificadas e em número de seis e fornecidas em pequenos tabuleiros de cor branca. Estavam disponíveis as restantes porções dos frutos, para melhor percepção de aroma ou de qualquer outra propriedade que fosse de difícil avaliação dada a pequena dimensão das amostras (cerca de 3cm × 3cm × espessura do fruto). O número de provadores era bastante variável.

3.5.4 – Discussão de resultados

No primeiro ensaio de distintos estados de maturação, campanha de 1993, considerou-se a classificação verde e maduro, de acordo com a decisão de três técnicos com muita experiência nesta cultura. Não se sabia com exactidão qual o número de dias que transcorriam entre a antese e a colheita. Com a aproximação e rigor possível atribuiu-se inicialmente aos frutos verdes 28 dias e aos frutos maduros 34 dias entre antese e colheita. referidos aqui como estado de maturação 1 e 2 respectivamente.

No segundo ensaio, campanha de 1994, era conhecido com exactidão o tempo entre a antese e colheita, tendo sido estabelecidos três grupos: 28, 34 e 41.

Da análise de variância dos parâmetros do teste de Impacto na primeira campanha ressalta o facto de só a Energia Absorvida se apresentar significativa com $F=53,568$ e $p<0,001$ o que parece apontar esta variável como boa indicadora do estado de maturação dos frutos (Figura 39). Os frutos mais maduros apresentam uma maior energia absorvida o que está relacionado com uma mais elevada deformação durante o impacto o que implica um abrandamento externo do fruto Contudo a grande falibilidade no cálculo deste parâmetro não o apontam, como muito

recomendável para um uso mais generalizado. O tempo total de impacto apresenta-se como não significativo na análise de variância portanto este parâmetro não permite distinguir entre diferentes estados de maturação.

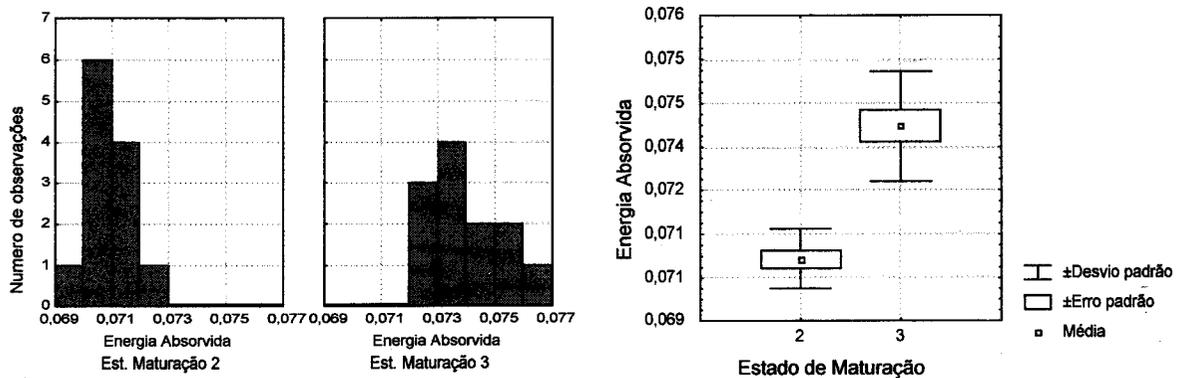


Figura 39 - Representação gráfica do numero de observações, desvio padrão e média da energia absorvida de impacto na primeira campanha

O teste de penetração de Magness-Taylor, que claramente permite determinações objectivas da dureza do mesocarpo, apresenta para os valores da primeira campanha resultados significativos para as três variáveis de medição de firmeza ou seja força máxima com $F=6,465$, força a 3mm com $F=5,210$ e força a 8mm com $F=9,269$ e todos eles com valores de p significativos 0,0186, 0,0325 e 0,0059 respectivamente (Figura 40). Parece pois evidente que neste ensaio a variável F8MT pode ser considerada como a mais fiável para a distinção entre frutos imaturos e maduros.

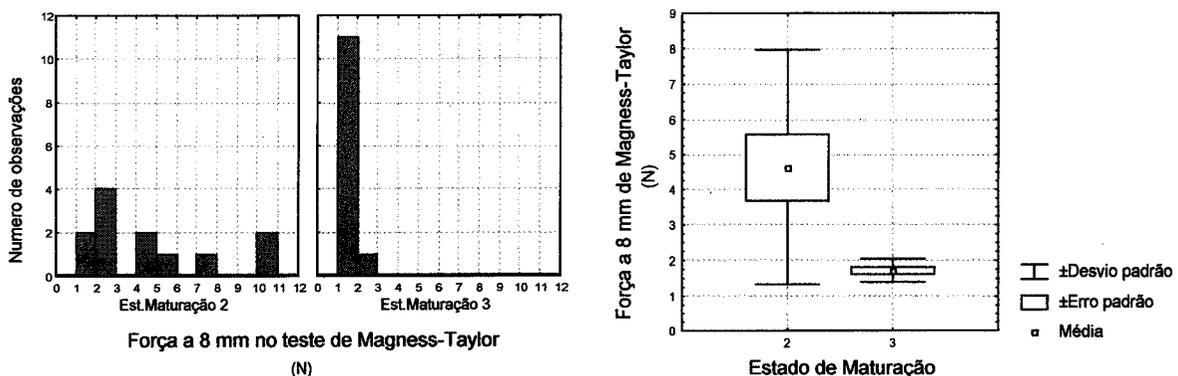


Figura 40 - Representação gráfica do numero de observações, média e desvio padrão da força a 8mm de deformação no teste de penetração de Magness-Taylor na primeira campanha

A interpretação deste ultimo gráfico evidencia um aspecto que se repetirá com frequência: os frutos classificados como maduros apresentam resultados das suas variáveis muito próximos, enquanto que os valores correspondentes aos frutos em mudança, ou seja que estão em alteração tendente a acelerar o seu processo de maturação, são muito díspares e pouco característicos.

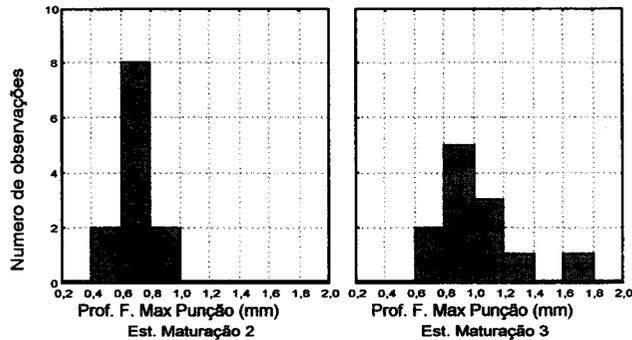


Figura 41 - Representação gráfica da Deformação à Força Máxima de Punção na primeira campanha

Quanto ao teste de punção do epicarpo e exocarpo a variável deformação à força máxima foi a mais notória com $F=12,518$ e $p=0,0019$ (Figura 41). O valor de deformação aumenta com o estado de maturação à colheita o que é coerente com o referido para a energia absorvida de impacto. Os valores de força máxima não mostram diferenças sendo em ambos os casos o valor médio de cerca de 4N.

Para a segunda campanha de ensaios os frutos eram rigorosamente avaliados quanto ao seu estado de maturação, sendo de 28, 34 e 41 dias transcorridos entre a antese e a colheita (DAA) e aqui referidos como grupos 1, 2 e 3 respectivamente.

Na análise de variância dos resultados da segunda campanha não se verificou qualquer diferença significativa para os parâmetros de impacto

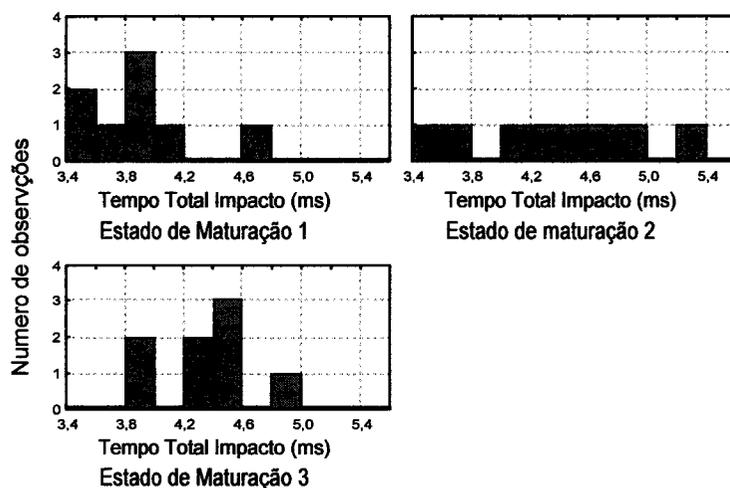


Figura 42 - Representação gráfica dos valores de tempo total de impacto na segunda campanha, para os diferentes estados de maturação

Nos histogramas de representação do parâmetro tempo total de impacto observa-se que os grupos referidos como 28 e 41 correspondem a conjuntos de frutos mais ou menos homogêneos, embora exibam alguns valores bastante distintos, enquanto que o grupo 34 engloba frutos incluídos nos dois estados de maturação e não apresenta características próprias predominantes (Figura 42).

Quando se compara os valores obtidos em ambas as campanhas verifica-se que a falta de identificação exacta do estado de maturação através da contagem do número de dias após a antese reduz ainda mais as diferenças entre os estados de maturação dos frutos seleccionados.

Também da análise dos dados se pode referir que os tempos de impacto inferiores 4ms verificar-se-ão antes do climatérico e ≥ 5 depois dessa fase.

Portanto aponta-se até esta variável como passível de ser utilizada para segregar entre os frutos em estados de maturação extremos, à semelhança do que já foi referido por Correa (1994) e Jarén (1994) em estudos realizados com outros frutos e por Santos (1991) e Santos e Ruiz-Altisent (1993) para melão, considerando a hipótese de não ter sido ainda alcançado o estado de climatérico após o qual não servirá para essa finalidade.

Na segunda campanha a análise do teste de penetração de Magness-Taylor levanta-nos algumas duvidas já que um erro instrumental não controlável pela parte do operador, leva-nos a por em causa alguns dos resultados, contudo já que a análise final nos pareceu bastante coerente apresenta-se com as devidas ressalvas. Todos os parâmetros de força, força máxima, força a 3mm e a 8mm, os valores de F e p são bastante idênticos e estes últimos significativos. De uma forma genérica deve-se referir que os frutos se comportam como climatéricos, com uma descida acentuada da força de Magness-Taylor no ponto em que o climatérico é atingido, que se passa a referir como ponto umbral de maturação.

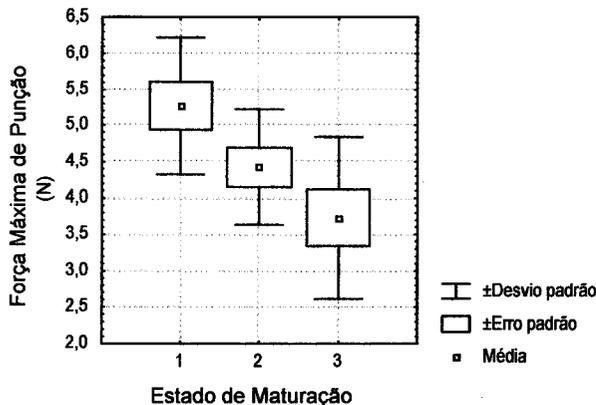


Figura 43 - Representação de valores de médias e de desvios-padrão para a variável força máxima de punção na segunda campanha

Neste ensaio de Punção o F da força máxima é o mais elevado com valor de 5,206 sendo o p significativo, bem como para a deformação à força máxima com $F=3,527$ e p significativo (Figura 43). Assim o estado de maturação reflecte-se no epicarpo e exocarpo dos frutos pelo que talvez este tipo de teste, que poderá em algumas circunstâncias ser considerado não destrutivo, possa ser usado para distinguir frutos em diferentes estados de maturação.

Se se compararem os valores médios de força máxima de punção da campanha de 1993 e de 1994 observa-se que, ambos os estados de maturação em estudo na primeira campanha correspondem ao valor intermédio da segunda, o que corrobora a ideia de que esses dois grupos estavam realmente num estado de maturação intermédio. Logo pode-se afirmar que os valores limites se mantiveram estáveis nas duas campanhas.

3.5.5 - Conclusões

- Só quando se identificarem muito objectivamente os estados de maturação com métodos muito rigorosos como o DAA, Dias Após a antese, se podem observar de modo instrumental diferenças entre os diferentes grupos de maturação. Já que não é possível em grande escala usar este tipo de caracterização será recomendável utilizar os parâmetros mecânicos que melhor evidenciem essas diferenças entre os grupos com diferentes DAA.
- As características do epicarpo e exocarpo mudam com o estado de maturação, como se verifica através dos resultados do teste de punção e nos do teste de Impacto. Neste ultimo teste nota-se que a sua evolução, com o avançar da maturação, segue paralelamente à da polpa mas de forma mais suave, pelo que as características da “pele” não serão as mais adequadas para distinguir os diferentes estados de maturação. Refira-se os seguintes valores limite aqui encontrados: 5,3N para os frutos com 28 DAA, 4,4N para os frutos com 34 DAA e 3,7N para os frutos com 41 DAA.
- Os testes de impacto apresentam um facto já observado noutros ensaios, que revelam o tempo total de impacto como um bom indicador do estado de maturação. Também neste caso segrega entre o estado maduro e imaturo, confirmando a conclusão anterior. Valores de tempo total de impacto inferiores 4ms são indicadores de frutos num estágio anterior ao climatérico,

que neste caso corresponde a 28 DAA, e valores superiores ou iguais a 4,5ms indicam frutos num estágio posterior a essa fase que corresponde a 41 DAA.

- A energia absorvida de Impacto apresenta-se como um bom indicador do estado de maturação dos frutos. Contudo a grande falibilidade no cálculo deste parâmetro, que se reflecte nas diferenças entre campanhas, não o apontam, como muito recomendável para um uso mais generalizado.

3.6 - Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção da planta diferentes

3.6.1 – Objectivos

Caracterização dos frutos da cultivar Gustal, provenientes de dois estratos diferentes das plantas, colhidas em datas diferentes, logo duas fases diferentes de produção da cultura, uma inicial relativa à colheita dos frutos provenientes do estrato mais baixo e outra do final da colheita e colhida no estrato mais elevado.

3.6.2 – Delineamento do ensaio

Tratou-se de um delineamento unifactorial de desenho não equilibrado já que o número de frutos de cada modalidade era diferente.

Os frutos foram colhidos quando exibiam características exteriores da maturação comercial e depois seleccionados por três técnicos experientes.

Seleccionaram-se 20 frutos do estrato mais baixo, logo do início da campanha, e 12 da fase final de produção e pertencentes a um estrato mais alto. O intervalo de tempo que decorreu entre as duas colheitas foi de 30 dias.

Note-se que sendo uma cultura de produção escalonada no tempo estas duas amostras foram obrigatoriamente colhidas em datas diferentes, assim mais do que estratos diferentes estão aqui em estudo duas fases diferentes de produção da cultura, uma inicial relativa à colheita dos frutos provenientes do estrato mais baixo e outra do final da colheita e colhida no estrato mais elevado.

3.6.3 – Métodos

A cultura de melão 'Gustal' foi conduzida com tutoragem, em estufa, sempre em condições agronómicas idênticas.

A colheita e selecção dos frutos foi feita por três especialistas na cultura, de acordo com os critérios bastante rigorosos relativos ao aspecto exterior dos frutos, para que fossem tanto quanto possível idênticos no que diz respeito ao peso, ao volume, forma, grau de maturação e ausência de defeitos exteriores. Os frutos testados foram colhidos e de imediato levados para o laboratório onde decorriam os ensaios, pelo que foram testados sem terem sido sujeitos a conservação. A preparação para o transporte consistiu em colocar os frutos em caixas isotérmicas sendo cada um deles envolvido em material sintético para absorção de choques.

Todos os testes efectuados seguiram as normas já estabelecidas e utilizadas em ensaios anteriores.

Testes físicos

Observação das seguintes características físicas e de algumas características externas: diâmetro, comprimento, peso, perda de peso, volume, espessura da polpa.

Testes mecânicos

- Impactos, com uma esfera de 47,292g e uma altura de queda de 12cm. Foram registados os seguintes parâmetros: força máxima de impacto (FMaxImp), deformação máxima (DefMaxImp), deformação permanente (DefPerImp), energia absorvida (EAbsImp) e tempo total de impacto (TTImp).
- Punção do epicarpo e exocarpo, utilizando uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro. O teste foi conduzido até 8mm de penetração da sonda. Foram registados os valores de força máxima (FMaxP), deformação (DefP), e avaliada a força estável após a ruptura do exocarpo (FEstP).
- Penetração segundo Magness-Taylor, com uma sonda de 7,9mm de diâmetro, e foi levado a cabo no mesocarpo dos frutos a 1,5cm da superfície do fruto, de acordo com Alavoine *et al.* (1988). A penetração era conduzida até 8mm. Os valores retirados foram força máxima (FMaxMT), deformação para força máxima (DefMaxMT) força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT).

Testes químicos

Sólidos solúveis totais (SST), em sumo extraído dos frutos com dois métodos diferentes de recolha de amostras (BrixPar) para uma amostra pontual e (BrixTot) para uma mistura do mesocarpo extraído da zona equatorial. Eram depois avaliados com refractómetro.

Avaliação sensorial:

Foi utilizado um painel de provadores já com experiência neste tipo de provas e neste produto e foi-lhes apresentado uma ficha para definição do perfil quantitativo descritivo (Anexo I). As amostras eram sempre codificadas e em número de seis e fornecidas em pequenos tabuleiros de cor branca. Estavam disponíveis as restantes porções dos frutos e as amostras eram de reduzida dimensão (3cm × 3cm × espessura do fruto). O número de provadores era bastante variável.

3.6.4 – Discussão de resultados

Este ensaio realizou-se exclusivamente na campanha de 1994. Os frutos foram seleccionados por técnicos especialistas, com base na observação das suas características externas de maturação, similares para frutos provenientes dum estrato mais baixo na planta que produz no início da campanha e de zonas de produção mais altas e relativas ao final da campanha.

Quanto ao teste de impacto a análise de variância demonstra um alto nível de significância para todos os parâmetros. A observação do gráfico representativo dos resultados do Tempo Total de Impacto (Figura 44) permite concluir que este parâmetro detecta as diferenças do epicarpo e exocarpo dos frutos.

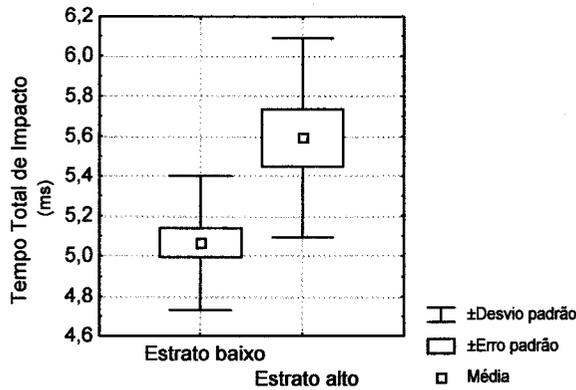


Figura 44 - Representação gráfica do tempo total de impacto para ambos os estratos

Neste caso ambos os grupos tinham superado a crise de climatérico já que os valores superam os 5ms. Esta constatação está de acordo com o facto de não se detectarem diferenças significativas no teste de penetração de Magness-Taylor já que depois de superado o climatérico não se podem segregar os frutos mediante penetração da polpa.

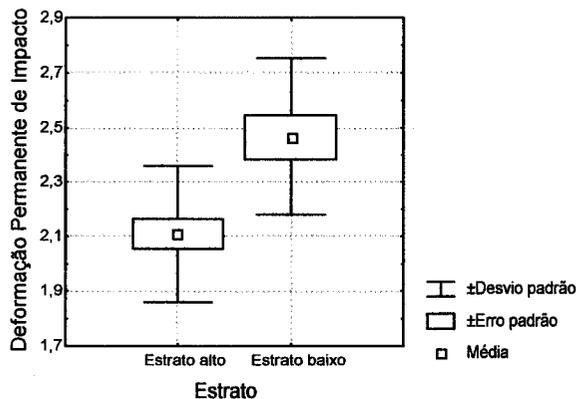


Figura 45 - Representação gráfica da deformação permanente de impacto para ambos os estratos

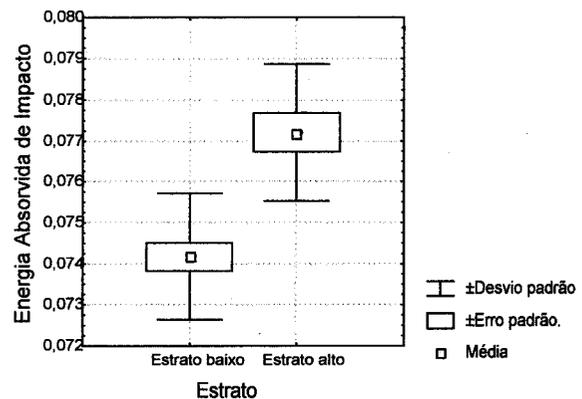


Figura 46 - Representação gráfica da energia absorvida de impacto para ambos os estratos

A análise de variância dos parâmetros do teste de Magness-Taylor revela que só a deformação à força máxima, relacionada com a turgidez dos tecidos, apresenta valores de p significativos com $F=11,3917$ e $p=0,002053$ (Anexo IV). Todos os outros parâmetros são não significativas o que nos leva a concluir que não se verificaram diferenças na firmeza do mesocarpo dos frutos, entendida como a resistência dos tecidos, dos dois grupos (Figura 47 e 48).

As diferenças encontradas no parâmetro deformação atrás referido podem ser atribuídas a variações no estado de hidratação dos tecidos, já que menor rigidez e maiores valores de deformação implicam menor hidratação dos tecidos ($< \text{rigidez} \Rightarrow < \text{hidratação} \text{ e } > \text{deformação} \Rightarrow < \text{hidratação}$), o que se verifica neste ensaio como pode ser corroborado pelos os valores de deformação à força máxima de penetração de Magness-Taylor: estrato 1, mais baixo com $\text{DefMaxMT}=4,5\text{mm}$ e estrato 2, mais alto $\text{DefMaxMT}=6,3\text{mm}$. Este facto pode dever-se a diferentes factores como sejam: envelhecimento da planta, alteração no regime de rega, temperatura ambiente mais elevadas e humidade relativa mais alta.

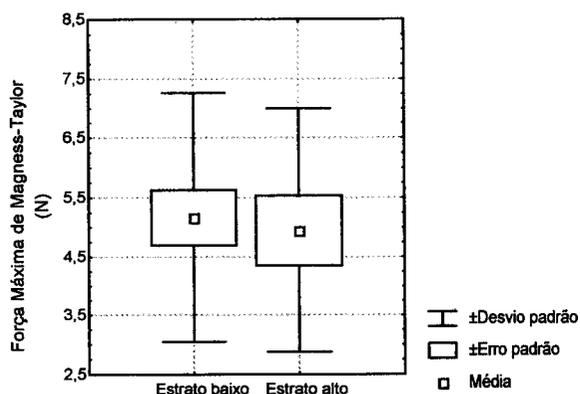


Figura 47 - Representação gráfica da força máxima de Magness-Taylor para ambos os estratos

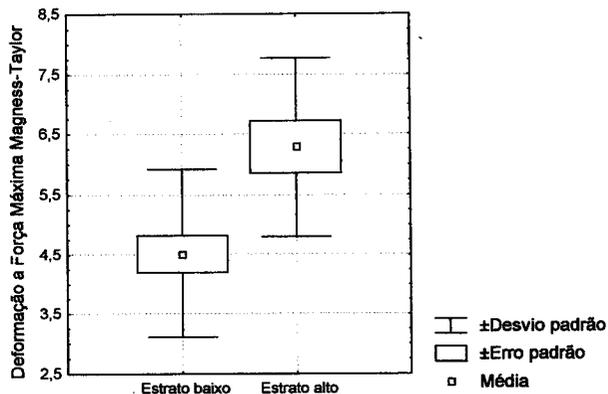


Figura 48 - Representação gráfica da deformação à força máxima de Magness-Taylor para ambos os estratos

A ilação apresentada anteriormente quando da análise das variáveis de Magness-Taylor é confirmada pelo facto da designada por força estável de punção, que parece ser uma medida da consistência do mesocarpo, não apresentar também valores de p significativos.

Contudo as restantes variáveis do teste de Punção de epicarpo e exocarpo revelaram-se como significativas com destaque para a Força Máxima com $F=10,47546$ e $p=0,002947$ (Figura 49), o que indica haver diferenças na pele dos frutos entre o início e final de campanha, o que se reflecte seguramente nos valores obtidos através do teste do impacto.

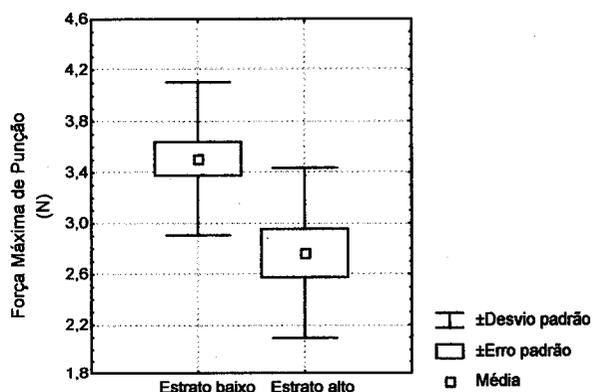


Figura 49 - Representação gráfica do força máxima de punção para ambos os estratos

3.6.5 - Conclusões

- O envelhecimento das plantas em produção ao longo da campanha bem como as condições meteorológicas e as práticas agrícolas do final de campanha, afectam significativamente o estado de hidratação dos frutos mas não a consistência interna do mesocarpo entendida como a resistência interna à penetração de Magness-Taylor, com $F_{MaxMT} \approx 5N$.
- O ensaio de Impacto, que noutros ensaios revelou a sua capacidade de segregação em função da dureza dos tecidos, mostra-se neste caso também afectado pelas condições de hidratação. Isto é, neste ensaio, coerente com a indicação dos parâmetros relacionados com o módulo de elasticidade mais que com os de ruptura dos tecidos.
- A resistência da pele dos frutos medida no teste de punção também diminui no final da campanha.

3.7 – Distribuição espacial dos Sólidos Solúveis em melões ‘Gustal’

De acordo com a bibliografia consultada, as variações dos valores de sólidos solúveis totais (SST) encontrados num mesmo fruto podem ser muito acentuadas, daí ser absolutamente necessário definir com exactidão qual o método e local para recolha da amostra a examinar, correndo o risco, se assim não for, de cometer erros de avaliação grosseiros

3.7.1 – Objectivos

Com essa finalidade foi realizado um ensaio em que se pretendia:

- comparar os valores de sólidos solúveis totais (SST) de amostras recolhidas em locais pré-definidos dos frutos;
- definir com exactidão qual o método e local para recolha da amostra a examinar, para não correr o risco de cometer erros de avaliação grosseiros.

3.7.2 - Delineamento do ensaio

Trata-se de um delineamento com dois factores, localização radial (1 - interior ou seja perto da cavidade placentária e outra 2 - exterior, junto ao exocarpo) e localização longitudinal (zona do pedúnculo (1 - PED), zona oposta ao pedúnculo vulgarmente designada por “umbigo” (2 - UMB), zona do fruto em contacto directamente com o solo designada por “cama” (3 - CAMA) e zona exposta ao sol (4 - SOL).

Foram analisados 20 frutos de onde se fazia uma avaliação de cada localização proposta.

3.7.3 – Métodos

Os frutos eram provenientes do mesmo campo de cultura referido para os outros ensaios e todos eles foram seleccionados por três diferentes técnicos experientes, com o objectivo de estarem em maturação comercial.

De acordo com o delineamento foram considerados longitudinalmente quatro locais diferentes, zona do pedúnculo (PED), zona oposta ao pedúnculo (UMB), zona em contacto com o solo (CAMA) e zona exposta ao sol (SOL) e radialmente considerou-se sempre duas localizações, perto da cavidade placentária (INT) e junto ao exocarpo (EXT).

Logo após a colheita eram retiradas amostras do sumo de cada uma das zonas referidas e analisado o conteúdo em sólidos solúveis por refractometria mediante a utilização de um refractómetro de marca Atago.

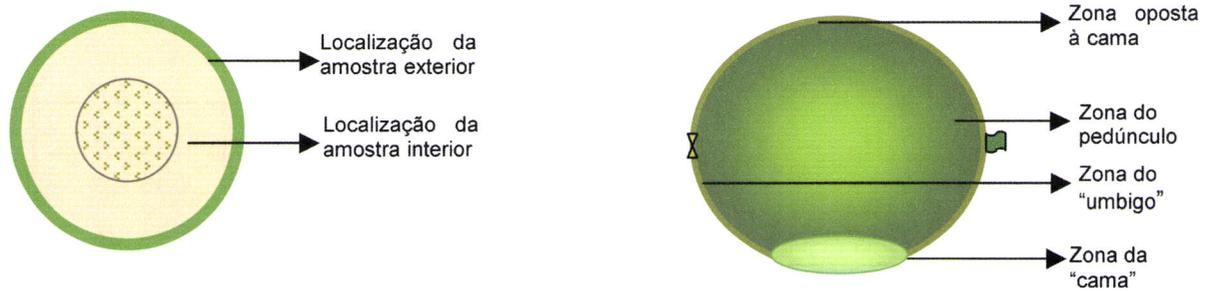


Figura 50 - Localização das amostras utilizadas para determinação de sólidos solúveis totais por refractometria. Apresentação de corte transversal e aspecto exterior dum fruto

3.7.4 – Discussão de resultados

Na análise de variância dos valores sobre o conteúdo em sólidos solúveis relativamente ao factor radial, revelou-se significativo com valor de $F=52,595$. Como consequência desse facto, a definição do local de recolha, deve ser baseada sobretudo no que diz respeito a esse aspecto, em detrimento da localização longitudinal, que para este caso não apresentou diferenças significativas e com $F=0,958$ (Anexo V).

Os valores de sólidos solúveis totais foram sempre mais elevados quando a amostra foi retirada junto à cavidade placentária se comparados aos das amostras recolhidas na parte mais exterior do mesocarpo, tal como referido no capítulo 2.5.7. (Figura 50).

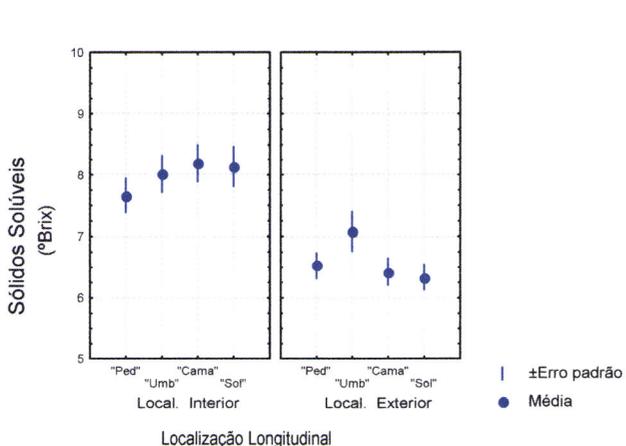


Figura 51 - Representação gráfica dos valores de sólidos solúveis totais nas diferentes localizações de recolha de amostras

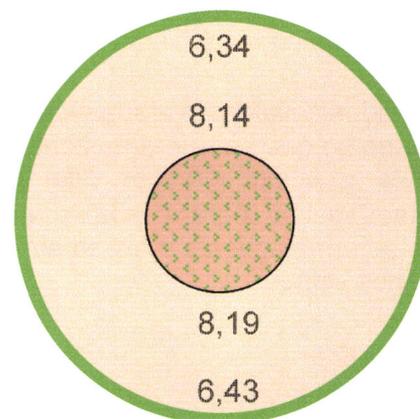


Figura 52 - Valores médios de sólidos solúveis totais na zona equatorial

Os resultados são contudo algo inesperados, se se considerar a informação veiculada pela C.T.I.F.L. (Alavoine *et al.*, 1988), relativos aos valores médios das respectivas localizações, já que aqui se verificou a média mais elevada nas amostras provenientes da zona da "cama" interior o que contradiz a referida informação.

Quadro 14 - Valores de médias e desvio padrão de sólidos solúveis totais nas diferentes localizações no fruto.

Distribuição radial	Distribuição Longitudinal	Média (° Brix)	Desvio-padrão	Nº de observações	CV (%)
Interior	“Ped”	7,67	1,244	20	16,214
	“Umb”	8,02	1,341	20	16,721
	“Cama”	8,19	1,361	20	16,619
	“Sol”	8,14	1,459	20	17,920
Exterior	“Ped”	6,53	0,933	20	14,288
	“Umb”	7,09	1,434	20	20,224
	“Cama”	6,43	0,986	20	15,330
	“Sol”	6,34	0,911	20	14,369
Total		7,30	1,415	160	16,461

3.7.5 - Conclusões

- É absolutamente necessário definir com rigor a localização e método de recolha da amostra, considerando que factor mais importante para essa finalidade é a distribuição radial. As variações radiais mostram valores ligeiramente inferiores (1,5 a 2,0°Brix) à variação observada entre os distintos valores do conteúdo em Sólidos Solúveis dos distintos estados de maturação (2,5 a 3,0°Brix) como se verifica em ensaios posteriores.
- Os dados coligidos e a sua interpretação não são corroborados pelos valores existentes em bibliografia no que se refere às zonas referidas por “Sol” e “Cama”, não significativo neste caso. Supõe-se que pode haver diferenças importantes nesta distribuição para as diversas variedades, pelo que para cada nova variedade a ser estudada se deverá proceder previamente a estas determinações e à sistematização do método de recolha de amostra para determinação dos sólidos solúveis.

3.8 - Estudo da variação das características mecânicas, químicas e físicas ao longo de período de armazenamento em condições de frio, para melões da cultivar Gustal colhidos na maturação comercial

3.8.1 – Objectivos

Os principais objectivos destes ensaios são:

- Estudar as principais fontes de variação das propriedades mecânicas, físicas e químicas dos frutos durante a sua conservação pelo frio;
- Seleccionar os melhores testes para definir qualidade/ maturação.

3.8.2 – Delineamento do ensaio

Este ensaio consistiu em estudar a evolução dos frutos da cultivar Gustal na maturação comercial, quando conservados em câmara de frio, à temperatura de $6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e a 90% de humidade relativa, durante um período de tempo de 3 semanas.

Foi concebido um desenho unifactorial sendo o factor considerado o tempo de conservação pelo frio, com 5 datas de análise, em dias predefinidos: 0, 5, 8, 13, 16 dias após a entrada nas câmaras. Cada amostra era constituída por 16 frutos pelo que foram utilizados 80 frutos neste ensaio.

3.8.3 - Métodos

A cultura foi conduzida de forma perfeitamente comum, havendo grande cuidado durante a colheita e avaliação do estado de maturação dos frutos (Figura 61). A escolha da amostra foi bastante criteriosa, tendo sido um único técnico a proceder à colheita, às primeiras horas da manhã, que depois era seleccionada por outros dois técnicos já muito experimentados nesta cultura.



Figura 53 Registo fotográfico de um fruto da cultivar Gustal na maturação comercial

Depois de devidamente acondicionados, em caixas revestidas com material esponjoso e sendo cada um dos frutos envolvido nesse mesmo material, os frutos foram transportados desde o local de cultura, Pólo da Mitra da Universidade de Évora, até ao Laboratório de Propriedades Físicas da Universidade Politécnica de Madrid.

O transporte foi feito em condições de temperatura entre 18 e 20°C . Aí chegados, todos os frutos foram pesados, medidas as suas dimensões e volume.

Uma primeira amostra foi sujeita de imediato aos testes laboratoriais já habituais sem qualquer tratamento de frio.

Os restantes frutos foram colocados em câmara de frio (6°C e 90% H.R.) de onde eram retirados 12 horas antes de serem testados a fim de atingirem a temperatura interior de 20°C .

Em cada data de análise foram realizados os seguintes testes:

Testes físicos

Observação das seguintes características físicas: diâmetro, comprimento, peso, perda de peso, volume, espessura da polpa.

Testes mecânicos

- Impactos, com uma esfera de 47,292g e uma altura de queda de 12cm. Foram registados os seguintes parâmetros: força máxima de impacto (FMaxImp), deformação máxima (DefMaxImp), deformação permanente (DefPerImp), energia absorvida (EabsImp) e duração do tempo de impacto (TTImp). O teste de impacto foi repetido 4 vezes em cada fruto.
- Punção do epicarpo e exocarpo, utilizando uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro. O teste foi realizado no fruto inteiro e conduzido até 8mm de penetração da sonda. Foram registados os valores de força máxima (FMaxP), deformação (DefP), e avaliada a força estável após a ruptura do exocarpo (FEstP).
- Penetração segundo Magness-Taylor, com uma sonda de 8mm de diâmetro, e foi levado a cabo no mesocarpo dos frutos a 1,5cm da superfície do fruto de acordo com Alavoine *et al.* (1988). A penetração era conduzida até 8mm. Os valores retirados foram força máxima de penetração (FMaxMT), deformação para força máxima (DefMaxMT) força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT).

Testes químicos

Sólidos solúveis totais (SST), em sumo extraído dos frutos com dois métodos diferentes de recolha de amostras para uma amostra pontual (BrixPar) e para a uma mistura do mesocarpo extraído da zona equatorial (BrixTot). Eram depois avaliados com refractómetro.

Avaliação sensorial:

Foi utilizada uma ficha para definição do perfil quantitativo descritivo do produto em estudo (Anexo I). O número de provadores era bastante variável e todos eles com experiência neste tipo de provas e neste produto. As amostras eram sempre codificadas, de reduzida dimensão (3cm × 3cm × espessura do fruto) e apresentadas em pequenos tabuleiros de cor branca. Estavam disponíveis as restantes porções dos frutos.

3.8.4 – Discussão de resultados

Este ensaio é o primeiro de um ciclo que pretende caracterizar a vida comercial de melões armazenados em condições de frio (6°C e 90% H.R.)

O teste de penetração de Magness-Taylor, com os valores obtidos a partir dos parâmetros usuais, força máxima (FMaxMT) e deformação à força máxima (DefMaxMT) e dois novos parâmetros ensaiados nestes ensaios, força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT) não se revela na generalidade muito esclarecedor para a avaliação da evolução, com excepção para a deformação à força máxima (relacionada com a desidratação dos tecidos com conseqüente perda de rigidez) com um valor de $F=6,0212$ e $p=0,0003$. Contudo a dificuldade e morosidade inerente à execução de teste, bem como o seu carácter destrutivo, não o tornam muito interessante para acompanhamento da evolução em conservação.

O teste de punção apresenta os valores de Força Máxima não significativos contrariamente à Deformação à Força Máxima (com $p=0,000$) que reflecte a desidratação externa dos frutos. O novo parâmetro força estável de punção também se revelou significativo com $p=0,002$ (Figura 54) (Anexo VI).

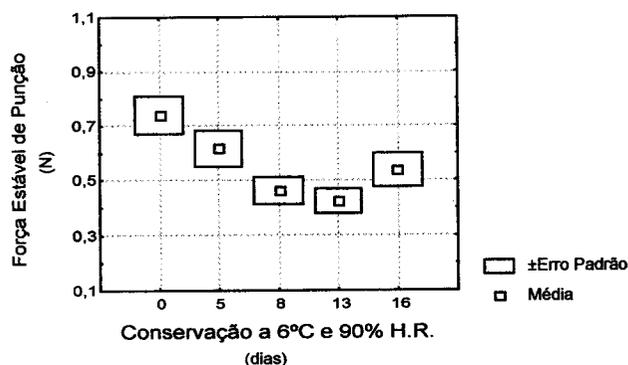


Figura 54 - Evolução da força estável de punção durante a conservação pelo frio de frutos

A máxima variação produz-se durante os 5 primeiros dias de conservação, provavelmente causada pelo o processo de arrefecimento dos frutos.

Este último parâmetro reflecte as mudanças ocorridos na polpa durante a conservação, sendo evidente um decréscimo de firmeza até aos 13 dias seguido de um aumento do seu valor, provavelmente causado por alterações no carácter visco-elástico da polpa, característicos dos frutos em plena senescência.

Relativamente aos parâmetros de impacto os resultados da análise de variância permitem-nos concluir que são bastante consistentes com os resultados obtidos noutros ensaios (Anexo VI).

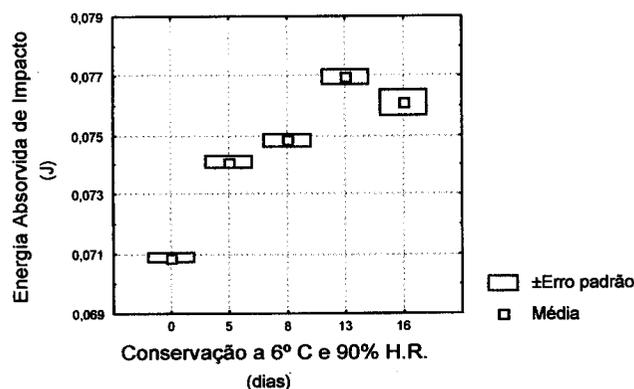


Figura 55 – Evolução da energia absorvida de Impacto durante a conservação pelo frio

Assim todos os parâmetros apresentam resultados de análise de variância com valores significativos ou melhor altamente significativos ($p<0,001$) sendo de salientar mais uma vez a energia absorvida de Impacto com valor de F mais elevado ($F=73,88$) e um $p=0,000$ (Figura 55). Note-se uma alteração após os 13 dias de conservação, com um decréscimo da média e aumento do valor do erro padrão o que se tem revelado como sintomático de frutos que se sofrem acentuadas alterações.

Isto é coerente com os resultados reflectidos pelos dados da força estável de punção anteriormente apresentados (Figura 54).

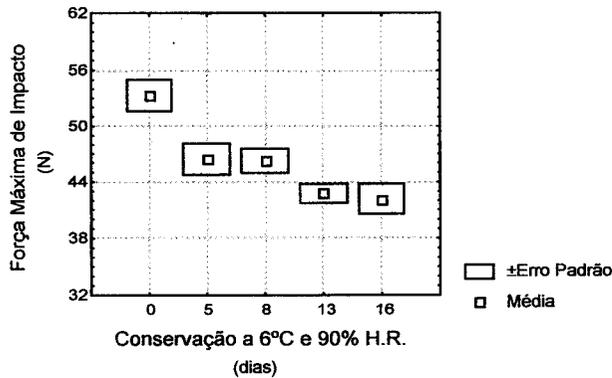


Figura 56 - Evolução da força máxima de impacto durante a conservação pelo frio

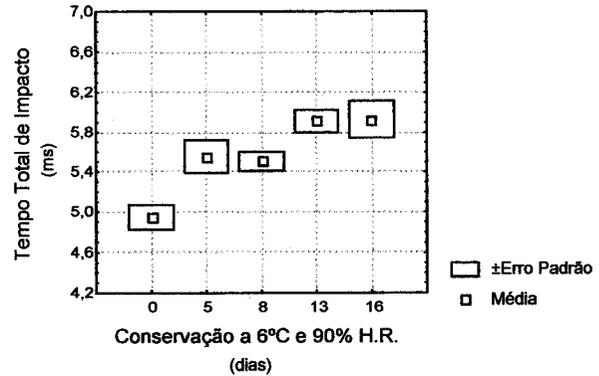


Figura 57 - Evolução do tempo total de impacto durante a conservação pelo frio

A força máxima de impacto (FMaxImp) e o tempo total de impacto (TTImp) apresentam representações gráficas muito interessantes, dado reflectirem um comportamento já esperado da parte deste fruto em conservação, ou seja um aumento gradual do tempo de impacto ao longo do tempo de conservação e uma diminuição também gradual da força máxima de impacto (Figuras 56 e 57). Parece assim evidente que o teste de Impacto mecânico não destrutivo pode ser utilizado para avaliar a evolução dos frutos em conservação.

Em termos práticos, e tendo em conta os resultados da força máxima e do tempo total de impacto, será de considerar a hipótese de relacionar estas duas variáveis de modo a permitir uma avaliação fiável dos frutos (Figura 58).

Força Máxima de Impacto vs. Tempo Total de Impacto

$$TTImp = 9,7052 - ,0896 * FMaxImp$$

$$r = -,9651$$

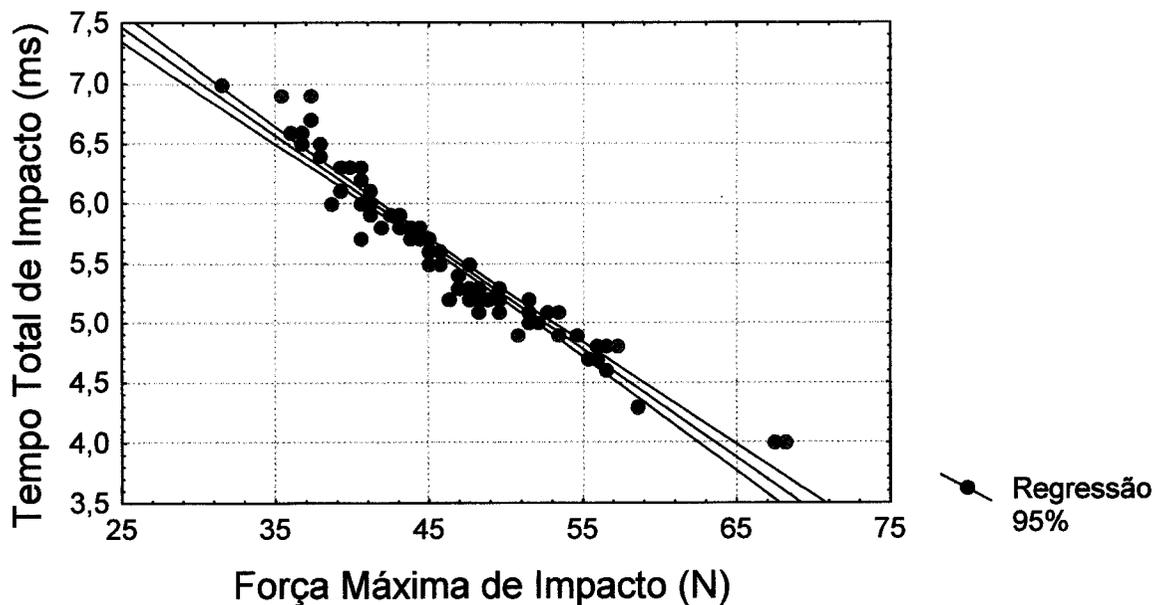


Figura 58 – Representação gráfica da força máxima e tempo total de impacto

Uma vez mais se confirma que os frutos na maturação comercial exibem valores de tempo total de impacto superiores a 5ms.

A inclusão dos resultados de energia absorvida de impacto é também uma hipótese a considerar devido aos excelentes resultados de carácter estatístico por ela evidenciado, embora de forma prática não seja de grande interesse já que em termos experimentais é bastante falível o seu cálculo (Figura 59).

Força Máxima vs. Energia Absorvida vs. Tempo Total de Impacto

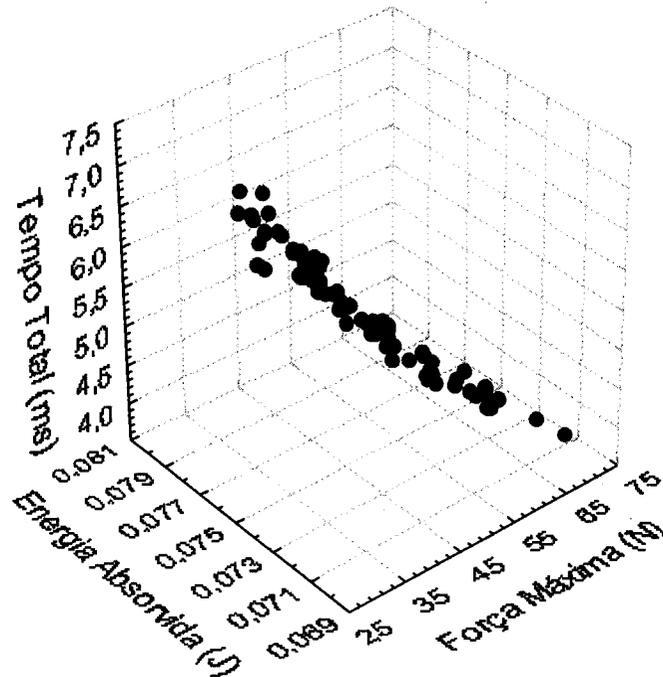


Figura 59 – Representação gráfica dos valores médios dos parâmetros de impacto força máxima, energia absorvida e tempo total

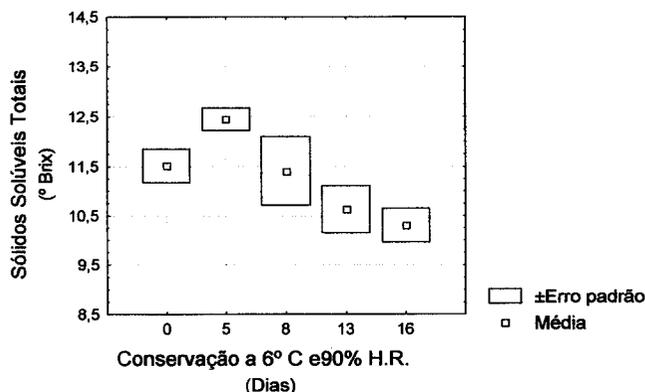


Figura 60 – Evolução dos sólidos solúveis totais durante a conservação pelo frio

Os valores encontrados na análise de sólidos solúveis totais revelaram-se consistentes com o aspecto anteriormente analisado que salienta alterações notórias durante os 5 primeiros dias de conservação (Figura 60). Este aumento de açúcares no início do período de armazenamento é justificado pelos valores da perda de água por transpiração serem superiores às perdas de açúcares por respiração; como não existe amido armazenado a quantidade absoluta de açúcares não pode aumentar mas sim apresentar mais elevada concentração.

O facto de se verificar nesse período uma taxa de transpiração acentuada é confirmado pelo aumento da deformação no teste de punção.

Durante o tempo de conservação, subsequente ao referido aumento dos açúcares, a diminuição dos valores de SST justifica-se pela respiração dos frutos se sobrepor à continuada perda de água por transpiração.

3.8.5 - Conclusões

- Verifica-se numa forma genérica, um comportamento bastante coerente até ao 13º dia de conservação, data em que ocorrem alterações importantes quer na polpa quer na “pele” dos frutos. Esta conclusão baseia-se formalmente na análise dos resultados da Força Estável de Punção, mas também na observação das representações gráficas da Força Máxima e do Tempo Total de Impacto.
- São também de salientar os valores altos de desvio-padrão que se encontram após os 13 dias sintomáticos de frutos que se encontram em fase de acentuada alteração.
- Faça-se notar que Andre *et al.* (1982) referem um período de conservação de 10 a 20 dias, Gimer (1979) cerca de 15 dias e Hardenburg *et al.* (1986), 14 dias, para melões reticulados e com diferentes condições de armazenamento.
- O ligeiro acréscimo dos valores de sólidos solúveis totais logo após o início da conservação em condições de frio, coincidente com outras alterações verificadas ao nível das características reológicas, aumento de deformação em Punção que está de acordo com referências anteriores (Santos, 1991) e com a ocorrência de uma transpiração acentuada nas fases iniciais de armazenamento.

3.9 - Estudo da variação das características mecânicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal com maturação determinada (34 dias após antese)

3.9.1 – Objectivos

Este ensaio tinha como finalidade avaliar a evolução dos frutos com 34 dias antese-colheita, quando conservados a $6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e aproximadamente 95% de humidade relativa.

Os objectivos destes ensaios são muito similares aos expostos no ensaio anterior, residindo a diferença no método utilizado para seleccionar o material colhido. Refira-se ainda que estes dois ensaios decorreram em campanhas diferentes.

Os objectivos mantêm-se por isso idênticos aos já apresentados para o ensaio anterior:

- Estudar as principais fontes de variação das propriedades mecânicas, físicas e químicas dos frutos durante a sua conservação pelo frio;
- Seleccionar os melhores testes para definir qualidade/maturação.

3.9.2 - Delineamento do ensaio

O delineamento do ensaio foi também idêntico, sendo conduzido durante um período de tempo mais alargado, de 38 dias nas condições de câmara de frio de $6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e aproximadamente 95% Humidade Relativa.

Foi utilizado um delineamento unifactorial sendo o factor o tempo de conservação pelo frio, com 6 datas de análise. Fazendo corresponder à 1ª data o dia 0 serão 0, 6, 14, 22, 28, 31 e 38 dias após o início deste ensaio

Cada amostra era constituída por 5 frutos, testados 2 vezes, pelo que foram utilizados 35 frutos e realizadas 70 observações neste ensaio. Contudo, faz-se notar desde já que foram retirados os valores respeitantes a um dos frutos testados 28 dias após conservação, por ter sido considerado como aberrante comparativamente a todos os outros observados, é pois um “outlier” e como tal passível de ser eliminado.

3.9.3 - Métodos

Para tornar mais objectiva a definição do estado de maturação procedeu-se durante toda a campanha à marcação da data da antese de todas as flores, através de etiquetagem das flores com a data de antese das mesmas. Sabia-se assim que tinham decorrido exactamente 30 dias entre a antese e a colheita de todos os frutos utilizados neste ensaio.

A escolha da amostra foi feita de forma bastante rigorosa, passando por 3 seleccionadores treinados e tendo em conta o aspecto exterior, a existência de danos, o peso e a forma, tal como referido nos ensaios anteriores

Depois de devidamente acondicionados, em caixas revestidas com material esponjoso e sendo cada um dos frutos envolvidos nesse mesmo material, foram transportados desde o local de

cultura, Herdade da Mitra, em Évora, até ao Laboratório de Propriedades Físicas em Madrid. O transporte foi feito em condições de temperatura entre 18 e 20°C.

Aí chegados foi testado de imediato uma primeira amostra sem qualquer tratamento de frio. Os restantes frutos foram colocados em câmara de frio (6°C \pm 1°C e 90% H.R.) de onde eram retirados 12 horas antes de serem testados a fim de atingirem a temperatura interior de 20°C.

Passa-se a apresentar a descrição resumida dos testes realizados:

Testes físicos

Observação de características físicas como o: diâmetro, comprimento, peso, perda de peso, volume, espessura da polpa.

Testes mecânicos

- Impactos, com uma esfera de 47,292g e uma altura de queda de 12cm. Foram registados os seguintes parâmetros: força máxima (FMaxImp), deformação máxima (DefMaxImp), deformação permanente, energia absorvida e duração do tempo de impacto (TTImp).
- Compressão, com uma esfera de 30mm conduzida até 3mm de deformação. Foi medida a força a 3mm (F3C).
- Punção do epicarpo e exocarpo, utilizando uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro. O teste foi conduzido até 8mm de penetração da sonda. Foram registados os valores de força máxima (FMaxP), deformação (DefP), e avaliada a força estável após a ruptura do exocarpo (FEstP).
- Penetração segundo Magness-Taylor, com uma sonda de 8mm de diâmetro, e foi levado a cabo no mesocarpo dos frutos a 1,5cm da superfície do fruto. A penetração era conduzida até 8mm. Os valores retirados foram força máxima (FMaxMT), deformação para força máxima (DefMaxMT), força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT).

Testes químicos

sólidos solúveis totais (SST), em sumo extraído dos frutos com dois métodos diferentes de recolha de amostras para uma amostra pontual (BrixPar) e para uma mistura do mesocarpo extraído da zona equatorial (BrixTot). Eram depois avaliados com refractómetro.

Avaliação sensorial:

Foi utilizada uma ficha para definição do perfil quantitativo descritivo deste produto (Anexo I). As amostras com dimensões de 3cm \times 3cm \times espessura do fruto, eram sempre codificadas e em numero de seis e fornecidas em pequenos tabuleiros de cor branca. Estavam disponíveis as restantes porções dos melões utilizados. Os provadores eram já experientes e em número bastante variável.

3.9.4 – Discussão de resultados

Este ensaio efectuou-se na campanha de 1994 e pretende ser uma repetição mais controlada do ensaio anterior (Capítulo 3.4). Introduziu-se um novo teste relativo às propriedades em compressão quasi estática.

O teste de Magness-Taylor é de forma evidente um teste para avaliação da firmeza do mesocarpo. Neste ensaio para além da força máxima e da deformação à força máxima tentaram-se duas novas variáveis designadas F3MT e F8MT respectivamente força a 3mm e força a 8mm de deformação com o objectivo de tornar os testes mais rápidos e o procedimento mais sistemático. Contudo um erro não perceptível durante a execução do teste de Magness-Taylor causou alguma duvida nos resultados obtidos pelo que se optou pela não apresentação dos mesmos.

A combinação de vários parâmetros de impacto obtidos de forma quase semelhante durante o ensaio confere maior fiabilidade à detecção inicial de desordens fisiológicas no armazenamento frigorífico.

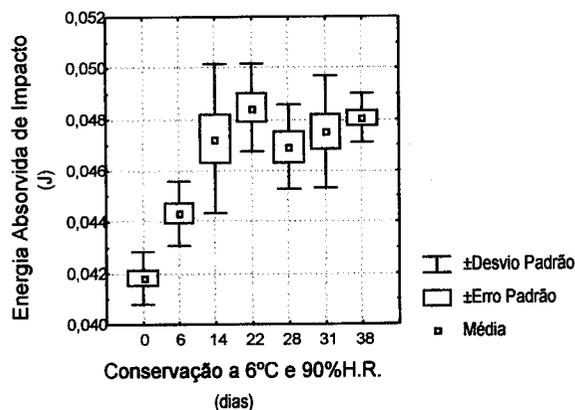


Figura 61 - Evolução dos valores de energia absorvida de impacto durante a conservação pelo frio

Todos os parâmetros de Impacto mostram diferenças significativas na evolução durante o armazenamento frigorífico (Figuras 61, 62 e 63). Em todas as variáveis referidas são de realçar os acentuados aumentos dos valores do desvio-padrão entre os 14 e os 22 dias, a partir dos quais o comportamento se revela algo irregular e pouco explícito. Esta observação é coerente com os resultados do ensaio de conservação realizado na campanha anterior.

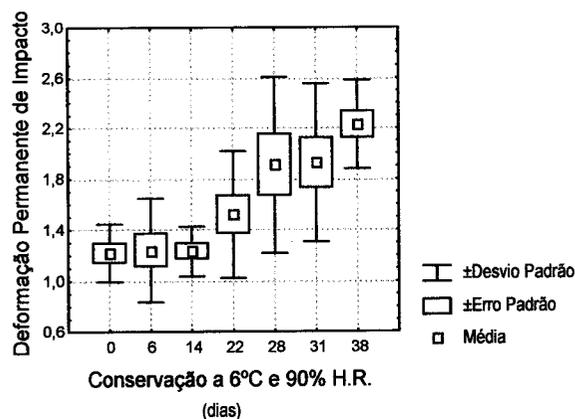


Figura 62 - Evolução dos valores de deformação permanente de impacto durante a conservação pelo frio

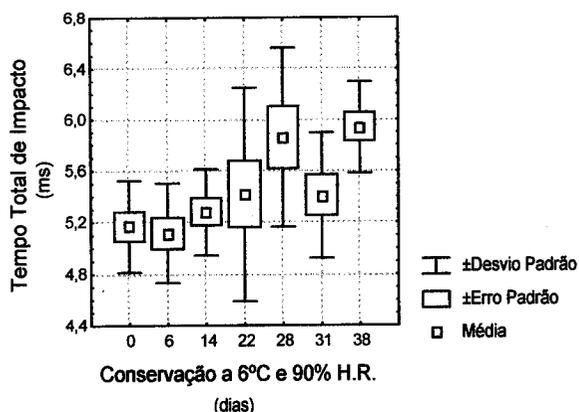


Figura 63 - Evolução dos valores de tempo total de impacto durante a conservação pelo frio

Os resultados obtidos no teste de Impacto confirmam-se também com os ensaios referidos em punção e compressão quasi estática do fruto (Figuras 61, 62, 63 e 64) (Anexo VII).o que será verificado com maior acuidade no ensaio que a seguir se apresenta intitulado "Estudo das características reológicas, químicas e físicas de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA (Dias Após Antese), quando conservados em condições de frio" (Capítulo 3.10).

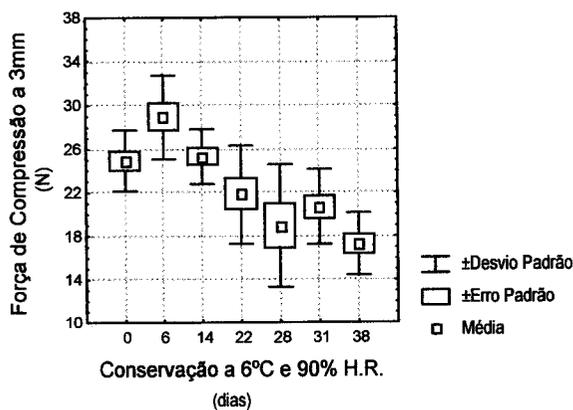


Figura 64 - Evolução dos valores de força de compressão a 3mm durante a conservação pelo frio

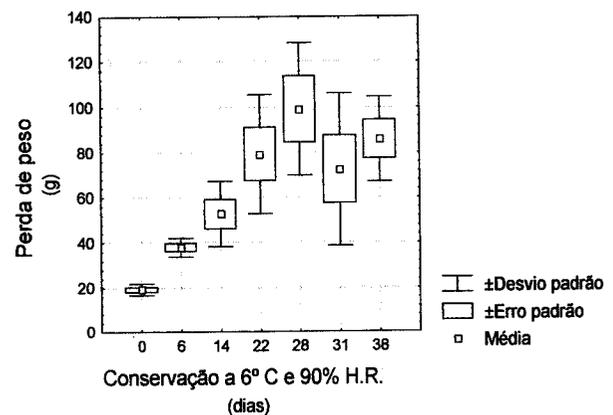


Figura 65 – Evolução dos valores de perda de peso ao longo do tempo de conservação pelo frio

Finalmente também pela análise dos valores da perda de peso, avaliação com grande interesse comercial, se pode verificar que esta é crescente até cerca de 24 dias após a conservação (Figura 65).

3.9.5 - Conclusões

- A evolução em condições de frio não apresenta um comportamento linear já que nas últimas fases, com um período de armazenamento superior a 22 dias, tende a alcançar comportamento assintótico na maioria dos parâmetros avaliados.
- Os resultados são coerentes com o ensaio anterior em que as variações incaracterísticas se verificavam após 13 dias de conservação.
- A análise conjunta dos diversos parâmetros permite concluir que os frutos mantêm as características tidas como adequadas para consumo até cerca de 14 a 22 dias de conservação, após os quais sofrem acentuadas alterações.

3.10 - Estudo das características de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA, quando conservados em frio

3.10.1 – Objectivos

Os principais objectivos destes ensaios são:

- estudar as principais fontes de variação das propriedades mecânicas, físicas e químicas dos frutos durante a sua conservação pelo frio;
- seleccionar os melhores testes para definir qualidade/ maturação;
- determinar o estado óptimo de colheita para melhor conservação pelo frio tendo em conta os resultados da avaliação sensorial.

3.10.2 - Delineamento do ensaio

Foi concebido um desenho factorial com dois factores: o estado de maturação (3 modalidades) e o período de tempo sob conservação pelo frio (7 modalidades).

Os estados de maturação eram os seguintes:

1. frutos completamente maduros com 41 dias entre a antese e a colheita – 41 DAA;
2. frutos quase maduros com 34 dias entre a antese e a colheita – 34 DAA;
3. frutos não maduros com 28 dias entre a antese e a colheita – 28 DAA.

Em 6 datas previamente definidas (0, 3, 8, 15, 21, 27 e 31 após a entrada nas câmaras) eram retiradas amostras da câmara de frio e analisadas. Cada amostra era constituída por 4 frutos, logo foram utilizados 84 frutos neste ensaio.

3.10.3 - Métodos

Para este ensaio foram colhidos frutos provenientes de flores previamente marcadas com a data de antese, sendo assim possível saber com rigor o tempo transcorrido entre a antese e a colheita. Todos os frutos foram colhidos no mesmo dia, 25/7, e foram divididos em 3 grupos consoante a data de antese:

- Grupo 1- antese no dia 15/6;
- Grupo 2- antese no dia 22/6;
- Grupo 3- antese no dia 28/6.

São referidos de acordo com os períodos de tempo transcorridos entre a antese e colheita, que são respectivamente: 40, 34 e 28 dias (Figura 66).



Figura 66 - Aspecto de frutos em diferentes estados de maturação, respectivamente com 28, 34 e 40 dias de maturação

Os frutos foram transportados de acordo com o descrito e de imediato analisada uma amostra. Os restantes foram acondicionados em câmara de frio de onde eram retiradas amostras em datas pré-estabelecidas e depois de atingida a temperatura de 20°C no interior dos frutos submetidos aos testes referidos nos ensaios anteriores. Os períodos de tempo foram de: 0, 4, 9, 16, 22, 23 e 27 dias de conservação.

Faça-se notar que a aparente irregularidade das datas de testes é propositada e visa um maior conhecimento das alterações logo após a entrada dos frutos na câmara de frio e também na fase final da conservação, sendo a decisão das datas de avaliação da evolução fundamentada nos resultados dos ensaios anteriormente realizados.

Em cada data de análise foram realizados os seguintes testes:

Testes físicos

Observação de características físicas: diâmetro, comprimento, peso, perda de peso, volume, espessura da polpa.

Testes mecânicos

- Impactos, com uma esfera de 47,292g e uma altura de queda de 12cm. Foram registados os seguintes parâmetros: força máxima de impacto (FMaxImp), deformação máxima (DefMaxImp), deformação permanente (DefPerImp), energia absorvida (EAbsImp) e tempo total de impacto (TTImp).
- Compressão, com uma esfera de 30mm conduzida até 3mm de deformação. Foi medida a força a 3mm (F3C).
- Punção do epicarpo e exocarpo, utilizando uma sonda cilíndrica com 0,5mm de diâmetro. O teste foi conduzido até 8mm de penetração da sonda. Foram registados os valores de força máxima (FMaxP), deformação (DefP), e avaliada a força estável após a ruptura do exocarpo (FEstP).
- Penetração segundo Magness-Taylor, com uma sonda de 7,9mm de diâmetro, e foi levado a cabo no mesocarpo dos frutos a 1,5cm da superfície do fruto, de acordo com Alavoine *et al.* (1988). A penetração era conduzida até 8mm. Os valores utilizados: foram força máxima de penetração (FMaxMT), deformação para força máxima (DefMaxMT), força a 3mm (F3MT) e força a 8mm (F8MT).

Testes químicos

Sólidos solúveis totais (SST), em sumo extraído dos frutos com dois métodos diferentes de recolha de amostras para uma amostra pontual (BrixPar) e para a uma mistura do mesocarpo extraído da zona equatorial (BrixTot). Eram depois avaliados com refractómetro.

Avaliação sensorial

A um painel de provadores já com experiência neste tipo de provas e de produto e foi-lhe apresentado uma ficha para definição do perfil quantitativo descritivo (Anexo I). As amostras eram de reduzida dimensão (3cm X 3cm X espessura do fruto), sempre codificadas, em número de seis e fornecidas em pequenos tabuleiros de cor branca. Estavam disponíveis as restantes porções dos frutos. O número de provadores era bastante variável.

Métodos estatísticos

A análise factorial pelo método dos Componentes Principais, designado por ACP, fundamenta-se na definição de uma base num espaço vectorial, com recurso a um determinado número de vectores ou variáveis conhecidas nesse espaço vectorial. Esses vectores são ortogonais entre si, logo são independentes e chamados Factores Principais. Assim em função da forma de agrupamento das variáveis de partida relativamente aos vectores, pode estabelecer-se a relação linear entre as referidas variáveis de partida, sendo importante não esquecer que as relações entre variáveis através de ACP são sempre lineares (Barreiro, 1994). Cada um dos factores principais (i) tem associado um autovalor (λ_i) que expressa a importância relativa de cada um dos vectores da base vectorial, sendo explicado parcialmente o valor da variância (v_i).

No ensaio em estudo apresentou-se uma situação clara de um “outlier”, ou seja um valor muito diferente dos restantes valores observados (Smith, 1988). De acordo com o mesmo autor o referido valor deve ser investigado de forma a descartar a possibilidade de ter havido um erro na sua transcrição ou no seu cálculo, se tal não se verificar e se os restantes valores satisfizerem os critérios impostos então deve descartar-se a observação suspeita, sendo esse facto referido na análise posterior.

3.10.4 – Discussão de resultados

Este é o ensaio mais completo conduzido em conservação frigorífica realizado como corolário dos ensaios anteriores. Neste caso para além da conservação a uma mesma temperatura de 6°C e 90% H.R., tal como nos ensaios anteriores, usaram-se frutos em diferentes estados de maturação o que foi controlado pela contagem de diferentes números de dias transcorridos entre a antese e a colheita (DAA): 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA.

Na análise dos resultados obtidos neste ensaio verificou-se que alguns frutos pertencentes ao grupo designado por 28 DAA apresentavam valores absolutamente discrepantes quando comparados com todos os outros. Assim foram considerados como “outliers” e retirados de todas as análises estatísticas realizadas.

3.10.4.1 - Fontes de variação que afectam os parâmetros mecânicos, físicos e químicos.

Tempo de Conservação

Os resultados da análise de variância considerando os dois factores em estudo, “Tempo de Conservação” e “Dias de Antese”, ou seja estado de maturação à colheita, e considerando também a interacção entre ambos, permitem verificar que muitos dos testes mecânicos estão mais relacionados com as alterações que ocorrem durante a conservação pelo frio do que com

o estado de maturação à colheita, pois o valor de F é superior para “Tempo de Conservação” quando comparado com o F relativo ao factor “Dias de Antese”. Apresentam-se os seguintes casos mais notórios:

- Impacto mecânico: força máxima (F conservação=42.05), tempo de impacto (F conservação=35.31) (Figuras 67 e 68);
- Compressão com esfera: força a 3mm (F conservação=54.22) (Figura 69);
- Teste de Magness-Taylor: força a 3mm (F conservação=55.28) (Figura 70).

Analisando os parâmetros mais relevantes aqui referidos é evidente a existência, para todos os grupos relativos a diferentes estados de maturação, de uma evolução notória dos frutos a partir de um determinado período de armazenamento. Existe sempre um ponto preciso de mudança diferente para cada grupo de maturação, ponto esse em que ocorrem as alterações mais notórias em distintos parâmetros.

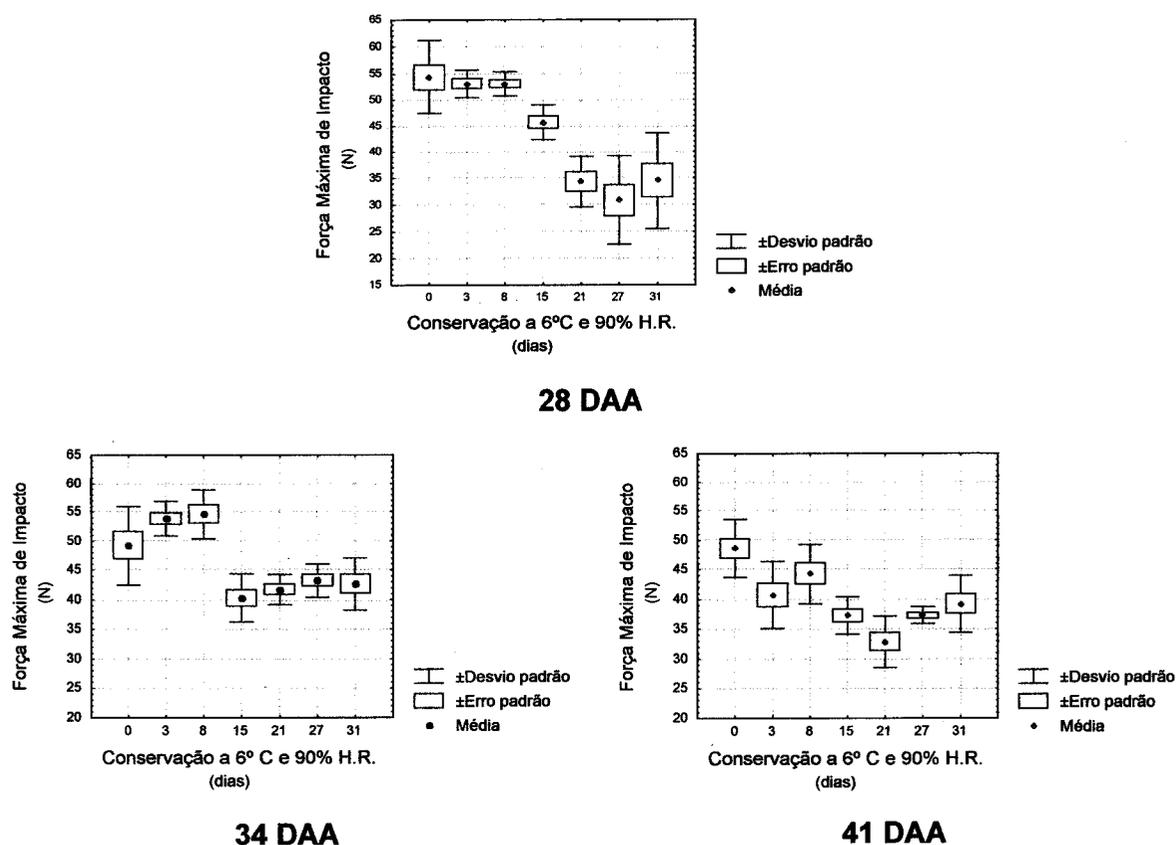


Figura 67 - Evolução de força máxima de impacto durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

A força máxima de impacto apresenta à colheita valores bastante próximos para os estados de maturação de 34 e 40 DAA e bastante diferente para o estado de maturação de 28 DAA constituído por frutos imaturos, com valores médios de 54,283 para o grupo "28 dias após antese", 49,214 para o grupo "34 dias após antese", e 48,587 para o grupo "41 dias após antese", embora se note que o amadurecimento se traduz numa diminuição deste valor (Figura 67).

Os frutos "34 dias após antese" exibem um ligeiro acréscimo sistemático mas não significativo destes valores. É evidente uma inflexão aos 11-12 dias de conservação. Nota-se que este

estado de maturação é o equivalente aos dois ensaios de conservação e mostra resultados semelhantes.

O grupo de frutos "28 dias após antese" apresenta uma grande estabilidade de valores até aos 15 dias de conservação data em que se inicia o processo de mudança que é confirmado com a avaliação feita aos 21 dias; o ponto de viragem é aos 18 dias de conservação.

É evidente ainda que os frutos já maduros quando da colheita "41 dias após antese" apresentam uma diminuição gradual destes valores com uma ligeira alteração após 11 a 12 dias de conservação menos notória que nos frutos com 28 e 34 DAA.

Quando nos estados finais durante a conservação se verifica um aumento da Força Máxima de Impacto, como em trabalhos anteriores de Santos (1991) e de Santos e Ruiz-Altisent (1993), pode-se conjecturar sobre a existência de estados avançados de senescência e perda de estrutura destes frutos.

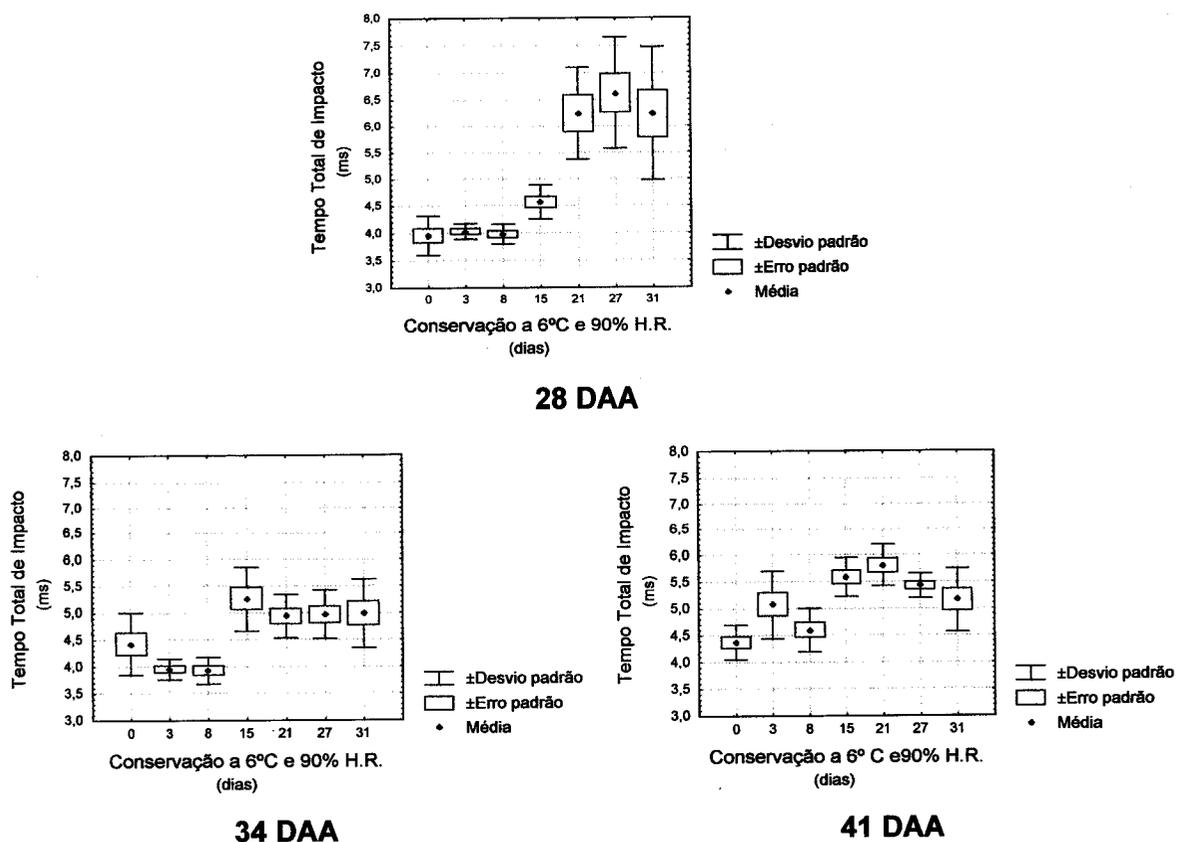


Figura 68 - Evolução de tempo total de Impacto durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

O parâmetro tempo de Impacto apresenta um comportamento muito semelhante ao da força máxima de impacto. Tal como para outros casos já estudados o tempo de impacto tende a aumentar com a duração da conservação (Figura 68).

Os pontos de inflexão aqui encontrados coincidem em absoluto com os da força máxima de impacto, assim como os limites máximos de variação, sendo o mais elevado para 28 DAA e mínimos para os mais maduros, bem como as alterações finais dos frutos 28 a 41 dias após antese que se atribuem a perda de estrutura da polpa devido ao avançado estado de senescência.

Nota-se ainda que os frutos do grupo de 28 DAA apresentam grande disparidade de valores, o que parece indicar uma impossibilidade de evoluírem de forma consistente e homogênea.

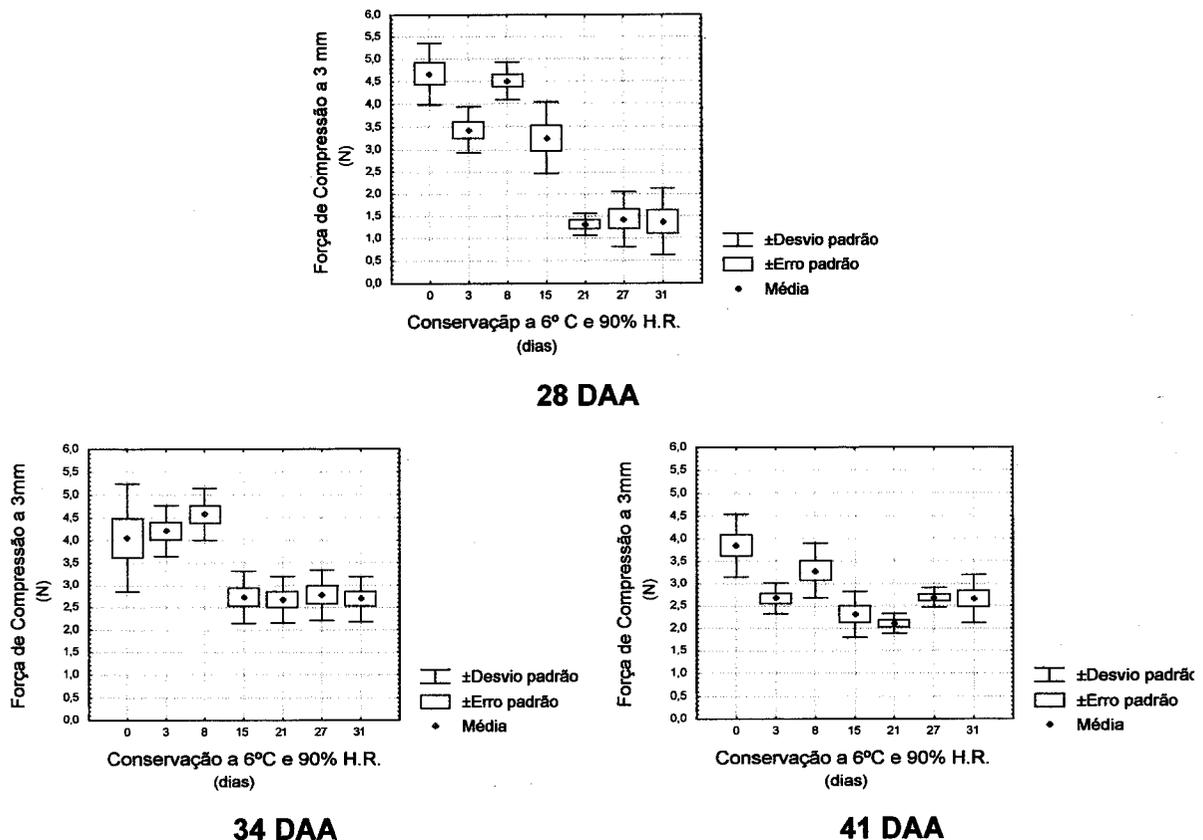


Figura 69 - Evolução de força de compressão a 3 durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

Mais uma vez na análise da força de compressão a 3 mm verifica-se que as alterações ocorriam após diferentes períodos de conservação: 18 dias para os primeiros ou seja com 28 e 34 DAA e 11 a 12 dias para os segundos com 41 DAA.

Após essa alteração os valores apresentam grande estabilidade com valores superiores para os frutos do grupo "34 dias após antese" próximos dos 2,7N e de cerca de 1,4N para os "28 dias após antese" (Figura 69) ou seja maior variação para os mais imaturos.

A justificação para tal facto prende-se com a acentuada perda de peso que se faz notar nos frutos deste grupo que apresentou valores muito elevados a partir dos 15 dias conservação reflectindo-se numa acentuada falta de turgidez da pele que forçosamente conduziu a valores muito baixos da força de compressão a 3mm.

Os frutos do grupo "41 dias após antese" apresentaram um comportamento bastante descaracterizado quanto ao F3C sendo de salientar o seu valor médio inicial de 3,850N e final de 2,653N muito próximos aos verificados para o grupo "34 dias após antese".

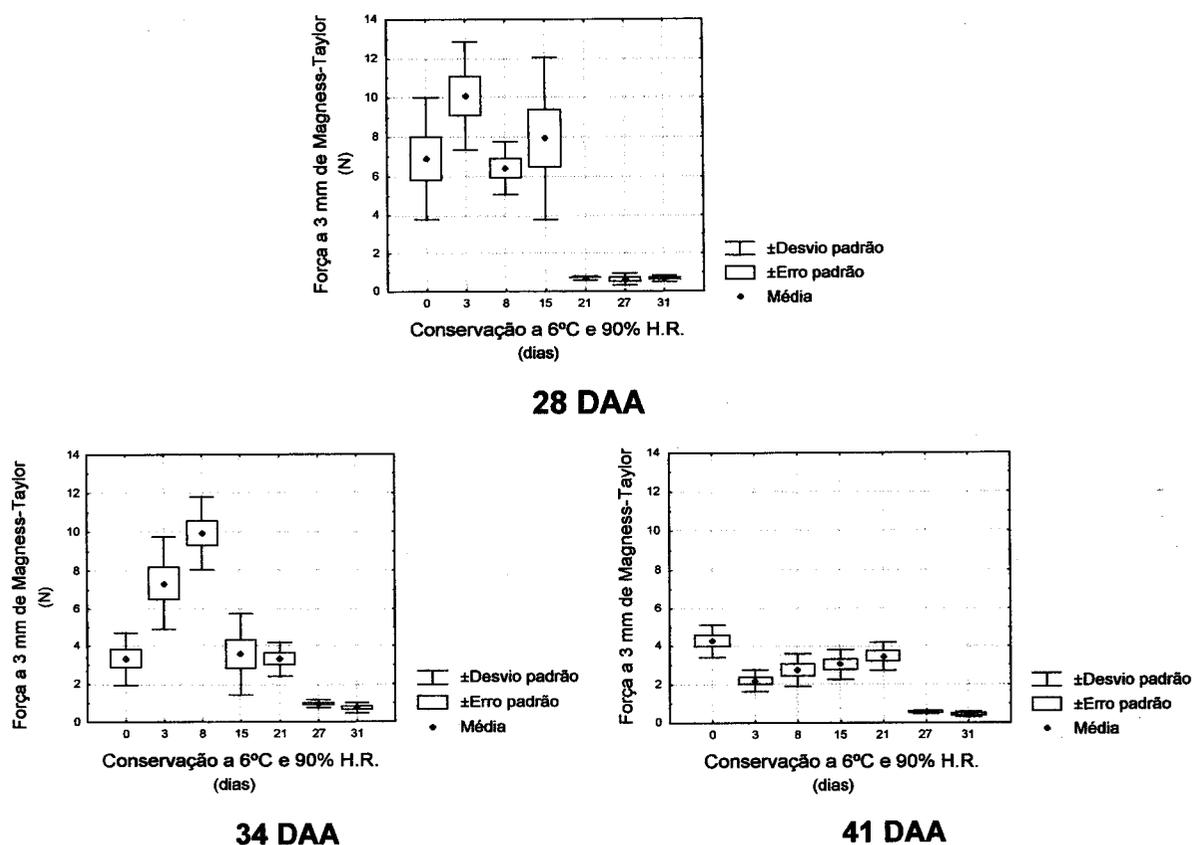


Figura 70 – Evolução de força de Magness-Taylor a 3 mm durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

A força medida a 3mm de deformação no teste de Magness-Taylor reflecte a dureza da polpa dos frutos apresentando valores iniciais muito distintos para os frutos de "28 dias após antese" relativamente aos outros 2 grupos (6,900N; 3,325N; 4,263N) e sendo os valores finais muito próximos (0,661N; 0,736N; 0,445N), contudo as alterações evidenciadas foram distintas. Os grupos de frutos "28 e 34 dias após antese" revelam um comportamento idêntico ao que manifestaram para os outros parâmetros analisados com o ponto de inflexão respectivamente aos 18 e 11 a 12 dias e um comportamento posterior bastante estável para o primeiro grupo e ainda sujeito a novo decréscimo para o segundo grupo.

Os frutos de "41 dias após antese" também apresentam uma data de mudança notória aos 24 dias considerando o parâmetro força a 3mm no teste de penetração de Magness- Taylor.

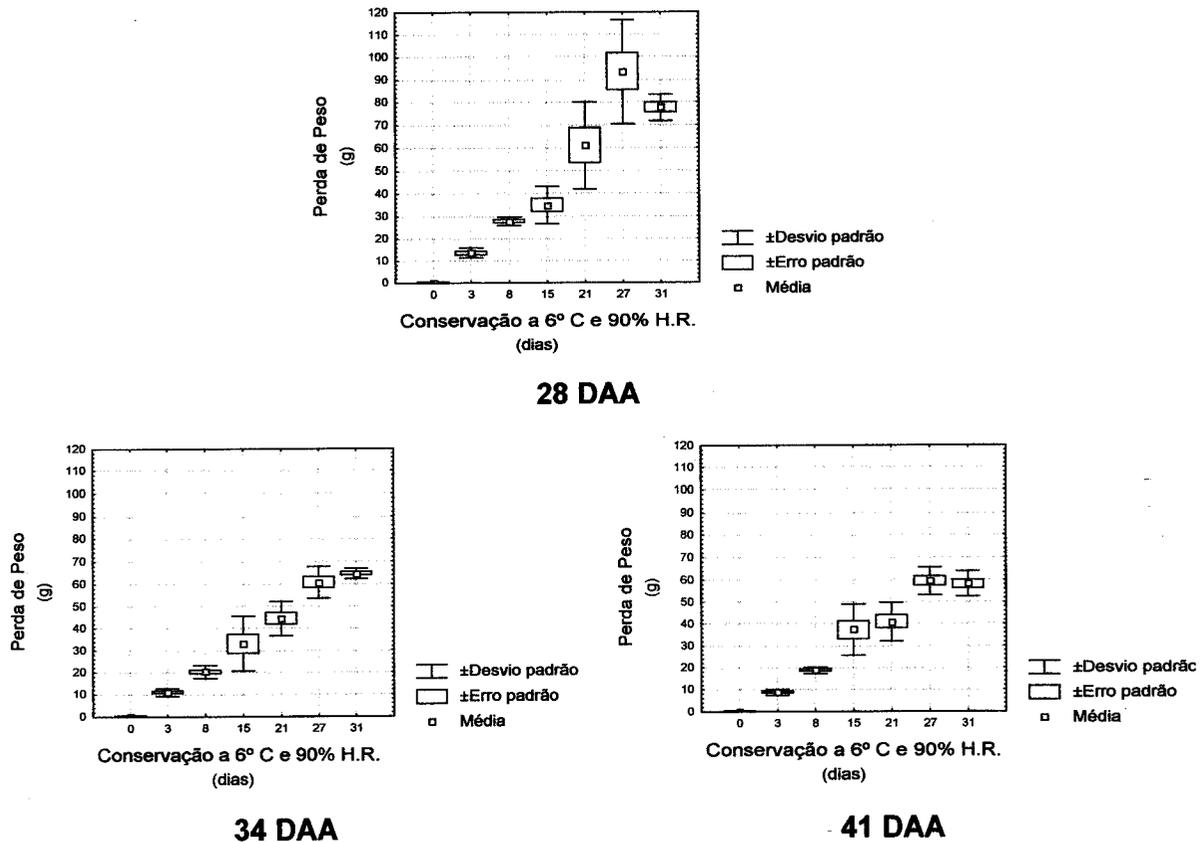


Figura 71 – Evolução observada nas perdas de peso durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

As perdas de peso são decisivas para o sucesso da conservação de frutos. Neste caso todos os frutos de todos os grupos apresentam um comportamento sigmoidal com perdas graduais e crescentes de peso excepto na última data (Figura 71 e Quadro 15).

A perda de peso é também um parâmetro físico que se revelou mais relacionado com as alterações ocorridas no “Tempo de Conservação” que com o estado de maturação à colheita (F conservação=106.67).

Quadro 15 - Valores de perdas de peso (%) não acumuladas observadas no decorrer da conservação para os diferentes Grupos (28 DAA, 34 DAA e 41 DAA)

Tempo de Conservação (dias)	Grupo 28 DAA (g)	Grupo 34 DAA (g)	Grupo 41 DAA (g)
3	1,5	1,0	0,7
8	1,9	1,5	1,3
15	3,5	2,7	2,8
21	6,2	3,1	3,2
27	9,8	4,8	4,5
31	7,5	0,5	4,4

Faça-se notar que o grupo de frutos designado por “28 dias após antese” apresenta em todas as datas perdas de peso superiores aos outros grupos com valores absolutos superiores a 60g em média nas últimas 3 datas, ou seja após 21 dias de conservação, e atingindo nalguns casos valores de 120g por fruto. Refira-se também a diminuição da perda de peso na última data comportamento coincidente com o dos outros grupos.

Parece estar-se perante um caso de frutos na fase pré-climatérica colocados em frio.

O estado de maturação à colheita está sobretudo relacionado com os testes de carácter químico como os “Sólidos solúveis totais”, com valor de F para “Dias após antese”=32,82, muito superior ao valor de F para “Tempo de conservação”=3,78.

A análise de sólidos solúveis foi levada a cabo com 2 métodos diferentes referindo-se o primeiro como “Brix parcial” e o segundo como “Brix total” (Figuras 72 e 73).

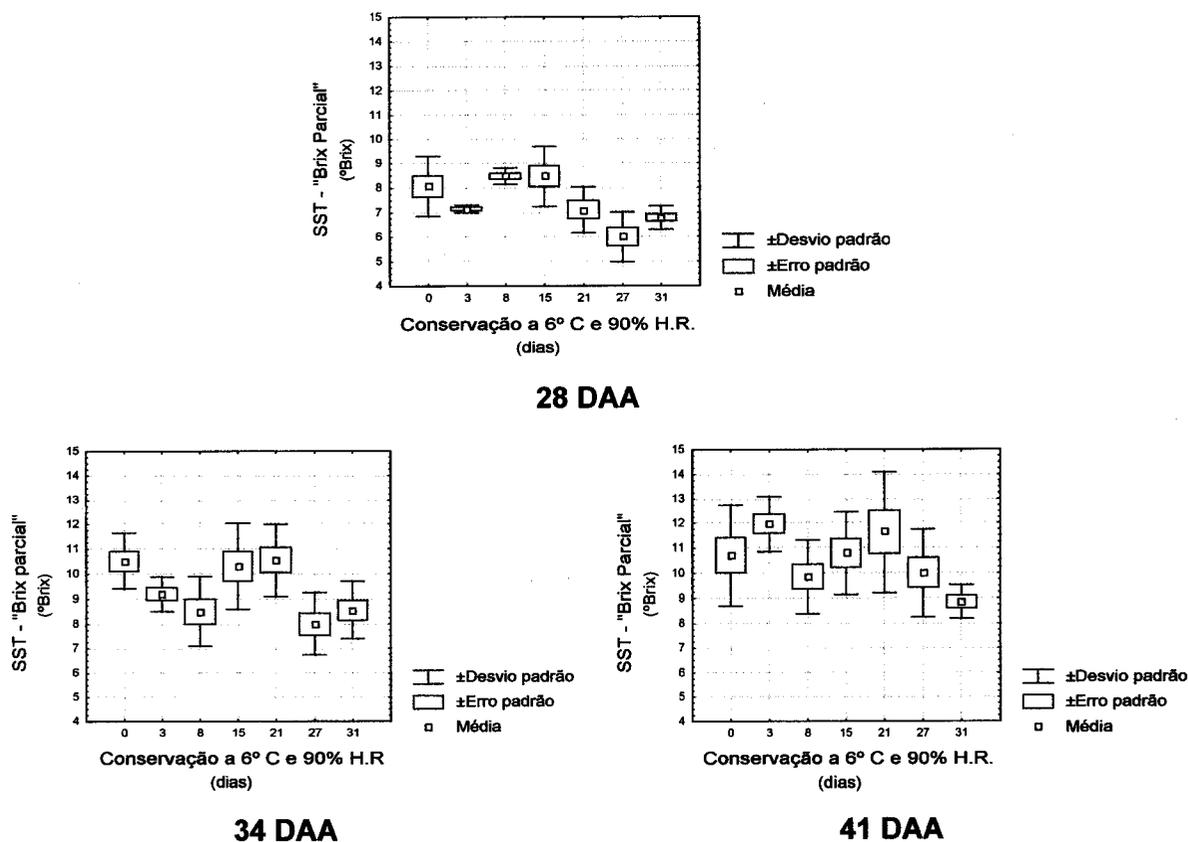


Figura 72 – Evolução dos valores de sólidos solúveis totais do teste “Brix parcial” durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

Os frutos referidos como “41 dias após antese” ou seja os mais maduros apresentam valores médios de cerca de 11°Brix para o “Brix parcial”, o que corresponde a boa qualidade organoléptica; os frutos do grupo “34 dias após antese” rondam 10°Brix o que corresponde a qualidade média e os frutos “28 dias após antese” os valores são mais baixos por volta de 8°Brix, considerado não comercializáveis.

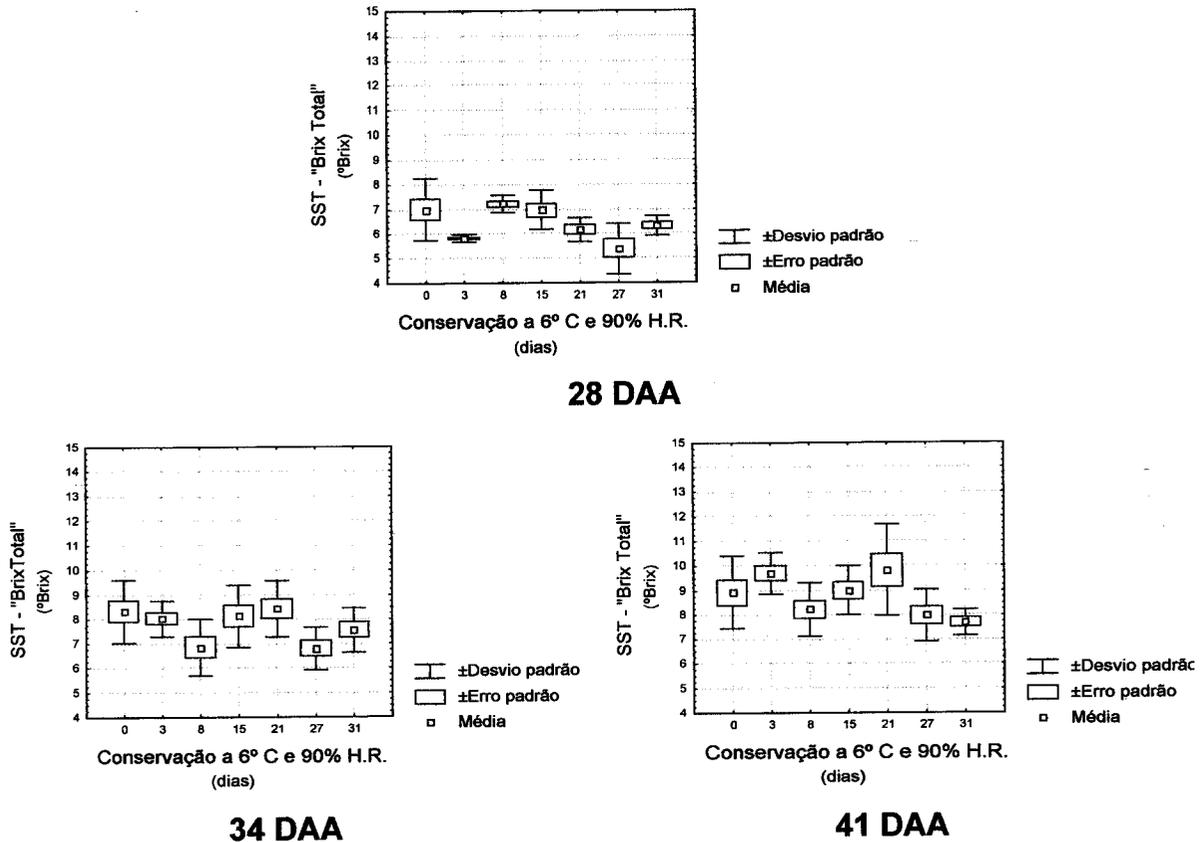


Figura 73 – Evolução dos valores de sólidos solúveis totais do teste “Brix total” durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

Os aspectos a salientar são os seguintes: os valores de “Brix parcial” são sempre mais elevados que os de “Brix total”, como era esperado, já que as amostras de líquido eram recolhidas da zona central placentária, sendo as amostras utilizadas no segundo método relativas ao material contido em todo um pedaço extraído da zona equatorial do melão.

Os frutos que são colhidos num estado de maturação mais avançado nunca são ultrapassados durante o tempo de conservação, pelos frutos colhidos num estado de maturação anterior no que diz respeito aos valores de sólidos solúveis totais.

Quanto aos métodos pode-se concluir que o referido como “Brix parcial” é perfeitamente adequado para a medição dos sólidos solúveis de forma expedita, e que explicita com grande fiabilidade o conteúdo real de toda a amostra sendo o resultado da correlação entre “Brix parcial” e “Brix total” de 0,958.

Dos parâmetros mecânicos a análise dos valores de F da ANOVA permitiu verificar que alguns parâmetros mecânicos estão sobretudo relacionados com o estado de maturação à colheita como sejam: força máxima de punção (F_{maxP}) com F maturação=50,80 e força estável de punção (F_{estP}) com F maturação=46,10, ambas obtidas através do teste de punção efectuado no epicarpo e exocarpo dos frutos.

Também a maioria dos parâmetros físicos se revelaram relacionados com a maturação: diâmetro com F maturação=16,12, comprimento com F maturação=11,86, volume com F maturação=16,44.

Interação entre os factores “Tempo de Conservação” e “Estado de Maturação”

A interação entre os dois factores “Tempo de Conservação” e “Estado de Maturação” apresentou-se altamente significativa para alguns dos parâmetros mecânicos: força máxima de impacto (F interação=6,46), tempo de impacto (F interação=8,19), firmeza de Magness-Taylor (F interação=9,83) e força a 8 mm de Magness-Taylor (F interação=9,41), e força a 3mm de Compressão (F interação=8,74) indicam um comportamento diferente durante a conservação devido aos diferentes estados de maturação (Anexo VIII).

A Análise de Componentes Principais teve em conta uma “pool” de 14 parâmetros mecânicos, físicos e químicos (Figura 74).

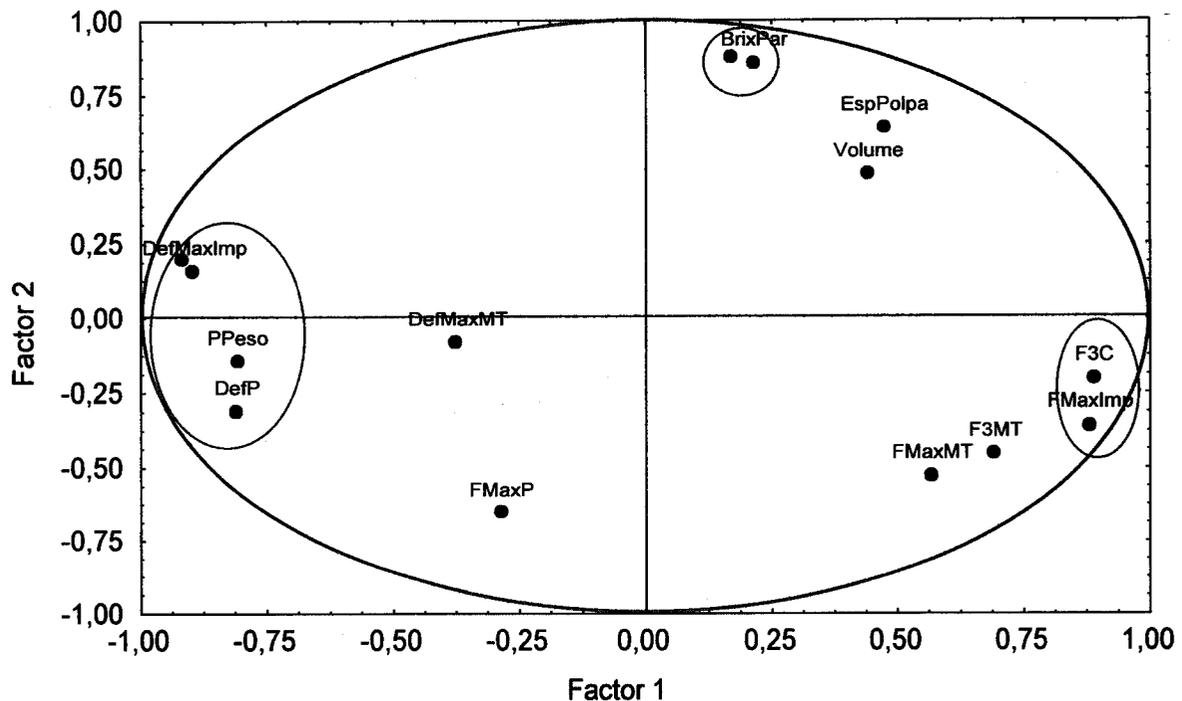


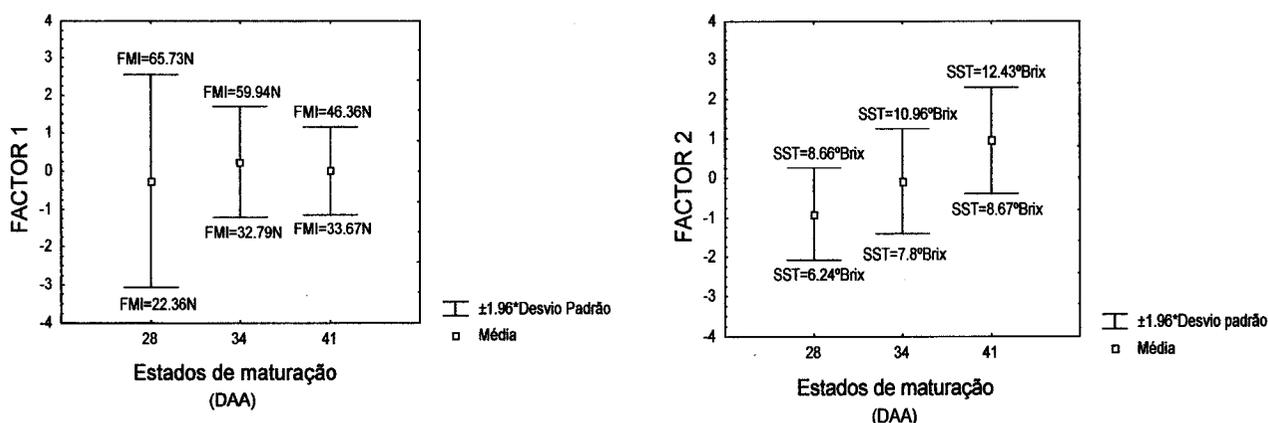
Figura 74 – Representação dos parâmetros relativamente aos dois eixos dos Componentes Principais

O primeiro eixo da análise de Componentes Principais explica 43% da variância total e é composto por testes mecânicos como força máxima de impacto (FMaxImp), deformação máxima de impacto (DefMaxImp), tempo total de impacto (TTImp), deformação máxima de punção (DefP), força a 3mm em compressão (F3C), e o parâmetro físico perda de peso (PP) (Quadro 16 e Figura 75).

Todos os parâmetros evidenciam uma elevada correlação entre si. A representação de indivíduos nesta Análise de Componentes Principais mostra que este factor diz respeito às alterações que ocorreram durante a conservação em frio como se pode verificar pelos resultados da análise de variância (Anexo VIII).

Quadro 16 - Análise de Componentes Principais baseada nos parâmetros físicos, mecânicos e químicos

Variáveis	Factor 1	Factor 2	Factor 3
FMaxImp	0.84190846	-0.4769169	0.1126708
DefMaxImp	-0.89152765	0.29260828	-0.06556573
TTImp	-0.89966397	0.32256285	-0.10132693
FMaxMT	0.45812293	-0.51765256	-0.24315165
DefMaxMT	-0.37945568	-0.04494544	0.55178512
FMaxP	-0.34508127	-0.64150632	0.34021494
DefP	-0.8430376	-0.21135044	0.12758529
F3C	0.86510441	-0.31660942	0.13408784
Perda de Peso	-0.81086637	-0.06488877	0.35023255
Espessura da Polpa	0.55374117	0.56097525	0.39696493
BrixParcial	0.30059567	0.8495196	-0.07992433
BrixTotal	0.25945111	0.87011139	-0.08454277
Volume	0.50613127	0.40042608	0.58363439
Expl.Var	5.62306408	3.2015635	1.1752625
Prp.Totl	0.43254339	0.24627412	0.09040481

**Figura 75 - Variação do 1º e 2º eixo de Componentes Principais para os diferentes estados de maturação****Legenda:**

FMI – Força Máxima de Impacto

SST – Sólidos Solúveis Totais

Os três estados diferentes de maturação revelaram diferentes comportamentos quando conservados; o menos maduro foi o que evidenciou maiores alterações. Todos os estados de maturação (28, 34 e 41 DAA) apresentaram um comportamento sigmoidal durante a conservação, com diferentes pontos de inflexão e gamas de valores para todos os estados (Figura 76).

Este resultado também pode ser confirmado pelo efeito significativo na análise de variância da interação entre “Tempo de Conservação” e “Estado de Maturação” nas variáveis associadas com o primeiro eixo dos Componentes Principais.

Assim a representação gráfica do factor 1 da análise de componentes principais permite visualizar o comportamento dos frutos dos três diferentes estados de maturação ao longo do tempo de conservação. Como foi anteriormente referido exibem um comportamento sigmoidal com distintos pontos de inflexão e diferentes distâncias entre os "patamares" da sigmóide.

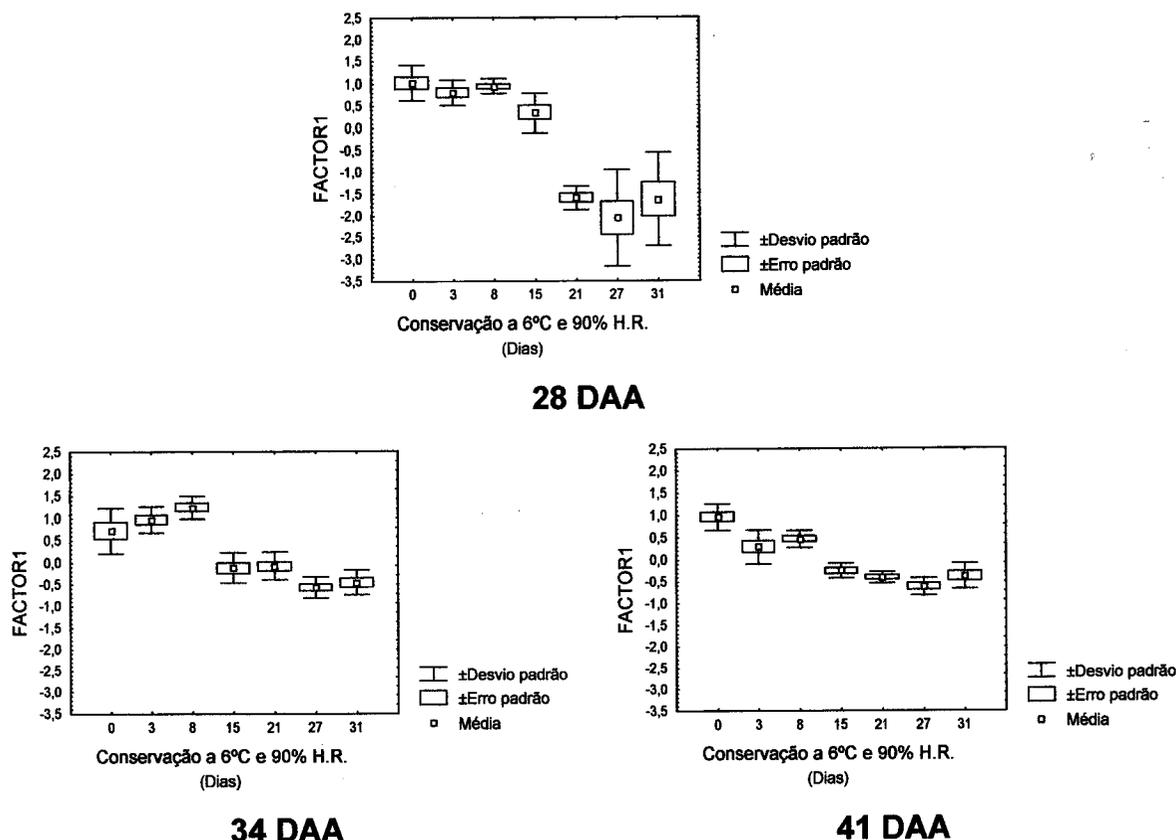


Figura 76 - Evolução do 1º Eixo dos Componentes Principais (First Principal Component) para distintos estados de maturação e diferentes períodos de conservação em frio

Este facto indica que os melões mantêm as suas características de textura até ao ponto de viragem o que não corresponde exactamente com a equação do Índice de maturação baseada na perda de peso em armazenamento tal como referido por Perez-Zuñiga (1983), já que a perda de peso aumenta linearmente até alcançar um limite assintótico sendo que este mesmo se reflecte na equação do índice de maturação dos referidos autores. Os resultados obtidos neste caso em 3 ensaios demonstram que embora exista uma perda de peso linear desde o início do armazenamento frigorífico as características de textura só se alteram a partir do ponto de inflexão tornando-se posteriormente constantes.

Nesta variedade não se deve esperar uma evolução do estado de maturação durante a conservação em condições de frio do ponto de vista da textura, só se prevendo a manutenção dessas características texturais até que os frutos atinjam a senescência.

Retirando daqui as ilações possíveis para o caso concreto em estudo pode-se dizer que os frutos pertencentes ao grupo mais verde (28 dias após antese) são os que maiores alterações sofreram durante a conservação com o seu ponto de inflexão ou seja de grandes alterações mecânicas após 18 dias de conservação. Estas conclusões são corroboradas pela análise parcelar dos gráficos dos parâmetros mecânicos que constituem este primeiro factor do ACP; também é notório no que diz respeito à "perda de peso" e aos parâmetros de impacto que na última data (31 dias) de ensaio se verificaram valores algo incongruentes, só justificados por alteração fisiológica do fruto considerada como senescência já avançada no pós-climatérico, mas alteração essa que não apontou nenhuma melhoria organoléptica. As mudanças ocorridas na fase final da conservação foram bastantes irregulares provocando uma grande diversidade de valores e características nos frutos como se pode verificar pelos elevados valores de desvio padrão nessas datas.

Os frutos com "34 dias após antese" apresentam valores muito menos discrepantes desde o início até ao fim do período de conservação com valor absoluto < 2 unidades e um ponto de inflexão anterior a 11 - 12 dias após o início da conservação. Da análise de pormenor dos gráficos dos parâmetros mecânicos conclui-se que as alterações foram claras e que após essa data não se verificaram alterações dignas de nota, a não ser na F3MT com uma perda acentuada de dureza nas 2 últimas datas.

Os frutos maduros do grupo "41 dias após antese" apresentam um comportamento muito próximo dos anteriormente referidos com uma diferença em termos absolutos de cerca de 1,5 unidades e um ponto de inflexão corresponde igualmente aos 11 a 12 dias. Também aqui a análise dos parâmetros individualmente confirma a existência dessa alteração numa forma evidente, com excepção para a F3MT que revela uma grande e importante diferença de valores nas últimas 2 datas.

O segundo eixo dos Componentes Principais, explica 24% da variância total, parece estar relacionado com a maturação dos frutos à colheita, e apresenta-se marcadamente independente dos parâmetros constituintes do primeiro eixo das Componentes Principais. O parâmetro químico sólidos solúveis totais (SST) está relacionado com o segundo eixo, e os seus valores aumentam com o número de dias transcorridos entre a antese e a colheita e depois durante a conservação mantêm-se bastante constante (Figuras 76).

A Análise de Componentes Principais, ao contrário do estudo de parâmetros individuais, permite obter informação mais aprofundada sobre as alterações ocorridas nos frutos durante a conservação pelo frio (Figura 76).

3.10.4.2 - Selecção dos testes para determinação da qualidade

Os testes químicos, sólidos solúveis totais, conjuntamente ao teste de punção são adequados para definir os estados de maturação quando da colheita. Contudo outros testes como o de impacto mecânico e compressão permitem segregar à colheita os melões mais maduros (41 DAA) quando comparados com os outros estados de maturação (34 e 28 DAA) e simultaneamente acompanhar as alterações que ocorrem durante a conservação.

A análise das correlações pode ser utilizada com o fim de diminuir o número de parâmetros a observar em cada teste. Verifica-se aqui que existem valores de correlação muito elevados para todos os parâmetros de Impacto mecânico, com valores de r^2 entre 94 e 76, pelo que, e de acordo com a restante análise estatística efectuada, se poderá reduzir a sua avaliação aos parâmetros força máxima e tempo e talvez à construção de uma nova variável a partir destes (Anexo VII).

Faça-se notar o elevado valor da correlação entre os valores do teste de compressão e os valores de força máxima e tempo do teste de impacto, 89 e 87 respectivamente (Figura 77).

Todos estes parâmetros referidos avaliam prioritariamente a evolução durante a conservação.

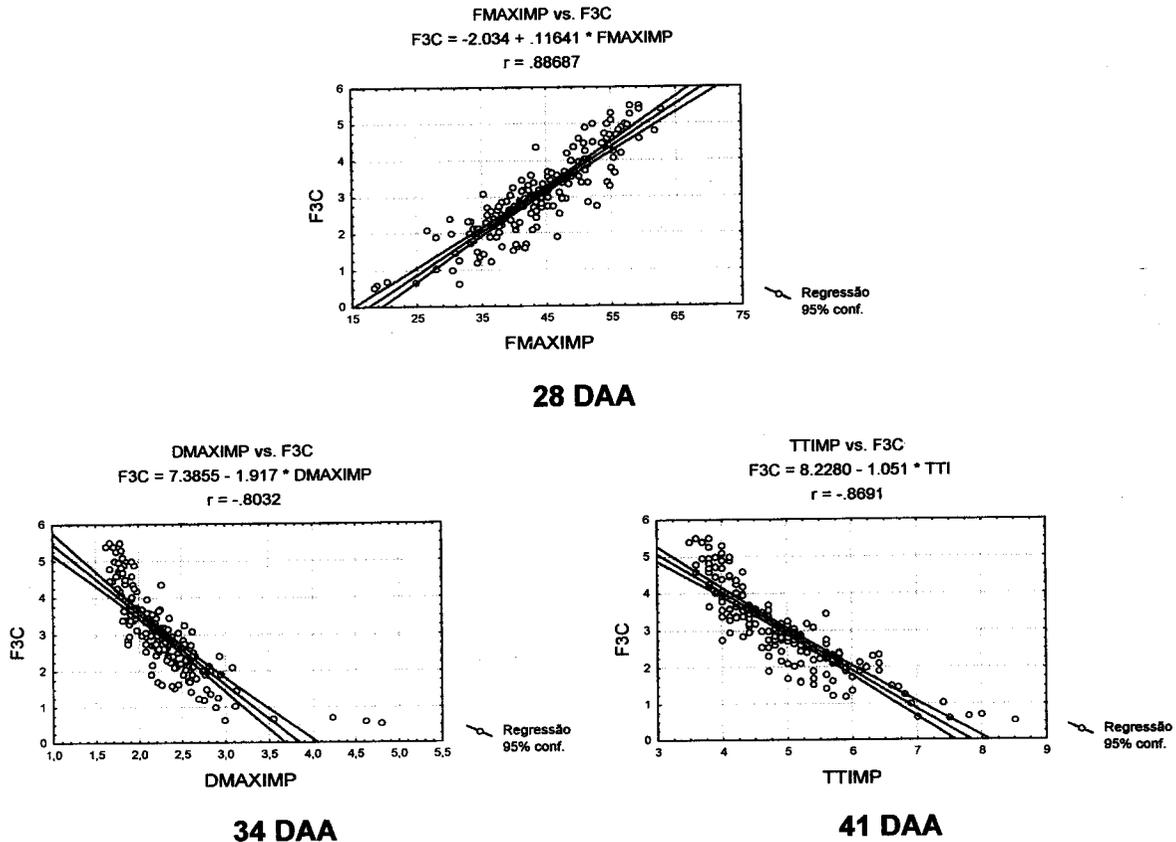


Figura 77 – Representação gráfica das correlações entre diversas variáveis do teste de impacto (força máxima, deformação máxima e tempo total de impacto e a força de compressão a 3mm), para todos os estados de maturação

3.10.4.3 - Estado óptimo de maturação à colheita em relação à qualidade sensorial

Quando se procede à comparação dos valores de SST e propriedades mecânicas com a avaliação sensorial ressalta o facto da avaliação organoléptica se basear nos valores de SST sendo as propriedades mecânicas importantes na decisão do nível de qualidade quando os valores de SST são muito baixos (Figura 78).

De acordo com Pardo et al.(2000) os resultados da análise sensorial revelaram que o sabor estava positivamente correlacionado com o pH e SST, o que confirma a preferência dos consumidores por frutos com elevado pH e conteúdo em açúcares. A correlação negativa entre firmeza e textura sugere que os consumidores preferem frutos macios.

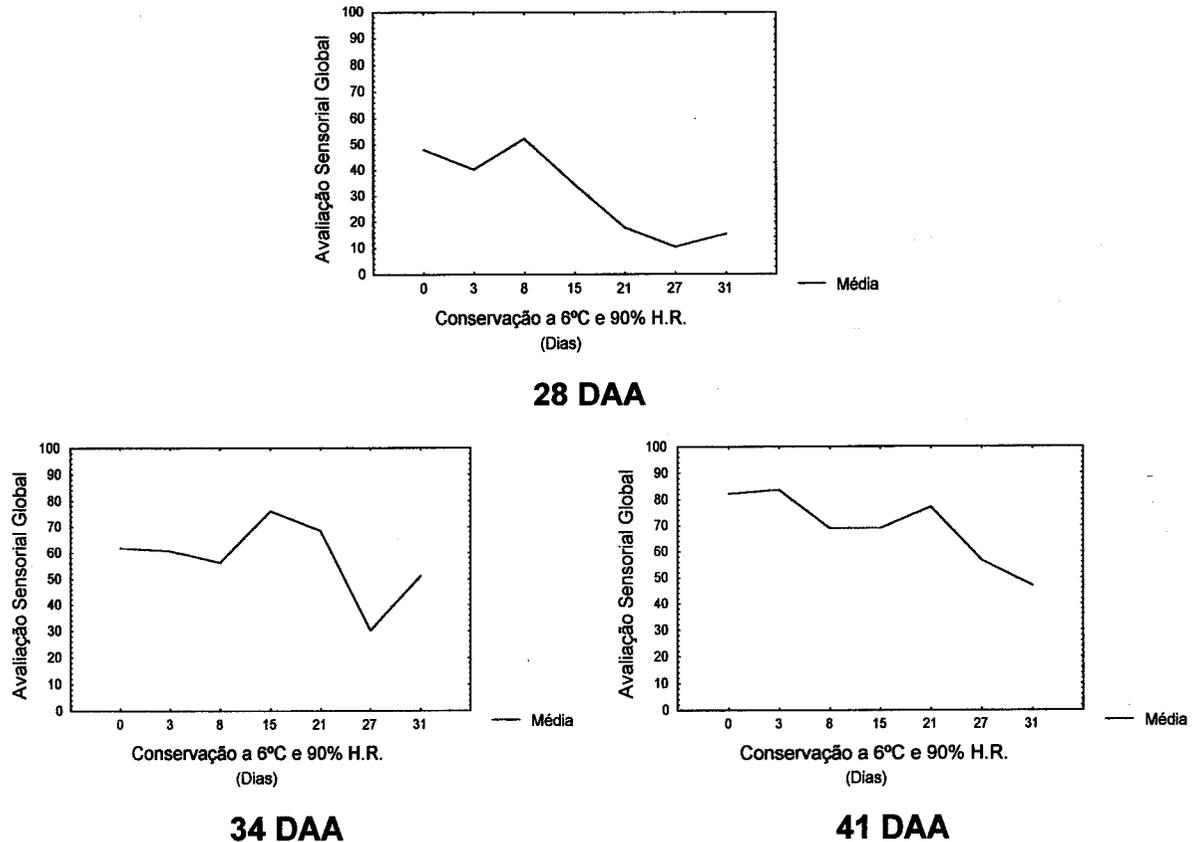


Figura 78 - Evolução dos resultados da análise sensorial durante a conservação pelo frio para os três diferentes estados de maturação à colheita

Os frutos do grupo 28 DAA nunca atingem uma classificação organoléptica de 50 numa escala de 1 a 100 e pelo contrário os de 34 e 41 DAA alcançam valores de 75 e 84 respectivamente. Assim os estados de maturação referidos como 34 e 41 DAA são os mais adequados no que diz respeito à qualidade sensorial.

3.10.5 - Conclusões

- O estado de maturação à colheita relaciona-se com as propriedades químicas, neste caso com os valores de sólidos solúveis totais, que se mantêm bastante constante mesmo após 31 dias de conservação pelo frio.
- As propriedades mecânicas fundamentalmente os resultados do teste de impacto mecânico e de compressão podem ser utilizadas para revelar a evolução durante a conservação pelo frio. Podem também ser utilizadas para à colheita segregar o estado de maturação mais avançado (41 DAA) em relação aos outros estados menos maduros (34 e 28 DAA). Os valores umbral a considerar são: força máxima de impacto com valores de 55N ou superiores para frutos imaturos *versus* 45N ou valores inferiores para frutos que já atingiram a maturação comercial e tempo total de impacto com valores inferiores ou iguais a 4ms para os frutos imaturos e superiores ou iguais a 5ms para os frutos maduros.
- A evolução da textura ao longo do tempo de conservação exibe um comportamento sigmoidal para os três distintos estados de maturação. O grupo menos maduro 28 DAA é aquele que apresenta a pior evolução em câmara de frio, se comparado com os outros dois grupos 34 e 41 DAA.

- De acordo com os resultados da avaliação sensorial só os grupos mais maduros 34 e 41 DAA atingem valores superiores a 50 (75 e 84 respectivamente), o que é relevante para a aceitação dos frutos pelo consumidor.

4 - Conclusões gerais

As conclusões finais deste conjunto de ensaios dizem respeito aos diversos objectivos gerais que foram: ¹⁾ a caracterização qualitativa de frutos das variedades em estudo, tendo em conta alguns aspectos agronómicos, ²⁾ o conhecimento de medidas instrumentais da qualidade e ³⁾ o estudo e da evolução dos frutos pertencentes a 'Gustal' quando conservados em câmaras de frio.

Caracterização qualitativa de frutos de acordo com aspectos agronómicos

O número de dias transcorridos desde a antese das flores até à colheita, referido como DAA, é um parâmetro agronómico que pode ser considerado como um bom indicador do estado de maturação dos frutos. Assim, pode considerar-se que 28 DAA correspondem a um estado fisiológico imaturo anterior ao climatérico, 41 DAA é o número de dias necessários para que os frutos atinjam a maturação fisiológica pós-climatérica e 34 DAA corresponde à maturação comercial pouco anterior à crise climatérica.

Este parâmetro, DAA, não pode ser determinado para todos os frutos dado que a maturação escalonada dos frutos nesta cultura a torna particularmente complicada no que diz respeito à definição do estado de maturação à colheita.

Evolução dos frutos quando conservados em câmaras de frio

De acordo com os resultados apresentados nesta tese, a textura, característica determinada através de distintas propriedades mecânicas, é o parâmetro qualitativo que juntamente com a perda de peso mostra uma evolução mais acentuada durante o armazenamento em condições de frio.

As propriedades mecânicas dos frutos em câmara de frio, a 6°C e 90%H.R., apresentam uma função sigmoideal com diferentes limites de acordo com os diferentes estados de maturação dos frutos à colheita, ou seja, mantêm-se até alcançar uma profunda viragem indicativa da senescência dos frutos, enquanto que a perda de peso segue uma evolução linear com um final assintótico.

A perda de peso no armazenamento a 6°C e 90%H.R. durante um mês, apresenta valores percentuais de cerca de 5%, atingindo valores superiores de 10% em frutos com desordens fisiológicas de conservação acentuadas, o que é mais frequente em frutos colhidos imaturos.

Os frutos mais imaturos, 28 DAA, são os que exibem uma senescência mais acentuada expressa pela maior diminuição dos valores relativos às propriedades mecânicas e texturais.

A vida útil, até senescência, está compreendida entre 13 e 22 dias a 6°C e 90%H.R., dependendo do estado de maturação à colheita.

Os valores de sólidos solúveis, representativos do sabor e doçura do melão, dependem basicamente do seu nível aquando da colheita, sendo mais elevado quanto mais próximo do climatérico, e não se registam alterações importantes durante a sua conservação em frio. Este é o parâmetro que mais influi numa avaliação sensorial satisfatória dos frutos.

Não é interessante sob o ponto de vista prático conservar frutos verdes como é usual, porque para além de nunca atingirem um nível de qualidade desejável também não se verifica aumento da sua longevidade em câmara.

Medidas instrumentais da qualidade

Os resultados destes ensaios permitem a elaboração de protocolos específicos para a definição da qualidade com utilização de diversos parâmetros. É agora possível estabelecer valores

umbral dos referidos parâmetros de modo a definir objectivamente os distintos estados de maturação.

Os testes de Impacto, realizados com impactómetro vertical LPF 1.0, revelaram-se de grande interesse, porque de um modo não destrutivo permitem avaliar o estado de maturação à colheita e seguir a evolução dos frutos durante a sua conservação. De forma genérica podem-se definir os seguintes valores umbral: ¹⁾ para frutos imaturos força máxima de impacto com valores iguais ou superiores a 55N e tempo total de impacto inferior a 5ms; ²⁾ para frutos maduros força máxima de impacto com valores superiores a 50N, e tempo total de impacto superior a 5ms.

Estes valores de Impacto correspondem a valores de força máxima no teste de penetração de Magness-Taylor de cerca de 8N para frutos imaturos e valores inferiores a 5N para frutos maduros, considerados no pós-climatérico. Contudo este parâmetro mostrou uma maior variabilidade que as magnitudes dos parâmetros do teste de Impacto.

O parâmetro deformação à força máxima de punção da “pele” e a força máxima do teste de penetração de Magness-Taylor revelaram-se indicativos de uma diminuição da rigidez e da perda de hidratação dos tecidos quando não se verificarem diferenças acentuadas nos valores de força máxima dos testes para avaliação da “pele” e da polpa.

Valores de deformação à força máxima de punção inferiores a 0,7mm indicam um alto nível de hidratação, perdido rapidamente durante o armazenamento por frio que leva a que seja superado o valor de 1mm. Para os ditos valores de deformação correspondem níveis de resistência de “pele” de cerca de 4N no início da campanha e inferiores a 3N em frutos provenientes de plantas envelhecidas.

O efeito da localização da amostra no que diz respeito aos sólidos solúveis é tão marcado que pode até ocultar diferenças importantes na qualidade organoléptica sendo assim fundamental a definição da localização da amostra. Confirma-se o valor superior a 11°Brix como indicativo de boa qualidade organoléptica e valores inferiores a 8°Brix traduzem baixa qualidade.

Os altos valores de sólidos solúveis coincidem com uma elevada avaliação sensorial. Por outro lado, a evolução textural durante o armazenamento frigorífico reflecte-se nos ensaios sensoriais. Detecta-se uma diminuição clara dos valores da avaliação sensorial para períodos de conservação de 13 a 22 dias, tal como nos resultados dos ensaios reológicos. Logo os parâmetros de carácter reológico reflectem de forma mensurável a avaliação realizada pelos provadores.

5 – Bibliografia

- ABBOTT, J. A., G. S. BACHMAN, R. F. CHILDERS, J. V. FITZGERALD e F. J. MATUSIK. 1968. Sonic Techniques for Measuring Texture of Fruits and Vegetables. *Food Technology*, Vol 22 (6): 101-112
- ADAM, D. e H. ZUANG. 1973. Études de Corrélation entre certains Critères Physiques et la Qualité. , I.N.V.U.F.L.E.C. Paris, França
- ALAVOINE, F., M. CROCHON, C. FADY, J. FALLOT, P. MORAS e J. C. PECH. 1988. La Qualité Gustative des Fruits. Bases Physiologiques et Méthodes Pratiques d'Analyse.. 1ª Edição C.E.M.A.G.R.E.F. Ministère de l'Agriculture. Paris, França
- ALFREY, T. e E. F. GURNEE. 1956. Dynamics of Viscoelastic Behaviour. In: "Rheology Theory and Applications". Eirich, F. R. Academic Press, London 1. UK: 387-429
- ALMELA, L., C. SANCHEZ, J. A. FERNANDEZ-LOPEZ e F. ROMAJARRO. 2000. *Food Science and Technology International*. 6 (1): 47-51
- ANDRÉ, P., R. BLANC, M. BURET, Y. CHAMBROY, P. DAUPLE, C. FLANCY e C. PELISSE. 1982. Essais de Conservation de Melons Cantaloup. *P.H.M Revue Horticole*, (227): 23-33
- ANDREWS, D. F., P. J. BICKEL, F. R. HAMPBELL, P. J. HUBER, W. H. ROGER e J. W. TUKEY. 1972. Robust Estimates of Location: Survey and Advances. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA
- ANÓNIMO. 1988. El Sector de la Manzana ante el Reto de la Calidad. *El Agricultor Práctico*, Dezembro: 55-57
- ARMSTRONG, P., H. R. ZAPP e G. K. BROWN. 1990. Impulsive Excitation of Acoustic Vibration in Apples for Firmness Determination. *Transactions of the ASAE* 33 (4): 1353-1359
- AUBERT, J. e R. DUMAS DE VAULS. 1977. Test de Fermeté non Destructif pour Contrôler la Maturité du Melon. *Ann. Technologie Agricole*, Vol.27: 243-254
- AUSTIN, M. E. e DEPOLPH. 1962. An Evaluation of Apple Bruise Damage Measurement. *Proceedings Am. Soc. Hort. Sci.* 80:125
- AVELAR, M. L. 1988. Conservação Frigorífica de Melão 'Espanhol'. Estação Nacional de Fruticultura. Alcobaça, Portugal
- BAGANZ, K. 1993. Interaction of Fruits with Different Types of Rubber-coated Elevator Bars . *Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering*. Valencia-Zaragoza, Espanha
- BAGANZ K e B. HEROLD. 1985. Optical Properties of Agricultural Products used for Quality Separation. III Congress of Physical Properties of Agricultural Materials. Praga: 633-635
- BARREIRO, P. 1994. Modelos para la Simulación de Daños Mecánicos, y Desarrollo de un Algoritmo de Evaluación de Maquinaria para los Principales Cultivos de Albaricoque, Manzana, Melocoton y Pera. Tese de Doutorado. Universidade Politécnica de Madrid, Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos. Madrid, Espanha: 256
- BARREIRO, P. e M. RUIZ-ALTISENT. 1994. Bruise Susceptibility in Pome Fruits under Different Loading and Storage Conditions. *Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering*. Valencia-Zaragoza, Espanha. Vol. 2: 185-192

- BARREIRO, P. e M. RUIZ-ALTISENT. 1996. Propriedades Mecânicas y Calidad de Frutos, Definiciones y Medidas Instrumentales. *Fruticultura Profesional*. Nº77 Março/Abril: 48-55
- BATAL, K. M., J. L. WEIGLE e D. C. FOLEY. 1970. Relation of Stress-Strain Properties of Tomato Skin to Cracking of Tomato Fruit. *HortScience*, 5 (4): 223-224
- BELLON, V. e G. BOISDÉ. 1989. Remote Near Infrared Spectroscopy in the Food Industry with the use of Silica and Fluoride Glasses Fibbers. *Proceeding of S.P.I.E.* 89. Los Angeles, CA. U.S.A: 350-359
- BELLON V. e F. SEVILA 1994. Optimisation of a non Destructive System for on-line Infrared Measurement of Fruit Internal Quality. *Nut and Vegetable Production Engineering*. Valencia-Zaragoza, Espanha. Vol.2: 317-325
- BELLON, V., J.L. VIGNEAU e M. CROCHON. 1994. Non Destructive Sensing of Peach Firmness. *Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering*. Vol.2: 291-297. Valencia-Zaragoza, Espanha
- BITTNER, D. R., H. B. MANBECK e N. N. MOHSENIN. 1967 A Method for Evaluating Cushioning Materials used in Mechanical Harvesting and Handling of Fruits and Vegetables. *Transactions of the ASAE* 19(6): 711-714
- BORSA, B. A. FEKETE e J. FELFOLDI. 1998. A Ripeness based Model for Fruit Separation. *International Conference on Agricultural Engineering, AgEng 98, Oslo Part I*: 336-337
- BOURNE, M. C. 1965. Studies on Punch Testing of Apples. *Food Technology*. Vol. 415: 113-115
- BOURNE, M. C. 1978. Theory and Application of. the Puncture Test in Food Texture Measurements. *J. Texture Studies Symposium* 95-142
- BOURNE, M. C. 1982. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press. London, UK
- BRIGATI, S. e D. R. L. CACCIONI. 1994/1995. Cold Storage of Different Melon Cultivars: Effects on Quality, Rots, and Chilling Injuries. *Refrigeration Science and Technology I.I.F.-I.I.R., Commissions C2, D2/3*. Brest: 345-350
- BUTLER, C. L. 1988. What Do Consumers want when Buying Peaches? In: "The Peaches-World Cultivars To Marketing", Eds. N. F. Childers & W.B. Sherman: 854-856
- CALZADA, J. F. e M. PELEG. 1978. Mechanical Interpretation of Compressive Stress-Strain Relationships of Solid Foods. *Journal Food Science*. 43: 1087-1092
- CANET, W. 1980. Estudio de la Influencia de los Tratamientos Térmicos de Escaldado, Congelación y Descongelación en la Textura y Estrutura de Patata ("Solanum Tuberosum, L."). Tese de Doutoramento. Universidade Politécnica de Madrid, Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos, Madrid, Espanha
- CANTWELL, M. 1990. Honeydew, Orange-Flesh and Cantaloupe Melon Quality. *California Melon Advisory Board Report*. University of California, Davis, USA
- CANTWELL, M. 1998. Optimum Procedures for Ripening Melons. In: *Management of Fruit Ripening*. Post harvest Horticulture Series nº9. University of California, USA: 22-23c

- CAUDAL Y., J. DUMOULIN, A. FOUREL, G. JOUBERT, J. LETEINTURIER, B. MOREAU, M. MUSARD, J. ODET, J. PELLETIER, J. P. THICOIPE, D. VESCHAMBRE, C. WACQUANT e H. ZUANG. S/D. Melon. Marché et Techniques de Production. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes (C.T.I.F.L.), Paris, França
- CAUSERET, J. 1974. Les Qualités Nutritionnelles des Aliments: Criterés d'Appreciation, quelques Facteurs de Variations. Bull. Tech. l'Ing. N° 287: 109-116
- C.E.M.A.G.R.E.F. 1982. Mesure de la Qualité Gustative du Melon Type Charentais. C.E.M.A.G.R.E.F. Ministère de l'Ágriculture. Paris: 48 (1)
- CHARM, S.E. 1971. Flow of Fluid Food. The Fundamentals of Food Engineering. 2ª Ed. The Avi Publishing Co, Westport. USA: 55-118
- CHEN, P. e S. CHEN. 1986. Stress Relation Functions of Apples under High Loading Rates. Transactions of the ASAE 29 (6): 1754-1759
- CHEN, S., P. CHEN e L. R. HERRMANN. 1984. Analysis of Stresses in Fruit during Impact. ASAE paper nº 84-3554
- CHEN, H., DE BAERDEMAEKER e V. BELLON. 1996. Finite Element Study of the Melon for Nondestructive Sensing of Firmness. Transactions of the ASAE. 39(3): 1057-1065
- CHEN, P. e R. B. FRIDLEY. 1979. Quality Evaluation of Agricultural Products based on their Mechanical Properties. Proceedings Workshop on Design Applications of Mechanical Properties. Universidade da Pennsylvania, USA
- CHEN, P. e L. HUARNG. 1992. Factors Affecting Acoustic Responses of Apples. Transactions of the ASAE 35(6): 1915-1920
- CHEN, P., M. RUIZ-ALTISENT, F. LU e A. A. KADER. 1987. Study of Impact and Compression Damage on Asian Pears. Transactions of the ASAE 30 (4): 1193-1197
- CHEN, P. e Z. SUN. 1984. Critical Strain Failure Criterion: Pros and Cons. Transactions of the ASAE 27 (1): 278-281
- CHEN, P. e Z. SUN. 1989. Non destructive Methods for Quality Evaluation and Sorting of Agricultural Products. Proceedings IV International Congress on Physical Properties of Agricultural Materials. Rostock, R.D.A
- CHEN, P. e Y. TJAN. 1998. A Real-time Impact Sensing System for on-line Firmness Sensing of Fruits. International Conference on Agricultural Engineering, AgEng 98, Part I: 314-315. Oslo
- CHEN, P., S. TANG e S.CHEN. 1985. Instrument for Testing the Response of Fruit to Impact Force. Transactions of the ASAE 30 (1): 249-254
- CORREA, P. C. 1992. Estudio de los Índices de Madurez Y Calidad del Aguacate Tratado por Frio Mediante Ensayos no Destrutivos. Tese de Doutoramento. Universidade Politécnica de Madrid. Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos, Madrid: 226
- CORTÉZ PÉREZ, R. 1991. Comercio Exterior de Productos Hortofrutícolas. El Control de Calidad. Hortofruticultura. Ano II, Vol 9: 44-51.
- COTNER, S. D., E. E. BURNS e P. W. LEEPER. 1986. Pericarp Anatomy of Crack-resistant and Susceptible Tomato Fruits. Journal of American Society for Horticulture Science, (93): 136-137

- CROCHON, M. 1978. Contribution à l'Études des Effects de l'Irrigation sur le Pommiers et sur la Qualite des Fruits (cv. Golden Delicious). Tese de Doutoramento, Universidade Pierre et Marie Curie. Paris
- DAVENEL, A. e M. CROCHON. 1977. Contrôle non Destructif de la Qualité des Fruits. E.N.S.A.M. 1^o trimestre: 13-16
- DAVENEL, A., M. CROCHON, J. POURCIN, P. VERLAQUE e M. C. DEVAUX. 1988. On Line Infrared Measurement in Food Processing. AgEng paper n^o 88-308. Londres, U.K
- DE BAERDEMAEKER, N. J., L. L. LEMAITRE e R. MEIRE. 1982. Quality Detection by Frequency Spectrum Analysis of the Fruit Impact Force. Transactions of the ASAE 25 (1): 175-178
- DE BELIE, K., P. TU, J. JANCÓSÓK e DE BAERDEMAEKER. 1998. The Influence of Relative Humidity during Storage on Mechanical Properties of Apple Tissue. International Conference on Agricultural Engineering, AgEng 98, Part I: 354-355. Oslo
- DE SHRIJVER, J. 1980. Indications sur la Consomation de Fruits et leur Qualité par une Enquete. Le Fr. Bol. 392: 268-270
- DEL RIO A., A. SANCHEZ, I. LOPEZ-CANTERO, J. L. VALENZUELA e L. ROMERO. 1991. Contenido en Sólidos Solubles e Acidez Valorable como Indice de Calidad de un Fruto. Congreso de Fertirrigación. Almeria, Espanha
- DELHOM, M. J. 1986. La Calidad de la Fruta: Conceptos Fundamentales. Curso De Frigo-Conservação: Maçãs e Peras. Colégio Oficial d'Enginyers Agronomes de Catalunya, Espanha: 277-290
- DELWICHE, M. J. 1986. Theory of Fruit Firmness Sorting by Impact Forces. Transactions of the ASAE, 30 (4): 1160-1166
- DELWICHE e BAUMEGARDNER. 1983b. Ground Color Measurement of Peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 (6):1012-1016
- DELWICHE, M. J. e BAUMEGARDNER. 1983a. Ground Color as a Peach Maturity Index. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 (1): 53-57
- DELWICHE M. J., T. Mc. DONALD e S. V. BOWERS. 1987. Determination of Peach Firmness by Analysis of Impact Force. Transactions of the ASAE 30 (1): 249-254
- DELWICHE, M. J., S. TANG e J. J. MEHLSCHAN. 1988. A Fruit Firmness Sorting System. In: A.E.I. Conference. Paris
- DIENER R. G., R. E. ADAMS, M. INGLE, K. C. ELLIOT, P. E. NESSELROAD e S.H. BLIZZARD. 1977. Bruise Energy in Peaches and Apples. ASAE Paper: 77 (1029)
- DIEZMAN, B., L. FLORES, J. DIEZ, M. RUIZ-ALTISENT, P. BARREIRO e A. MARAÑÓN 2001a. Dispositivo Impactador de Laboratorio para la Determinación de la Firmeza en Fruta: una Nueva Versión. SECH. IV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Horticolas. Caceres. Aguarda publicação
- DIEZMAN, B., L. FLORES, J. DIEZ, M. RUIZ-ALTISENT, P. BARREIRO e A. MARAÑÓN 2001b. New version of a laboratory Impact Device for Firmness Sensing of Fruits. AgEng, International Conference on Agricultural Engineering. Aguarda publicação

- DIRINCK, P. 1976. L'arôme des Fruits. *Le Fr. Bel.* 373: 29-31
- DULL, G. G., G. S. BIRTH, D. A. SMITTLE e R. G. LEFFLER. 1989. Near Infrared Analysis of Soluble Solid in Intact Cantaloupe. *Journal of Food Science*, 54 (2): 393-395
- EDGERLY, G. O. 1951. Bin Storage of Onions. M.S. Thesis in Agricultural Engineering, Universidade do Estado de Michigan, East Lansing, Michigan, USA
- EIRICH, F. R. 1956. Introduction to Rheological Concepts. In: "Rheology Theory and Applications". London, Eirich, F.R., Academic Press: 1-7
- FADY, C. 1984. La Qualité Gustative des Fruits. *Bull. Tech. D'Inf.* N° 392-393: 503-513
- FALLIK, E., Y. AHORONI, A. COPEL, V. RODOV, S. TUVIA-ALKALAI, B. HOREV, O. YEKUTIELI. 2000. Reduction of Post Harvest Losses of Galia Melon by a Short Hot-Water Rinse. *Plant Pathologie.* 49 (3): 333-338
- FEKETE, A. e J. FELFÖLDI .1994. Fruit Firmness Tester. International Conference on Agricultural Engineering, *AgEng 94*: 885-886. Milão, Itália
- FERRY, J. D. 1961 Experimental Techniques for Rheological Measurements on Viscoelastic Bodies. In: "Rheology Theory and Applications", London, Eirich, F.R., Academic Press: 433-473
- FINNEY, E. E. 1967. Dynamic Elastic Properties of Some Fruits during Growth and Development. *Journal of Agricultural Engineering Research* 12 (4): 249-256
- FINNEY, E. E. 1970. Mechanical Resonance within Red Delicious Apples and its Relation to Fruit Texture. *Transactions of the ASAE* 13 (2): 177-180
- FINNEY, E. E. 1971. Random Vibration Techniques for non Destructive Evaluation of Peach Firmness. *Journal of Agricultural Engineering Research* 16 (1): 81-87
- FINNEY, E. E. 1972. Vibration Techniques for Fruit Firmness. *Journal of Texture Studies* 3: 263-83
- FINNEY, E. E. e D. R. MASSIE Jr. 1975. Instrumentation for Testing the Response of Fruits to Mechanical Impact. *Transactions of the ASAE* ** (*): 1184-1192.
- FLUCK, R. C. 1975. Used of Impact Parameters to Control Handling Damage to Fruit and Vegetables. Design Application of Mechanical Properties of Solid Foods Materials. Proceeding of Workshop, Department of Agricultural Engineering, Universidade do Estado de Pennsylvania, USA
- FLUCK, R. C. e E. M. AHMED. 1973. Impact Testing of Fruit and Vegetables. *Transactions of the ASAE*, 16 (4): 660-666
- FRIEDLAY, R. B., H. GOEHLICH, L. L. CAYPOOL e P. A. ADRIANI. 1964. Factors Affecting Impact Injury to Mechanically Harvested Fruits. *Transactions of the ASAE* 11 (1): 46-49
- GARCIA C. A. 1988. Impacto Mecanico en Frutos: Técnicas de Ensayo y Aplicacion en Variedades de Pera e Manzana. Tese de Doutorado. Universidade Politécnica de Madrid, Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrónomos, Espanha
- GARCIA, C. A. e M. RUIZ-ALTISENT. 1993. Efectos de las Características de la Piel y Pulpa sobre la Respuesta al Impacto y la Magulladura en Frutos de Pepita en Relación con Factores de Cultivo. II Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas: 684-689. Zaragoza, Espanha

- GARCIA C. A., M. RUIZ-ALTISENT e P. CHEN. 1988. Impact Parameters Related to Bruising in Selected Fruits. ASAE paper nº88- 6027
- GARCIA-RAMOS, F. J. 2000. Desarrollo de Dispositivos Mecánicos para Minimizar Daños y Medir la Firmeza en Líneas de Manipulación de Frutas. Tese de Doutoramento. Universidade Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos, Espanha
- GEYER M., B. HEROLD e C. J. STUDMAN, 1998. Fruit and Vegetable Contact Pressure Distributions. International Conference on Agricultural Engineering, AgEng 98, Part I: 304. Oslo
- GIL SIERRA, J. 1990. Computer Programs to Calculate the Viscoelastic Parameters and to Calculate and Graph the Impact Stress and Strain. Workshop on Impact Damage of Fruits and Vegetables. 22ª Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Vol.II: 43-48. Zaragoza, Espanha
- GIL SIERRA J., M. RUIZ ALTISENT e P. CHEN. 1984. Numerically Calculated Viscoelastic Constants Related to Bruising Resistance. ASAE paper nº 84-6502
- GOLDSMITH, W. 1960. Impact, the Theory and Physical Behaviour of Colling Solids. Arnold Publishers L^{TD}, London, UK
- GOULD, W. A. 1975. Mass Sorting of Mechanically Harvested Tomatoes. Research Circular 209. Ohio Agriculture Research and Development Centre. Wooster, Ohio, USA
- GRAELL J., I. RECASENS e T. CASER. 1989. Relación entre Calidad y Contenido Mineral durante la Maduración de Manzanas 'Starking Delicious'. Fruticultura Profesional, nº 21: 54-58
- GREEN, H. C. 1956. Potato Damage. Journal of Agricultural Engineering. Research. 1: 56-62
- GUILLÉN, P., A. DOMÈNECH, C. LARRIGAUDIÈRE; J. CASAS e M. VENDRELL. 1993. Incremento de los Niveles de Ácido Abscísico en Melones Inmaduros tratados con Etileno. Maduración y Post-recolección. La calidad en frutos y hortalizas. Editor: M. A. Albi, F Gutiérrez, M. Roca. Diputación de Sevilla, Espanha
- HADFIELD, K. A., T. DANG, M. GUISE; J. C. PECH, M. BOUZAYEN; e A. B. BENNETT. 2000. Characterisation of Ripening Regulated cDNAs and their Expression in Ethylene Suppressed Charentais Melon Fruit. Plant Physiology. 122 (3): 977-983
- HALL, L. D. 1992. Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion. Artech House. Boston, USA
- HAMMAN, D. D. 1970. Analysis of Stress During Impact Considered to be Viscoelastic. Transactions of the ASAE, 13 (6): 893-900
- HAMANN, D. D. e D. E. CARROLL. 1971. Ripeness Sorting of Muscadine Grapes by use of Low-frequency Vibration Energy. J. Food Science. 36: 1049-1051
- HAMMERLE, J. R. e N.N. MOHESENIM. 1966 Some Dynamic Aspects of Fruit Impacting Hard and Soft Materials. Transactions of the ASAE 9 (4): 484-488
- HARDENBURG E., A. WATADA e C. Y. WANG 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist Nursery Stocks. Agriculture handbook Nº 66. United States Department of Agriculture:130. USA

- HARDENBURG R. E., A. E. WATADA e C. Y. WANG. 1990. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agricultural Handbook N°66. Washington DC, USA
- HAYASHI S., J. SUGIYAMA e K. OTOBE. 1995. Nondestructive Quality Evaluation of Fruits and Vegetables by Acoustic Transmission Waves. Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing. Kobe University, Japão.
- HELLEBRAND, J. 1988. Mechanical Properties of Materials under Dynamic Loading. III Congress of Physical Properties of Agricultural Materials: 89-95
- HEMMAT, A e R. F. A. MURFITT. 1985. Maximum Normal Strain and Internal Bruising Resulting from Impact Loading of Potatoes Tubers. Bedford, Cranfield Institute of Technology
- HILTON, D. J. 1994. Impact Behaviour of Fruits. International Conference on Agricultural Engineering, AgEng94. Milão: 910. Itália
- HOLMBOM, P., O. PEDERSON, B. SANDELL e A. LAUBER. 1989. Fusing Sensor Systems: Promises and Problems. Sensor review, 9 (3): 143-152
- HOLT, J. E. e D. SCHOORL. 1977. Bruising and Energy Dissipation in Apples. Journal of Texture Studies 7 (4): 421-432
- HORSFIELD, B. D., R. B. FRIDLEY e L. L. CLAY. 1972. Application of Elasticity to the Design of Fruit Harvesting and Handling Equipment for Minimum Bruising. Transactions of the ASAE 15 (4): 746-750, 753
- Instituto Nacional de Estatística (INE). 1998. Estatísticas Agrícolas do Continente Açores e Madeira
- ISENBERG, F. M. 1955. The Effect of Height of Fall on Onions Bruising. Proc. Am. Hort. Sci. 65: 331-333
- ISSANCHOU S., P. E SCHLICH e I. LESSCHAEVE. 1997 Sensory Analysis: Methodological Aspects Relevant to the Study of Cheese. Le lait, 77: 5-12
- JARÉN, M. C. 1994. Detección de la Textura de Frutos por medio de Impactos No Destructivos: Desarrollo y Aplicaciones del Procedimiento de Clasificación. Tese de Doutoramento. Universidade Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos
- JARÉN, C., M. RUIZ ALTISENT e R. PÉREZ DE RUEDA. 1992. Sensing Physical Stage of Fruits by their Response to Nondestructive Impacts. AgEng 92. International Conference on Agricultural Engineering. Paper n°9211-13. Uppsala, Suécia
- JARIMOPAS, B. 1984. Failure of Apples under Dynamic Loading. Research0 tesis. Israel, Faculty of Agricultural Engineering, Institute of Technology: 1076
- JINDAL, V. K. e N. N. MOHSENIN. 1976. Analysis of the Simple Pendulum Impacting Device for Determining Dynamic Strength of Select Food Material. Transactions of the A:S.A.E. Vol 19(4): 766-770
- JOLIVET, G. 1984. Promouvoir la Qualité des Produits Agricoles et Alimentaires. Bull. Tech. D'Inf. N° 392-393: 411-413

- KADER, A. 1992. Postharvest Biology and Technology: an Overview. In: A. A. Kader (ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. Publication 3311. University of California, USA: 15-20
- KAMPP, J. e G. NISSEN. 1990. Impact Damage Susceptibility of Danish Apples. 22ª Conferencia Internacional de Mecanización Agrária Seminário Internacional sobre Danos por Impacto. Vol 2: 95-102. Zaragoza, Espanha
- KAMPP, J. e J. PEDERSON. 1990. Quality of Imported and Domestic Fruits and Vegetables in the Danish Retail Trade with Special Reference to Mechanical Damages. 22ª International Conference on Agricultural Mechanization. Zaragoza. Vol. II: 9-16
- KATTAN A. A., C. Q. SHARP e J. R. MORRIS. 1969. A Mechanical Sorter for Tomatoes. Arkansas Farm Research 18(1). USA
- KAWANO, S., H. WATANABE, e M. IWAMOTO. 1989. Measurement of Sugar Contents in Intact Peaches by NIRS. Proc. 2nd International NIRS Conference. Ed. Iwamoto et Kawano, National Food Research Institute. Tsukuba, Japão
- KENDALL, S. A. e T. J. NG. 1988. Genetic Variation of Ethylene Production in Harvested Muskmelons Fruits. Hortscience, 23:759-761
- KITAMURA, T., T. UMEMOTO, T. IWATA e T. AKAZAWA. 1975. Studies on the Storage of Melon Fruits. II. Changes of Respiratory and Ethylene Production during Ripening with Reference to Cultivars. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 44:197-203
- KRAMER, A. e A. S. SZCZESNIAK. 1975. Texture Measurements of Foods. D. Reidel Publishing Company. Dordrech, Holanda. KUNZE O. R., W.H. ALDRED e B. D. REEDER. 1975. Bruising Characteristics of Peaches Related to Mechanical Harvesting. Transactions of the ASAE 18 (5): 939-941, 945
- KUNZE, O R., W. H. ALDRED e B. D. REEDER. 1975. Bruising Characteristics of Peaches Related to Mechanical Harvesting. Transactions ASAE 18 (5): 939-941, 945
- LAUMONNIER, R. 1979. Cultures Légumières et Maraichères. (Tomo III). 3ª Ed., Editions J.-B. Baillièrre. Paris, França
- LEE, E. H. e J. R. M. RADOK. 1959. The Contact Problem for Viscoelastic Bodies. Transactions of ASME 59A (83) NATO Advanced Study Institute Series
- LESTER, G. 1998. Physicochemical Characterisation of Hybrid Honey Dew Muskmelon Fruit (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud.) following Maturation, Abscission, and Postharvest Storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (1): 126-129
- LETEINTURIER, J. 1974. Le Problème de la Qualité dans le Secteur des Fruits et Légumes. Bull. Tech. D'Ing. N° 287: 241-245
- LIU, Y, N. E. HOFFMAN e S. F. YANG. 1985. Promotion by Ethylene of the Capability to Convert 1- aminocyclopropane-1-carboxylic acid to Ethylene Preclimateric Tomato and Cantaloupe Fruits. Plant Physiology, 77: 407-411
- LOURO L. e J. C. NUNES ANTUNES 1988. Análise Sensorial em Alimentos D.T.I.A. nº95, Estudos e Documentos 33. INETI, Lisboa

- LUTZ, J. M. e R. E. HARDENBURG. 1977. The Commercial Storage of Fruit, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agricultural Handbook. Washington DC, USA
- MAGNESS, J. F. e G. F. TAYLOR. 1925. An Improved Type of pressure tester for the determination of fruit maturity. U. S. Dep. Agric., Circ. N° 350
- MANOR, A. N. 1978. Critical Analysis of the Mechanics of Fruit Damage under Impact Conditions. Tese de Doutorado, Universidade do Estado de Pennsylvania, USA
- MARTÍNEZ-JAVEGA J. M., M. JUMINEZ-CUESTA e J. CUQUERELLA. 1983. Conservacion Frigorífica del Melon 'Tendral'. I.N.I.A., Serie Agricola, nº 23. Madrid, Espanha
- MARTINS, M. C. C. 1989. Efeito de Aditivos Químicos nas Características do Salpicão Tradicional de Vila Real ao Longo do processo de Cura. Tese de Doutorado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- MCCOLLOCH, L. P. 1962. Bruising Injury of Tomatoes. USDA, AMS, Marketing Research. Bulletin N°513. USA
- MEHLSCHAU J. J., U. CLAYPOOL e R. B. FRIDLEY. 1981. A Deformeter for Non Destructive Maturity Detection of Pear. Transactions of the ASAE 24 (5): 1368-1371
- MICCOLIS, V. e M. E. SALTVEIT. 1991. Morphological and Physiological Changes - during Fruit Growth and Maturation of Seven Melon Cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 (6): 1025-1029
- MICCOLIS, V. e M. E. SALTVEIT. 1994. Influence of Storage Period and Temperature on the Postharvest Characteristics of Six Melon (*Cucumis melo* L., Inodorus Group) cultivars. Postharvest biology and Technology. Vol. 5: 211-219
- MIZRACH A., N. GALILI, G. ROSENHOUSE e D. C. TEITEL. 1991. Acoustical, Mechanical and Quality Parameters of Winter-Grown Melon Tissue. Transactions of the ASAE. 34 (5): 2135-2138
- MOÉLICH, D. H., M. C. DODD e M. HUYSAMER. 1996. Fruit Maturity Studies in 'Galia 5' and 'Doral' Melons. I. Temporal Relations between Chemical, Physical and Physiological Maturity Indices. J. S. Afric. Soc. Hort. Sci. 6 (2)
- MOHSENIN, N. N. 1970a. Engineering Techniques for Evaluation of Texture of Solid Food Materials. A Review. J. Texture Studies
- MOHSENIN, N. N. 1970b. Physical Properties of Plants and Animals. Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties. Vol. I Gordon and Breach Science Publishers. London, UK
- MOHSENIN, N. N. 1972. Mechanical Properties of Fruits and Vegetables. Review of a Decade of Research. Applications and Future Needs. Transactions of the ASAE 15: 1064-1070
- MOHSENIN, N. N., V. K. JINDAL e A. MANOR. 1978. Mechanics of Impact of Fruits on a Cushioned Surface. Transactions of the ASAE 21: 594-600
- MOLEMA, G. J. e B. R. VERWIJS, J. V. VAN DEN BERG e H. BRETELER. 1998. Effect of Repetitive Impacts on Subcutaneous Tissue Discoloration in Potatoes Tubers. International Conference on Agricultural Engineering, AgEng 98, Part I: 308. Oslo, Noruega

- MORENO, J., F. J. PÉREZ-ZUÑIGA e L. MUÑOZ-DELGADO. 1993. Observaciones Indirectas sobre las Pruebas Físico-Químicas y Aspectos Fisiológicos Comparativos durante la Conservación Frigorífica del Melón cv. 'Tendral Negro'. In: "I Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas"
- MURASE, H. e MERVA, G. E. 1977. Static Elastic Modulus of Tomato Epidermis as Affected by Water Potential. Transactions of the ASAE: 594-597
- NAHIR D., Z. SCHMILOVITCH e B. RONEN. 1986. Tomato Grading by Impact Force Response. In: "Summer Meeting of American Society of Agricultural Engineers", California Polytechnic Institute, USA
- NELSON, C. W. 1967. Maximum Allowable Static and Dynamic Loads for Mechanical Injury in Macintosh Apples. Thesis in Agricultural Engineering. The Pennsylvania State University, University Park, USA
- NELSON, C. W. e N. N. MOHSENIN. 1968. Maximum Allowable Static and Dynamic Loads and Effect of Temperature for Mechanical Injury in Apples. J. Agricultural Engineering Res. 13 (4): 317-329
- NUKAYA A, H. ISHIDA, H. H. SHIGEDIA e K. ICHIKAWA. 1986. Varietal Difference in Respiration and Ethylene Production in Muskmelon Fruits. Hortscience. 21: 853
- ODET J. 1991. Le Melon. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, CTIFL, Paris, França
- OLKKU, J. E. e E. P. SHERMAN. 1980. Compression Testing of Cylindrical Samples with an Instron Universal Testing Machine. Transactions of the ASAE: 157-175
- ORTIZ, C. 1999. Sistemas Instrumentais de Detecção y Cuantificación de la Lanosidad en Melocotón. Tese de Doutoramento. Universidade Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Espanha
- ORTIZ-CAÑAVATE, J., F. J. GARCIA-RAMOS, M. RUIZ-ALTISENT, J. DIEZ, L. FLORES, I. HOMER e J. M. CHÁVEZ. 2000. Lateral Impact Sensor for Measuring Firmness of Fruits in an Experimental Packing Line. XIV CIGR World Congress. Tsukuba
- OZER, N., B. A. ENGEL e J. E. SIMON. 1997. Nondestructive Methods for Quality of Cantaloupes. Purdue University
- PAGALDY, L. e M. RUIZ ALTISENT 1983. Estructura Histológica de la Piel del Tomate en Relación con su Resistencia Mecânica. Madrid, INIA, Série Agrícola nº22, Separata 7
- PAO, Y. 1955. Extension of Hertz Theory of Impact to the Viscoelastic Case. Journal of Applied Physics, 26 (9): 1083-1088
- PARDO, J. E., A. ALVARRUIZ, R. VARON e R. GOMEZ. 2000. Quality Evaluation of Melon Cultivars. Correlation among Physical-Chemical and Sensory Parameters. Journal of Food Quality. 23 (2): 161-170
- PELEG, M e L. GOMÉZ-BRITO. 1975. Estimation of the Components of a Penetration Force of some Tropical Fruits. Journal of Food Science. Vol. 40: 1030-1032

- PEREZ-ZUÑIGA, F. J. 1982. Estudio de la Fisiología Post-recolección y de la Evolución de la Calidad, durante la Conservación Frigorífica en Atmosfera Normal y Controlada, de Melón *Cucumis melo* L. cvs. Amarillo Oro y Tendral Negro. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, España
- PEREZ-ZUÑIGA, F. J., L. MUÑOZ-DELGADO e L. MORENO. 1983. Conservación Frigorífica de Melón cv. Tendral Negro en Atmosfera Normal y Controlada. I Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas
- PRATT, H. K. 1971. Melons. In: A. C. Hulme (ed), *Biochemistry of Fruits and their Products*. Vol. 2. Academic Press: 207-232. London, UK
- PRATT, H. K., GOESHL, J. D. e MARTINS, F. W. 1977. Fruit Growth and Development Ripening and the Role of Ethylene in the 'Honey Dew' muskmelon. *American Society of Horticultural Science*. (102): 203-210
- PRETEL, M. T., M. SERRANO, F. RIQUELME e F. ROMOJARO. 1993. La Calidad de la Producción Hortofrutícola. Maduración y Post-recolección'93. La calidad en frutos y hortalizas. Ed. M. A. Albi, F. Gutiérrez, M. Roca. Sevilla, España
- prNP.4263. 1992. Projecto Norma Portuguesa - Análise Sensorial - Vocabulário. Instituto dos Mercados Agrícolas e Indústria Agro-Alimentar. Lisboa
- prNP-2289. Projecto de Norma Portuguesa, Melão. Definição, Características, Classificação e Acondicionamento. Direcção Geral de Qualidade (DGQ). Lisboa
- QUADIR M. A., S. SHIRAIISHI e M. ALI. 1990. Changes in Qualitative Components of two Melon Cultivars during Maturation. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.*, 35 (12): 51-57
- RATO, A. E. 1997. Evolução dos Danos Físicos durante a Conservação de Pêra 'Rocha' e na Cereja 'Roxa' e 'Saco'. Tese de Mestrado de Horticultura. Universidade Técnica de Lisboa
- RECASENS G. 1986. Química del Crecimiento, Desarrollo y Maduración del Fruto. Curso de Frigoconservación. Manzanas y Peras. Col. Legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya: 65-84
- REHKUGLER, G. E. e E. D. MARKWARDT. 1971. An Evaluation of Limb Padding to Reduce Apple Damage in Mechanical Harvesting. *Transactions of the ASAE* 14 (4): 734-737, 741
- REID, M. S. 1992. Maturation and Maturity Indices. In: A. A. Kader (ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Publication 3311. University of California, USA: 21-28
- RESURECCIÓN, A.V.A. e R.L. SHEWFELT. 1985. Relationships between Sensory Attribute and Objective Measurements of Postharvest Quality of Tomatoes. *Journal of Food Science* 50: 1242
- RHA, C. 1975. *Theory and Control of Physical Properties of Food Materials*. D. Reidel Publishing Company: 415 Dordrecht, Holanda
- RIBEIRO, M. G. 1998. Textura de Queijo. Um Estudo de Variáveis de Processamento. Tese de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa
- RIDER R. C., R. B. FRIDLEY e M. O'BRIEN. 1973. Elastic Behavior of a Pseudo-fruit for Determining Bruise Damage to Fruit Mechanized Handling. *Transactions of the ASAE* 16 (2): 241-244

- RUIZ-ALTISENT, M. 1986. Las Propiedades Físicas de los Productos Hortícolas en Relación con su Recolección y Manipulación Mecánica. 18ª Conferencia Internacional de Mecanización Agraria: 113-123. Zaragoza, Espanha
- RUIZ ALTISENT, M. 1988. Calidad de los Frutos. Resistencia a los Daños Mecánicos. El Cultivador Moderno. Setembro, Nº 827: 26-28. Madrid, Espanha
- RUIZ-ALTISENT, M. S/D. Instrument for Testing the Impact Response of Different Materials. Application to Apples and Pears. Universidade Politécnica de Madrid. Espanha
- RUIZ ALTISENT, M. 1993. Non Destructive Quality Measurement and Modelling in Fruits. Proceedings of the 5th International Conference on Physical Properties of Agricultural Materials. Bonn, Alemanha
- RUIZ ALTISENT, M. e P. CHEN. 1990. Control de Calidad en Productos Agrícolas. Máquinas e Tractores Agrícolas, Nº 2. Madrid, Espanha
- RUIZ-ALTISENT M., J. ORTIZ-CAÑAVATE e A. R. DEL RINCON. 1979. Resistance of Tomato Varieties in Relation to Mechanical Harvesting. In: "Symposium on Production of tomatoes for Processing". Évora, Portugal
- RUIZ-ALTISENT M., J. G. SIERRA, C. G. ALONSO e L. R. SINOBAS. 1986. Daños por Impacto en Frutos: Parámetros e Métodos Experimentales. In: "II Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas", Cordova, Espanha
- RUIZ-ALTISENT M., J. G. SIERRA, P. CHEN e F. M. LU. 1987. Methods for Studying Resistance to Impact and Compression in Fruits: Application to Four Varieties of Asian Pears. In: "Congreso Mundial de Tecnología de Alimentos", Barcelona, Espanha
- RUIZ ALTISENT, M., J. G. SIERRA e L. VAL MANTEROLA. 1979. Aplicación de la Teoría de la Elasticidad al Estudio de la Resistencia de Frutos. 11ª Conferencia Internacional de Mecanización Agraria: 73-90. Zaragoza, Espanha
- RUMSEY, T. 1974. Analysis of Viscoelastic Contact Stress in Agricultural Products using a Finite Element Method. Ph.D. Thesis, Universidade da California, Davis. USA
- RYALL, A. L. e W. J. LIPTON. 1978. Handling, Transportation and Storage of Vegetable and Melons. Avi Publishing Westport, Connecticut, USA
- SÁNCHEZ-MARÍN, J. M. e J. M. LASHERAS. 1975. Conocimiento de Materiales. Ed. Donostierra. San Sebastian, Espanha
- SANTOS, A. C. 1991. Determinação de Características Físicas em Melões 'Branco da Lezíria' e 'Piel de Sapo'. Tese de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Portugal: 256
- SANTOS, A. C., P. BARREIRO, C. ORTIZ, e M. RUIZ-ALTISENT. 1998. Storability of Melon for Different Ripeness Stages at Harvest. Selection of Instrumental Procedures for Quality Assessment. EuroAgEng, Oslo
- SANTOS, A. C. e M. G. RIBEIRO. 1998. Evolution during Cold Storage of Plum 'Rainha Claudia' for two Different Ripeness Stages at Harvest. COST915, Physiological and Technological aspects of Gaseous and Thermal Treatments of Fresh Fruit and Vegetables. Madrid, Espanha

- SANTOS, A. C. e M. RUIZ ALTISENT. 1994. Impact Test in Melon (*Cucumis melo* L.). Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering. Valencia-Zaragoza. Vol.2: 193-203
- SARIG, Y. 1976. Deformation Analysis of Foam Encapsulated Apples under Impact Loading. Ph.D. Thesis, Department of Agricultural Engineering, Michigan State University, Michigan, USA
- SARIG, Y., L. J. SEGERLIND e R. N. LITTLE. 1976. Deformation Analysis of Foam-Encapsulated Apple under Impact Loading. ASAE paper N°76-1041.
- SARKER N. e WOLFE R. R. 1983. Computer Vision Based System for Quality Separation of Fresh Market Tomatoes. Transactions of the ASAE 28 (5): 1714-1718
- SCHULTE, N., E. TIMM e G. BROWN. 1993. 'Red Haven' Peach Impact Damage Threshold. ASAE paper n°93-518
- SHEWFELT R. L., S. C. MYERS, S. E. PRUSSIA e J. L. JORDAN. 1987. Quality of Fresh-market Peaches within the Postharvest Handling System. Journal of Food Science. 52: 361-364
- SIMPSON, J. B. 1971. Forces, Pressures and Apple Damage during Cushioned Impact. Ph.D. Thesis. Cornell University. Ithaca, New York, USA
- SIMPSON, J. B. e G. E. REHKULGER. 1972. Forces and Apple Damage during Cushioned Impacts. ASAE Paper n° 72-307
- SINOBAS, L. R. 1988. Reacción a la Magulladura Producida por Impacto en Frutos: Estudio Fsiológico, Histológico, Mecanico e Técnicas para sua Evaluación. Tese de Doutoramento. Universidad Politécnica de Madrid, Escola Técnica Superior de Engenheiros Agronomos. Espanha
- SINOBAS, L. R., Ruiz-Altisent, M, e Perez, J.P.L. 1990. Bruise Development and Fruit Response of Pear (cv. Blanquilla) under Impact Conditions. Journal of Food Engineering. (14): 289-301
- STIKEI, G. 1986. Mechanics of Agricultural Materials. Elsevier Science Publisher. Amsterdam, Holanda
- SKROBACKI. S/D. Impact Test for Bruise Susceptibility of Potato Tubers. Agricultural University of Warsaw
- SMITH, G. L. 1988. Sensory Analysis of Food. Ed. J. R. Piggott. 2º Edição. Elsevier Science Publishers Ltda. New York, USA
- SOCIÉTÉ SCIENTIFIC D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE (SSHA), ISHA (Institute SHA). 1990. "Evaluation Sensorielle. Manuel Méthodologique". Technique & Documentation Lavoisier (APRIA), Paris, França
- SOUSA, I. M. N. 1988. Caracterização Reológica de Produtos Alimentares. Escoamentos Não Newtonianos e Comportamento Viscoelastico. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa: 142
- STEINMETZ, V., G. RABATEL, M. CROCHON, T. TALOU e B. BOURROUNET. 1995. Sensor Fusion for Quality of Grading Melons. Workshop Control Application in Post-Harvest and Processing Technology, CAPPT'95. Ostend, Bélgica
- STEINMETZ, V., M. CROCHON, T. TALOU e B. BOURROUNET. 1995. Sensor Fusion for Fruit Quality Assessment: Application to Melons. ASAE Publication 1-95: 488-495

- STUDMAN, C. J. 1994. The Massey Twist Tester a New Method to Determine Fruit Properties. Fruit, Nut, and Vegetable Production Engineering. Vol.2: 137-145. Valencia-Zaragoza, Espanha
- SUGIYAMA J., K. OTOBE, S. HAYASHI e S. USUI. 1994. Firmness Measurement of Muskmelons by Acoustic Impulse Transmission. Transactions of the ASAE. 37 (4): 1235-1241
- SUGIYAMA J., T. KATSURAI, J. HONG, H. KOYAMA e K. MIKURIYA. 1998. Melon Ripeness Monitoring by a Portable Firmness Tester. Transactions of the ASAE. 41 (1): 121-127
- TAYLOR, J. E. e G. A. TUCKER. 1993. Biochemistry of Fruit Ripening. Editor G. B. Seymour. Chapman e Hall, University Press. Cambridge, UK
- THAI, C. N. e R.L. SHEWFELT. 1990. Peach Quality Changes at Different Constant Storage Temperatures: Empirical Models. Transactions of the ASAE
- THOMPSON J. F. 1998. Ripening Facilities. In: A. A. Kader (ed) Management of Fruit Ripening. Postharvest Horticulture Series N°9. University of California. Davis, California, USA
- TIMOSHENKO, S. P. e J. N. GOODIER. 1970. Theory of Elasticity. McGraw Hill Book Co. London, UK
- TREVOR, V. S., M. CANTWELL e J. MITCHELL. 1998. Cantaloupe. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Produce Facts. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, USA
- VERSTREKEN L., J. L. GARCIA, M. RUIZ-ALTISENT M. e J. BAERDEMAEKER. 1995. Controlling Moisture Loss as a Tool to Reduce Bruise Susceptibility. 1st IFAC/CIGR/EURAGENG/ISHS Workshop on Control Applications in Post-Harvest and Processing Technology. IFAC- CAPPT 95. Ostende Belgium
- VOISEY, P. W., L. H. LYALL e M. KLOEK. 1970. Tomato Skin Strength its Measurements and Relation to Cracking. Journal of A.S.H.S. 95 (4): 485-488
- WAI, W. K., Y. LI, R. L. STROSHINE e G. W. KRUTZ. 1994. Sugar Content in Fresh Vegetables and Fruits using an 1h-mr Sensor. Nut and Vegetable Production Engineering. Valencia-Zaragoza. Vol.2: 173-193
- WALSH, K. B., J. A. GUTHRIE e J. W. BURNEY. 2000. Application of Commercially Available, Low Cost, Miniaturised NIR Spectrometers to the Assessment of the Sugar Content of Intact Fruits. Australian Journal of Plant Physiology. 27(12): 1175-1186
- WARDOSKI, W. F. e W. GRIERSON. 1972. Separation and Grading of Freeze Damaged Citrus fruits. Circular 372, Florida Coop. Ext. Services, University of Florida. Gainesville, USA
- WHITAKER, T. H. e DAVIS, J. N. 1962. Cucurbits. World Crops Books. Nova York, USA
- WHORLOW, R. W. 1980. Rheological Techniques. Horwood Publishers. Chister, UK
- WILLS R. H. H., T. H. LEE, W. B. McGLASSON, E. G. HALL e D. GRAHAM. 1984. Fisiologia e Manipulación de Frutas y Hortalizas. Postrecolección. Ed.- Acribia. Zaragoza, Espanha
- WRIGHT, F. S. e W. E. SPLINTER. 1968. Mechanical Behaviour of Sweet Potatoes under Slow Loading and Impact Loading. Transactions of the ASAE, 11 (6): 765-770

- YAMAMOTO, H. e S. HAGINUMA. 1982. Vibrating Reed Method and Non Destructive Acoustic Impulse Response Method for Measuring Textural Quality of Apple Flesh. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science*. 51 (2): 210-218
- YAMAMOTO, H. e S. HAGINUMA. 1984a. Dynamic Viscoelastic Properties and Acoustic Properties of Watermelons. *Rept. Nat. Food Res. Inst.* 44: 30-35
- YAMAMOTO, H. e S. HAGINUMA. 1984b. Dynamic Viscoelastic Properties and Acoustic Properties of Japanese Radish (Shogoin) Roots. *Rept. Nat. Food Res. Inst.* 44: 36-44
- YAMAMOTO, H. e S. HAGINUMA. 1984c. Estimation of the Dynamic Young's Modulus of Apple Flesh from the Natural Frequency of an Intact Apple. *Rept. Nat. Food Res. Inst.* 44: 20-25
- YAMAMOTO, H., M. IWAMOTO e S. HAGINUMA. 1980. Acoustic Impulse Response Method for Measuring Natural Frequency of Intact Fruits and Preliminary Applications to Internal Quality Evaluation of Apples and Watermelons. *Journal of Texture Studies* 1: 117-136
- YAMAMOTO H., M. IWAMOTO e S. HAGINUMA. 1981. Non destructive Acoustic Impulse Method for Measuring Internal Quality of Apples and Watermelons. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science*. 50 (2): 247-261
- YANG, W. H. 1966. The Contact Problem for Viscoelastic Bodies. *Transactions of the A.S.M.E.* 3 (4): 939-956
- YOUNG, Y. M. e N. MOHSENIN. 1974. Analysis of the Mechanics of the fruit Pressure Tester. *Journal of Texture Studies*. (5): 213-238
- ZALTZMAN, A., B. B. VERMA e SCHMILOVITCH. 1987. Potential of Quality Sorting of Fruits and Vegetables using Fluidised Bed Medium. *Transactions of the ASAE* 30 (3): 823-831
- ZHANG, X. e G. H. BRUSEWITZ. 1991. Impact Force Model Related to Peach Firmness. *Transactions of the ASAE* 34 (5): 2094-2098

ANEXOS

ANEXO I**Exemplo da ficha distribuída aos provadores para avaliação sensorial dos frutos**

Nombre-		
Código de la muestra-		
Color exterior	1 _____	100
Color de la "Pulpa"	1 _____	100
Aroma	1 _____	100
Dulzor	1 _____	100
Sabor	1 _____	100
Textura	1 _____	100
Dureza	1 _____	100
Jugosidad	1 _____	100
Valoración Final	1 _____	100
Observaciones:		

ANEXO II

Resultados da análise estatística relativa ao ensaio 1:

**Ensaio comparativo entre a cultivar Gustal e outras cultivares,
considerando características reológicas, físicas e químicas**

Quadro II.1 - Análise ANOVA (Quadrado Mínimo, Teste *F* e nível de significância) para os parâmetros químicos, mecânicos e físicos

Variáveis	Soma dos Quadrados	Quadrado Mínimo <i>F</i> <i>p</i>	Soma dos Quadrados do erro	Graus de Liberdade do erro	Quadrado Mínimo do erro
FMaxImp	216,869	108,435 0,958 0,392	4413,295	39	113,161
DefMaxImp	0,64839	0,3242 1,949 0,156	6,488401	39	0,16637
DefPerImp	0,53547	0,26774 1,552 0,225	6,729492	39	0,17255
EAbsImp	1,3E-06	6,5E-07 0,154 0,858	0,000164	39	4,2E-06
TTImp	3,8746	1,9373 2,723 0,078	27,74944	39	0,71152
FMaxMT	74,3552	37,1776 16,68 *6E-06	86,92665	39	2,22889
DefMaxMT	27,6776	13,8388 5,674 *0,007	95,12361	39	2,43907
F3MT	58,59	29,295 14,73 *2E-05	77,57294	39	1,98905
F8MT	44,5422	22,2711 13,11 *4E-05	66,23918	39	1,69844
FMaxP	3,86266	1,93133 2,015 0,147	37,37653	39	0,95837
DefMaxP	0,30377	0,15188 5,768 *0,006	1,026944	39	0,02633
FEstP	0,4485	0,22425 5,082 *0,011	1,720944	39	0,04413
Peso	29889,26	14944,63 0,491 0,6199	547690,2	18	30427,23
Diâmetro	0,372302	0,186151 0,204 0,8176	16,45056	18	0,91392
Comprimento	5,62254	2,81127 4,523 *0,0256	11,18889	18	0,621605
Espessura da polpa	0,487857	0,243929 1,849 0,1861	2,375	18	0,131944
SST	40,76087	20,38044 3,727 *0,0442	98,43722	18	5,468735

Para $p \leq 0,05$

ANEXO III

**Resultados da análise estatística relativa ao ensaio 2:
Caracterização reológica, química e física de melões 'Gustal' em
diferentes estados de maturação e colhidos simultaneamente**

Quadro III.1 - Análise ANOVA (Quadrado mínimo, Teste F e nível de significância) para os parâmetros químicos, mecânicos e físicos relativos à primeira campanha

Variáveis	Soma dos Quadrados	Quadrado Mínimo F p	Soma dos Quadrados do erro	Graus de Liberdade do erro	Quadrado Mínimo do erro
FMaxImp	14,472407	14,472407 0,834 0,371	381,818839	22	17,3554018
DefMaxImp	0,03017504	0,03017504 1,401 0,249	0,47389692	22	0,02154077
DefPerImp	0,04611267	0,04611267 2,917 0,102	0,34783267	22	0,01581058
EAbsImp	5,4964E-05	5,4964E-05 53,468 2,5395E-07	2,2616E-05	22	1,028E-06
TTImp	0,15041667	0,15041667 1,549 0,226	2,13583333	22	0,09708333
FMaxMT	51,2460375	51,2460375 6,465 0,019	174,391158	22	7,92687083
DefMaxMT	0,02041667	0,02041667 0,006 0,941	81,2791667	22	3,69450758
F3MT	43,6051042	43,6051042 5,210 0,033	184,126158	22	8,36937083
F8MT	51,3630042	51,3630042 9,269 0,006	121,912692	22	5,54148598
FMaxP	0,40300417	0,40300417 1,021 0,323	8,68659167	22	0,39484508
DefMaxP	0,66666667	0,66666667 12,518 0,002	1,17166667	22	0,05325758
FEstP	0,30826667	0,30826667 5,134 0,034	1,32091667	22	0,06004167

Para $p \leq 0,05$

Quadro III.2 - Valores de: Média, Desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros de avaliação mecânica na 1ª campanha

Variáveis	Estado de maturação	Média	Nº observações	Sum	Desvio Padrão	Variância
FMaxImp	1	52,1601	12	625,921	3,7852	14,3280
	2	53,7132	12	644,558	4,5147	20,38277
	Total	52,9366	24	1270,479	4,1509	17,2301
DefMaxImp	1	2,5529	12	30,6350	0,1306	0,0171
	2	2,4820	12	29,7840	0,1613	0,0260
	Total	2,5175	24	60,4190	0,1480	0,0219
DefPerImp	1	1,7138	12	20,5660	0,0999	0,0100
	2	1,8015	12	21,6180	0,1471	0,0216
	Total	1,7577	24	42,1840	0,1309	0,0171
EAbsImp	1	0,0709	12	0,8513	0,0007	0,0000
	2	0,0740	12	0,8876	0,0013	0,000002
	Total	0,0725	24	1,7388	0,0018	0,000003
TTImp	1	4,9917	12	59,9000	0,2503	0,0627
	2	4,8333	12	58,0000	0,3627	0,1315
	Total	4,9125	24	117,9000	0,3153	0,0994
FMaxMTr	1	5,2767	12	63,3200	3,9540	15,6339
	2	2,3541	12	28,2500	0,4689	0,2199
	Total	3,8154	24	91,5700	3,1321	9,8103
DefMaxMT	1	4,6083	12	55,3000	1,9938	3,9754
	2	4,5500	12	54,6000	1,8476	3,4136
	Total	4,5792	24	109,9000	1,8801	3,5348
F3MT	1	4,8292	12	57,9500	4,0643	16,5187
	2	2,1333	12	25,6000	0,4691	0,2200
	Total	3,4813	24	83,5500	3,1466	9,9014
F8MT	1	4,6500	12	55,8000	3,3133	10,9778
	2	1,7242	12	20,6900	0,3244	0,1052
	Total	3,1871	24	76,4900	2,7448	7,5337
FMaxP	1	4,2875	12	51,4500	0,5627	0,3167
	2	4,0283	12	48,3400	0,6878	0,4730
	Total	4,1579	24	99,7900	0,6287	0,3952
DefMaxP	1	0,7417	12	8,9000	0,1311	0,0172
	2	1,0750	12	12,9000	0,2989	0,0893
	Total	0,9083	24	21,8000	0,2827	0,0799
FEstP	1	0,6642	12	7,9700	0,1846	0,0341
	2	0,4375	12	5,2500	0,2933	0,0860
	Total	0,5508	24	13,2200	0,2662	0,0708

Quadro III.3 - Análise ANOVA (Quadrado Mínimo, valores de F e nível de significância p) para os parâmetros químicos, mecânicos e físicos relativos à segunda campanha

Variáveis	Soma dos Quadrados	Quadrado Mínimo F p	Soma dos Quadrados do erro	Graus de Liberdade do erro	Quadrado Mínimo do erro
FMaxImp	156,082737	78,0413685 2,017 0,158	812,669415	21	38,6985436
DefMaxImp	0,114817	0,0574085 1,393 0,270	0,86540463	21	0,04120974
DefPerImp	0,01171858	0,00585929 0,088 0,916	1,40095475	21	0,06671213
EAbsImp	6,8231E-06	3,4116E-06 0,321 0,729	0,00022345	21	1,0641E-05
TTImp	1,03083333	0,51541667 2,714 0,090	3,98875	21	0,18994048
FMaxMT	101,56	50,78 6,977 0,005	152,84	21	7,27809524
DefMaxMT	1,48	0,74 0,327 0,725	47,49625	21	2,26172619
F3MT	54,9758333	27,4879167 6,683 0,006	86,37375	21	4,11303571
F8MT	77,5758333	38,7879167 6,483 0,006	125,6425	21	5,98297619
FMaxP	9,64	4,82 5,206 0,015	19,445	21	0,92595238
DefMaxP	0,21583333	0,10791667 3,527 0,048	0,6425	21	0,03059524
FEstP	0,18083333	0,09041667 1,697 0,207	1,11875	21	0,05327381

Para $p \leq 0,05$

Quadro III.4 - Valores de: Média, Desvios-padrão, número de observações e variância da avaliação mecânica na 2ª campanha

Variáveis	Estado de Maturação	Média	N	Sum	Desvio Padrão	Variância
FMaxImp	1	54,2829	8	434,263	6,8544	46,9831
	2	49,2144	8	393,715	6,7038	44,941
	3	48,5866	8	388,693	4,9165	24,1715
	Total	50,6946	24	1216,671	6,49	42,1197
DefMaxImp	1	1,85588	8	14,847	0,2063	0,04254
	2	1,99938	8	15,995	0,2184	0,04769
	3	2,00563	8	16,045	0,1828	0,0334
	Total	1,95363	24	46,887	0,2064	0,04262
DefPerImp	1	0,73038	8	5,843	0,361	0,1303
	2	0,75713	8	6,057	0,1755	0,0308
	3	0,7845	8	6,276	0,1976	0,03904
	Total	0,75733	24	18,176	0,2478	0,06142
EAbsImp	1	0,04124	8	0,32991	0,0045	2E-05
	2	0,04228	8	0,33822	0,0027	7,5E-06
	3	0,04244	8	0,33955	0,0021	4,2E-06
	Total	0,04199	24	1,00768	0,0032	1E-05
TTImp	1	3,9625	8	31,7	0,3583	0,12839
	2	4,425	8	35,4	0,58	0,33643
	3	4,375	8	35	0,324	0,105
	Total	4,25417	24	102,1	0,4672	0,21824
FMaxMT	1	8,9	8	71,2	4,2909	18,4114
	2	4,35	8	34,8	1,6742	2,80286
	3	4,75	8	38	0,7874	0,62
	Total	6,0	24	144	3,3258	11,0609
DefMaxMT	1	4,8875	8	39,1	1,2541	1,57268
	2	5,4375	8	43,5	1,5491	2,39982
	3	5,3875	8	43,1	1,6771	2,81268
	Total	5,2375	24	125,7	1,4592	2,1294
F3MT	1	6,9	8	55,2	3,1126	9,68857
	2	3,325	8	26,6	1,3813	1,90786
	3	4,2625	8	34,1	0,8618	0,74268
	Total	4,82917	24	115,9	2,479	6,14563
F8MT	1	7,8125	8	62,5	3,8706	14,9813
	2	3,675	8	29,4	1,4675	2,15357
	3	4,4375	8	35,5	0,9023	0,81411
	Total	5,30833	24	127,4	2,9725	8,83558
FMaxP	1	5,275	8	42,2	0,9513	0,905
	2	4,425	8	35,4	0,7942	0,63071
	3	3,725	8	29,8	1,1145	1,24214
	Total	4,475	24	107,4	1,1245	1,26457
DefMaxP	1	1,0875	8	8,7	0,2031	0,04125
	2	1,025	8	8,2	0,0886	0,00786
	3	0,8625	8	6,9	0,2066	0,04268
	Total	0,99167	24	23,8	0,1932	0,03732
FEstP	1	0,5625	8	4,5	0,3114	0,09696
	2	0,45	8	3,6	0,2268	0,05143
	3	0,35	8	2,8	0,1069	0,01143
	Total	0,45417	24	10,9	0,2377	0,0565

ANEXO IV

Resultados da análise estatística do ensaio 3:

Caracterização de frutos da cultivar Gustal provenientes de fases e estratos de produção diferentes da planta

Quadro IV.1 - Análise ANOVA (Quadrado Mínimo, teste *F* e nível de significância) para os parâmetros químicos, mecânicos e físicos em relação aos estratos diferentes

Variáveis	Quadrado Mínimo <i>F</i> <i>p</i>	Quadrado Mínimo do Erro	Graus de Liberdade	CV (%)
FMaxImp	220,2878 13,64846 0,000878	16,14012	30	9,9656
DefMaxImp	0,393880 7,457152 0,010477	0,052819	30	8,8511
DefPerImp	0,955154 13,74595 0,000847	0,069486	30	13,9584
EAbsImp	0,000068 27,16067 0,000013	0,000003	30	2,9217
TTImp	2,080333 12,85567 0,001176	0,161822	30	8,9881
FMaxMT	0,360255 0,082158 0,776364	4,384905	30	40,6439
DefMaxMT	23,45252 11,39169 0,002053	2,058739	30	32,0195
F3MT	1,397521 0,348354 0,559466	4,011782	30	42,7057
F8MT	0,029453 0,010799 0,917927	2,727505	30	35,0216
FMaxP	4,118108 10,47546 0,002947	0,393119	30	22,1926
DefMaxP	0,123521 5,824928 0,022115	0,021206	30	18,3449
FEstP	0,012000 1,649863 0,208808	0,007273	30	28,9748

Para $p \leq 0,05$

Quadro IV.2 - Valores de: Média, Desvio-padrão, número de observações e variância da avaliação mecânica

Variáveis	Estrato	Média	N	Sum	Desvio Padrão	Variância
FMaxImp	1	49,8682	20	997,363	3,9747	15,7982
	2	44,4486	12	533,383	4,0903	16,7306
	Total	47,8358	32	1530,746	4,7671	22,7255
DefMaxImp	1	2,7680	20	55,360	0,2105	0,0443
	2	2,9972	12	35,966	0,2599	0,0675
	Total	2,8539	32	91,326	0,2526	0,0638
DefPerImp	1	2,1093	20	42,186	0,2496	0,0623
	2	2,4662	12	29,594	0,2862	0,0819
	Total	2,2431	32	71,780	0,3131	0,0981
EAbsImp	1	0,0742	20	1,484	0,0015	2,36E-06
	2	0,0772	12	0,926	0,0017	2,79E-06
	Total	0,0753	32	2,410	0,0022	4,64E-06
TTImp	1	5,0650	20	101,30	0,3345	0,1119
	2	5,5917	12	67,100	0,4981	0,2481
	Total	5,2625	32	168,400	0,4730	0,2237
FMaxMT	1	5,1575	20	103,150	2,1112	4,4573
	2	4,9383	12	59,260	2,0640	4,2599
	Total	5,0753	32	162,410	2,0628	4,2551
DefMaxMT	1	4,5150	20	90,300	1,4061	1,9771
	2	6,2833	12	75,400	1,4831	2,1997
	Total	5,1781	32	165,700	1,6580	2,7489
F3MT	1	4,8025	20	96,050	1,9586	3,8360
	2	4,3708	12	52,450	2,0773	4,3153
	Total	4,6406	32	148,500	1,9818	3,9275
F8MT	1	4,6165	20	92,330	1,5818	2,5022
	2	4,6792	12	56,150	1,7654	3,1167
	Total	4,6400	32	148,480	1,6250	2,6405
FMaxP	1	3,5060	20	70,120	0,6005	0,3606
	2	2,7650	12	33,180	0,6702	0,4492
	Total	3,2281	32	103,300	0,7164	0,5133
DefMaxP	1	0,8050	20	16,100	0,1191	0,0142
	2	0,9333	12	11,200	0,1826	0,0333
	Total	0,8531	32	27,300	0,1565	0,0245
FEstP	1	0,3125	20	6,250	0,0906	0,0082
	2	0,2725	12	3,270	0,0753	0,0057
	Total	0,2975	32	9,520	0,0862	0,0074

1 – baixo; 2 –alto



ANEXO V

Resultados da análise estatística do ensaio 4:

Distribuição espacial dos Sólidos Solúveis em melões 'Gustal'

Quadro V.1 – Valores da análise ANOVA (Quadrado Mínimo, teste *F* e nível de significância) relativos às diferentes localizações de recolha de amostra

Variáveis	Quadrado Mínimo <i>F</i> <i>p</i>	Quadrado Mínimo do erro	Graus de Liberdade do erro
1 - Radial	79,24225 52,595 1,95E-11	1,506645	152
2 - Longitudinal	1,442917 0,958 0,414427	1,506645	152
Interacção - 1X2	1,92625 1,279 0,283849	1,506645	152

Quadro V 2 - Valores de: Média, Desvio-padrão, número de observações e coeficiente de variação

Distribuição radial	Distribuição longitudinal	Média	Desvio padrão	Nº de observações	CV %
1	1	7,67	1,2436	20	16,21382
1	2	8,02	1,3410	20	16,7207
1	3	8,19	1,3611	20	16,61905
1	4	8,14	1,4587	20	17,92015
2	1	6,53	0,9330	20	14,2879
2	2	7,09	1,4339	20	20,22426
2	3	6,43	0,9857	20	15,3297
2	4	6,34	0,9110	20	14,36909
Total		7,30	1,4150	160	

ANEXO VI

Resultados da análise estatística do ensaio 5:

Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos na maturação comercial

Quadro VI.1 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros de Impacto Mecânico

Variáveis	Tempo de Conservação (dias)	Média	Nº de Obs.	Sum	Desvio-Padrão	Variância
FMaxImp	0	53,211775	16	851,484	6,989484	48,85289
	5	46,38994	16	742,239	6,910312	47,75241
	8	46,26925	16	740,308	5,060202	25,60564
	13	42,73494	16	683,759	4,064460	16,51983
	16	42,13244	16	674,119	6,438796	41,45810
	TOTAL	46,14886	80	3691,909	7,0699355	49,97578
DefMaxImp	0	2,521125	16	40,3380	0,250933	0,062967
	5	2,851125	16	45,6180	0,350636	0,122946
	8	2,897375	16	46,3580	0,278833	0,077748
	13	3,114688	16	49,8350	0,256719	0,065905
	16	3,175500	16	50,8080	0,376896	0,142050
	TOTAL	2,911963	80	232,9570	0,379035	0,143667
DefPerImp	0	1,684188	16	26,9470	0,193646	0,037499
	5	2,093000	16	33,4880	0,295016	0,087035
	8	2,201563	16	35,2250	0,297900	0,088744
	13	2,514125	16	40,2260	0,259832	0,067513
	16	2,544875	16	40,7180	0,368810	0,136021
	TOTAL	2,207550	80	176,6040	0,423512	0,179363
EAbsImp	0	0,070878	16	1,134050	0,000656	0,000000
	5	0,074089	16	1,185430	0,000848	0,000001
	8	0,074841	16	1,197450	0,000963	0,000001
	13	0,076949	16	1,231190	0,001006	0,000001
	16	0,076084	16	1,217350	0,001684	0,000003
	TOTAL	0,074568	80	5,965470	0,002358	0,000006
TTImp	0	4,950000	16	79,2000	0,483046	0,233333
	5	5,550000	16	88,8000	0,677249	0,458667
	8	5,506250	16	88,1000	0,407380	0,165958
	13	5,912500	16	94,6000	0,444035	0,197167
	16	5,925000	16	94,8000	0,735300	0,540667
	TOTAL	5,568750	80	445,5000	0,656534	0,431036

Quadro VI.2 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros do teste de Magness-Taylor

Variáveis	Conservação (dias)	Média	Nº de Obs.	Sum	Desvio Padrão	Variância
FMaxMT	0	4,214375	16	67,4300	1,970323	3,8822173
	5	4,957500	16	79,3200	1,382247	1,910607
	8	5,866250	16	93,8600	2,284583	5,219318
	13	3,645000	16	58,3200	1,882548	3,543987
	16	5,143125	16	82,2900	1,997240	3,988970
	TOTAL	4,765250	80	381,2200	2,029472	4,118757
DefMaxMT	0	4,825000	16	77,2000	1,950214	3,803333
	5	3,487500	16	55,8000	0,563176	0,317167
	8	4,012500	16	64,2000	1,517399	2,302500
	13	5,537500	16	88,6000	1,492146	2,226500
	16	3,831250	16	61,3000	0,724540	0,524958
	TOTAL	4,338750	80	347,1000	1,517034	2,301391
F3MT	0	3,638750	16	58,2200	2,164439	4,684798
	5	4,594375	16	73,5100	1,265264	1,600893
	8	5,407500	16	86,5200	2,313636	5,352913
	13	3,003125	16	48,0500	1,670149	2,789396
	16	4,595625	16	73,5300	1,879163	3,531253
	TOTAL	4,247875	80	339,8300	2,029801	4,120093
F8MT	0	3,721875	16	59,5500	1,628604	2,652350
	5	4,085000	16	65,3600	0,980605	0,961587
	8	4,844375	16	77,5100	2,325832	5,409493
	13	3,076875	16	49,2300	2,056961	4,231090
	16	4,351250	16	69,6200	1,675318	2,806692
	TOTAL	4,015875	80	321,2700	1,846198	3,408447

Quadro VI.3 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros do teste de Punção

Variáveis	Conservação (dias)	Média	Nº de Obs.	Sum	Desvio Padrão	Variância
FMaxP	0	4,249375	16	67,9900	0,514801	0,265020
	5	4,631250	16	74,1000	0,552725	0,305505
	8	4,379375	16	70,0700	0,376873	0,142033
	13	4,156250	16	66,5000	0,916492	0,839958
	16	4,156250	16	66,5000	0,610976	0,373292
	TOTAL	4,314500	80	345,1600	0,630742	0,397835
DefMaxP	0	0,775000	16	12,40000	0,129099	0,016667
	5	1,075000	16	17,20000	0,184391	0,034000
	8	1,143750	16	18,30000	0,186078	0,034625
	13	1,081250	16	17,30000	0,197379	0,038958
	16	1,206250	16	19,30000	0,229401	0,052625
	TOTAL	1,056250	80	84,50000	0,236453	0,055910
FEstP	0	0,738750	16	11,82000	0,269193	0,072465
	5	0,618125	16	9,89000	0,267762	0,071696
	8	0,460000	16	7,36000	0,208806	0,043600
	13	0,425000	16	6,80000	0,177012	0,031333
	16	0,537500	16	8,60000	0,247319	0,061167
	TOTAL	0,555875	80	44,47000	0,257238	0,066171

Quadro VI.4 – Valores da análise ANOVA (Quadrado Mínimo, teste e nível de significância)

Variáveis	Quadrado Mínimo F P	Quadrado Mínimo do Erro	Graus de Liberdade	CV (%)
FMaxImp	311,3133 8,638528 0,000009	36,03797	75	15,31985
DefMaxImp	1,068870 11,33199 0,00000	0,094323	75	13,01648
DefPerImp	1,979369 23,74419 0,00000	0,083362	75	19,18471
EAbsImp	0,000088 73,88074 0,00000	0,000001	75	3,162214
TTImp	2,528750 7,923183 0,000022	0,319158	75	11,78961
FMaxMT	11,80150 3,181844 0,018036	3,709011	75	42,58899
DefMaxMT	11,04825 6,021200 0,000295	1,834892	75	34,96477
F3MT	14,02463 3,904570 0,006196	3,591851	75	47,78392
F8MT	7,087296 2,206339 0,076323	3,212242	75	45,9725
FMaxP	0,635467 1,649871 0,170661	0,385161	75	14,61912
DefMaxP	0,440937 12,46466 0,00000	0,035375	75	22,38608
FEstP	0,255905 4,565472 0,002356	0,056052	75	46,27623

ANEXO VII**Resultados da análise estatística do ensaio 6:**

Estudo da variação das características reológicas, químicas e físicas ao longo do período de armazenamento em condições de frio, para frutos da cultivar Gustal colhidos com 34 DAA (Dias Após Antese), ou seja com maturação determinada

Quadro VII.1 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros do teste de Impacto

Variáveis	Tempo de Conservação (dias)	Média	Nº de Observações	Sum	Desvio-padrão	Variância
FMaxImp	0	40,48620	10	404,862	2,646442	7,00366
	6	42,33110	10	423,311	2,399440	5,75731
	14	38,73620	10	387,362	2,696617	7,27174
	22	38,19190	10	381,919	5,513642	30,40025
	28	36,20625	8	289,650	4,679268	21,89555
	31	37,09870	10	370,987	2,755484	7,59269
	38	34,77420	10	347,742	1,715874	2,94422
	TOTAL	38,32107	68	2605,833	4,029914	16,24021
DefMaxImp	0	2,307600	10	23,0760	0,132669	0,017601
	6	2,278700	10	22,7870	0,133056	0,017704
	14	2,496200	10	24,9620	0,167387	0,028018
	22	2,459400	10	24,5940	0,282684	0,079910
	28	2,733250	8	21,8660	0,294940	0,086989
	31	2,541500	10	25,4150	0,235080	0,055262
	38	2,803600	10	28,0360	0,170990	0,029238
	TOTAL	2,510824	68	170,7360	0,270469	0,73154
DefPerImp	0	0,817400	10	8,17400	0,141061	0,019898
	6	0,917200	10	9,17200	0,148499	0,022052
	14	1,366800	10	13,66800	0,423046	0,178968
	22	1,384200	10	13,84200	0,294091	0,086490
	28	1,453125	8	11,62500	0,271226	0,073564
	31	1,411400	10	14,11400	0,175837	0,030918
	38	1,606600	10	16,06600	0,257252	0,066178
	TOTAL	1,2744426	68	86,66100	0,372018	0,138397
EAbsImp	0	0,041812	10	0,418120	0,001027	0,000001
	6	0,044327	10	0,443270	0,001256	0,000002
	14	0,047246	10	0,472460	0,002920	0,000009
	22	0,048466	10	0,484660	0,001707	0,000003
	28	0,046929	8	0,375430	0,001660	0,000003
	31	0,047507	10	0,475070	0,002188	0,000005
	38	0,048069	10	0,480690	0,000960	0,000001
	TOTAL	0,046319	68	3,149700	0,002846	0,000008
TTImp	0	5,170000	10	51,7000	0,356059	0,126778
	6	5,120000	10	51,2000	0,385285	0,148444
	14	5,280000	10	52,8000	0,332666	0,110667
	22	5,420000	10	54,2000	0,829726	0,688444
	28	5,862500	8	46,9000	0,696804	0,485536
	31	5,410000	10	54,1000	0,486370	0,236556
	38	5,940000	10	59,4000	0,356526	0,127111
	TOTAL	5,445588	68	370,3000	0,576773	0,332667

Quadro VII.2 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros do teste de Penetração de Magness-Taylor

Variáveis	Tempo de Conservação (dias)	Média	Nº de Obs.	Sum	Desvio padrão	Variância
FMaxMT	0	4,20000	10	42,0000	1,768238	3,12667
	6	12,04000	10	120,4000	3,610232	13,03378
	14	9,31000	10	93,1000	2,843492	8,08544
	22	7,53000	10	75,3000	3,198628	10,23122
	28	11,00000	8	88,0000	2,544462	6,47429
	31	10,08000	10	100,8000	3,111556	9,68178
	38	8,00000	10	80,0000	2,682453	7,19556
	TOTAL	8,81765	68	599,6000	3,673826	13,49700
DefMaxMT	0	8,260000	10	82,6000	2,302752	5,302667
	6	5,560000	10	55,6000	1,479640	2,189333
	14	4,690000	10	46,9000	1,086738	1,181000
	22	5,800000	10	58,0000	1,270171	1,613333
	28	6,750000	8	54,0000	1,171080	1,371429
	31	5,010000	10	50,1000	1,739380	3,025444
	38	6,180000	10	61,8000	2,958153	8,750667
	TOTAL	6,014706	68	409,0000	2,092436	4,378288
F3MT	0	2,240000	10	22,4000	0,780598	0,609333
	6	8,980000	10	89,8000	1,891384	3,577333
	14	7,230000	10	72,3000	1,775168	3,151222
	22	5,930000	10	59,3000	1,911399	3,653444
	28	6,762500	8	54,1000	1,212951	1,471250
	31	7,150000	10	71,5000	1,432364	2,051667
	38	7,150000	10	71,5000	0,984604	0,969444
	TOTAL	6,483824	68	440,9000	2,434062	5,924660
F8MT	0	3,70000	10	37,0000	1,645195	2,70667
	6	3,577333	10	105,2000	2,472426	6,11289
	14	3,151222	10	82,4000	2,289202	5,24044
	22	3,653444	10	70,0000	3,076795	9,46667
	28	1,471250	8	80,3000	2,426601	5,88839
	31	2,051667	10	87,8000	2,957401	8,74622
	38	0,969444	10	87,600	3,622522	13,12267
	TOTAL	5,924660	68	550,3000	3,352981	11,24248

Quadro VII.3 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros do teste de Punção

Variáveis	Tempo de Conservação (dias)	Média	Nº de Obs.	Sum	Desvio padrão	Variância
FMaxP	0	3,790000	10	37,9000	0,540473	0,292111
	6	4,140000	10	41,4000	0,537897	0,289333
	14	4,010000	10	40,1000	0,562633	0,316556
	22	4,010000	10	40,1000	0,687103	0,472111
	28	5,087500	8	40,7000	1,198138	1,435536
	31	5,510000	10	55,1000	2,070132	4,285444
	38	6,290000	10	62,9000	1,241370	1,541000
	TOTAL	4,679412	68	318,2000	1,386347	1,921958
DefMaxP	0	1,220000	10	12,2000	0,225093	0,050667
	6	1,240000	10	12,4000	0,406065	0,164889
	14	1,230000	10	12,3000	0,194651	0,037889
	22	1,520000	10	15,2000	0,496208	0,246222
	28	1,912500	8	15,3000	0,695778	0,484107
	31	1,930000	10	19,3000	0,623699	0,389000
	38	2,230000	10	22,3000	0,352924	0,124556
	TOTAL	1,602941	68	109,0000	0,579750	0,336111
FEstP	0	0,340000	10	3,40000	0,107497	0,011556
	6	0,670000	10	6,70000	0,067495	0,004556
	14	0,570000	10	5,70000	0,133749	0,017889
	22	0,630000	10	6,30000	0,125167	0,015667
	28	0,550000	8	4,40000	0,119523	0,014286
	31	0,430000	10	4,30000	0,163639	0,026778
	38	0,850000	10	8,50000	0,135401	0,018333
	TOTAL	0,577941	68	39,30000	0,196875	0,038760

Quadro VII.4 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros do teste de Compressão

Variáveis	Tempo de Conservação	Média	Nº de Obs.	Sum	Desvio padrão	Variância
F3C	0	24,95000	10	249,500	2,799305	7,83611
	6	28,92000	10	289,200	3,829070	14,66178
	14	25,30000	10	253,000	2,540779	6,45556
	22	21,81000	10	218,100	4,503196	20,27878
	28	18,95000	8	151,600	5,628753	31,68286
	31	20,70000	10	207,000	3,437376	11,81556
	38	17,30000	10	173,000	2,843707	8,08667
	TOTAL	22,66765	68	1541,400	5,184720	26,88133

Quadro VII.5 – Valores da análise ANOVA (Quadrado Mínimo, valores de *F* e *p*)

Variáveis	Quadrado Mínimo <i>F</i> <i>P</i>	Quadrado Mínimo do Erro	Graus de Liberdade	CV (%)
FMaxImp	64,3493 5,59162 0,00013	11,50816	61	10,51618
DefMaxImp	0,3738 8,57675 0,000001	0,04358	61	10,77212
DefPerImp	0,8529 12,51943 0,00000	0,06812	61	29,19064
EAbsImp	0,0001 17,78607 0,00000	0,00000	61	6,144347
TTImp	0,9913 3,70060 0,003351	0,26788	61	10,59157
FMaxMT	66,1315 7,94865 0,000002	8,31984	61	41,66446
DefMaxMT	14,1972 4,16037 0,001440	3,41249	61	47,86655
F3MT	43,4236 19,41810 0,00000	2,23624	61	13,77069
F8MT	50,5779 6,85949 0,000013	7,37342	61	56,59364
FMaxP	8,9922 7,33150 0,000006	1,22652	61	19,73561
DefMaxP	1,6686 8,13777 0,000002	0,20505	61	15,82619
FEstP	0,2740 17,53736 0,00000	0,01562	61	34,0649
F3C	159,5098 11,52869 0,00000	13,83590	61	22,87277

Quadro VII.6 – Valores das correlações entre os diversos parâmetros em estudo

	FmaxImp	DMaxImp	DPemim	EAbsorv	TTimp	FMaxMT	DefMaxM	F3MT	F8MT	FMaxP	DefMaxP	FEstP	F3C
FmaxImp	1	-0,89411	-0,69283	-0,55484	-0,88582	0,047201	0,065326	0,033177	-0,05361	-0,45112	-0,60646	-0,10254	0,747526
DMaxImp	-0,89411	1	0,766197	0,505225	0,859336	-0,00695	-0,10817	0,02247	0,08856	0,486496	0,591822	0,210343	-0,70781
DPemim	-0,69283	0,766197	1	0,872727	0,443461	0,100515	-0,27261	0,196169	0,162074	0,347863	0,469849	0,187428	-0,55313
EAbsorv	-0,55484	0,505225	0,872727	1	0,321315	0,190149	-0,36648	0,326107	0,249487	0,244179	0,424976	0,258918	-0,49282
TTimp	-0,88582	0,859336	0,443461	0,321315	1	-0,06434	-0,02023	-0,06326	0,069095	0,458692	0,620025	0,216664	-0,73783
FMaxMT	0,047201	-0,00695	0,100515	0,190149	-0,06434	1	-0,11303	0,811435	0,778578	0,042593	-0,04557	0,365382	0,17114
DefMaxM	0,065326	-0,10817	-0,27261	-0,36648	-0,02023	-0,11303	1	-0,3447	-0,04425	-0,0869	-0,07177	-0,08326	0,021135
F3MT	0,033177	0,02247	0,196169	0,326107	-0,06326	0,811435	-0,3447	1	0,754779	0,152849	-0,02408	0,48045	0,191399
F8MT	-0,05361	0,08856	0,162074	0,249487	0,069095	0,778578	-0,04425	0,754779	1	0,230025	0,059209	0,405376	0,092229
FMaxP	-0,45112	0,486496	0,347863	0,244179	0,458692	0,042593	-0,0869	0,152849	0,230025	1	0,830713	0,162364	-0,51809
DefMaxP	-0,60646	0,591822	0,469849	0,424976	0,620025	-0,04557	-0,07177	-0,02408	0,059209	0,830713	1	0,127419	-0,75184
FEstP	-0,10254	0,210343	0,187428	0,258918	0,216664	0,365382	-0,08326	0,48045	0,405376	0,162364	0,127419	1	-0,15775
F3C	0,747526	-0,70781	-0,55313	-0,49282	-0,73783	0,17114	0,021135	0,191399	0,092229	-0,51809	-0,75184	-0,15775	1

ANEXO VIII

Resultados da análise estatística do ensaio 7:

Estudo das características reológicas, químicas e físicas de frutos da cultivar Gustal com diferentes tempos de maturação, 28 DAA, 34 DAA e 41 DAA (Dias Após Antese), quando conservados em condições de frio

Quadro VIII.1 - Análise ANOVA (Quadrado Mínimo, valores de F e p) para os parâmetros mecânicos em relação ao “estado de maturação” e ao “tempo de conservação”

Variáveis	Quadrado Mínimo				Graus de Liberdade	Numero de observações	Cv (%)
	F		p				
	1 Dias após Antese	2 Dias de conservação	1x2 Interação	Quadrado Mínimo do Erro			
FMaxImp	596.425 25.00407 0.00	1003.047 42.05097 0.00	154.207 6.46486 0.00	23.85311	145	166	10.91
DefPerImp	2.142545 9.07984 0.0002	3.046109 12.90903 0.00	0.643119 2.72546 0.0024	0.235967	145	166	27,93
DefMaxImp	1.136710 11.61598 0.00002	2.482630 25.36986 0.00	0.547494 5.59481 0.00	0.097857	145	166	9,55
EAbsImp	0.000056 8.11722 0.00	0.000198 28.77386 0.00	0.000024 3.53834 0.00	0.000007	145	166	5.36
TTImp	4.35817 14.16550 0.00	10.86455 35.31340 0.00	2.51841 8.18568 0.00	0.307661	145	166	9.38
FMaxMT	240.3767 35.04213 0.00	216.0179 31.49110 0.00	67.4349 9.83067 0.00	6.859649	145	166	36.34
DefMaxMT	3.60899 1.14864 0.3199	25.30577 8.05408 0.00	4.04277 1.28669 0.23227	3.141980	145	166	29,28
F3MT	84.4792 31.09982 0.00	150.1519 55.27627 0.00	40.3952 14.87091 0.00	2.71639	145	166	31,01
F8MT	160.9494 33.39626 0.00	172.4208 35.77653 0.00	45.3266 9.40507 0.00	4.819383	145	166	36.99
FMaxP	45.64687 52.79955 0.00	8.67996 10.04007 0.00	1.24907 1.44479 0.15	0.864532	145	166	18.84
FEstP	2.434983 46.10055 0.00	0.715790 13.55176 0.00	0.138229 2.61704 0.00	0.052819	145	166	32.22
F3C	5.92908 16.55113 0.00	19.42381 54.22192 0.00	3.12981 8.73691 0.00	0.358228	145	166	20.31

Quadro VIII.2 - Análise ANOVA (Quadrado Mínimo, teste *F* e nível de significância) para os parâmetros químicos e físicos em relação ao “estado de maturação” e ao “tempo de conservação”

Variáveis	Quadrado Mínimo				Graus de Liberdade	Numero de observações	Cv (%)
	F p						
	1 Dias após Antese	2 Dias de conservação	1x2 Interação	Quadrado Mínimo do Erro			
Brix Total	37.80316 30.60918 0.00	3.44391 2.78853 0.02	1.44802 1.17246 0.32	1.235027	62	83	12.17
Brix Parcial	67.44387 32.81683 0.00	7.75854 3.77515 0.0029	2.40547 1.17045 0.3239	2.055161	62	83	12,95
Espessura da polpa	2.883062 25.97479 0.00	0.327764 2.95297 0.013	0.317623 2.86161 0.0034	0.110995	62	83	6,84
Diâmetro do fruto	9.490342 16.11985 0.00	1.997981 3.39368 0.01	0.652174 1.10775 0.37	0.588737	62	83	4.83
Comprimento do fruto	9,514404 11,85834 0,00	2,094203 2,61012 0,03	0,701308 0,87408 0,58	0,802339	62	83	5,47
Volume do fruto	810004.4 16.44193 0.00	250654.6 5.08793 0.00	37983.5 0.77101 0.68	49264.57	62	83	13.99
Peso específico	0,006720 6,875650 0,00	0,007638 7,815006 0,00	0,000771 0,789170 0,66	0,000977	59	80	3,25
Perda de peso	1193,393 14,3277 0,00	8885,087 106,6730 0,00	207,339 2,4893 0,00	83,29277	62	83	17,07
Avaliação sensorial geral	7941.285 10.16709 0.00009	1256.065 1.60812 0.1522	401.720 0.51431 0.901	781.0774	104	125	-

Quadro VIII.3 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros de Impacto Mecânico

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Força Máxima Impacto	28	0	54,283	8	6,8544	46,983
	28	3	53,084	8	2,6552	7,050
	28	8	53,068	8	2,3076	5,325
	28	15	45,677	8	3,3516	11,233
	28	21	34,346	6	4,7512	22,574
	28	27	30,905	8	8,2735	68,450
	28	31	34,574	8	9,0634	82,145
	34	0	49,214	8	6,7038	44,941
	34	3	53,881	8	2,9667	8,801
	34	8	54,647	8	4,2443	18,014
	34	15	40,282	8	4,0937	16,758
	34	21	41,735	8	2,5368	6,435
	34	27	43,232	8	2,7980	7,829
	34	31	42,653	8	4,4224	19,558
	41	0	48,587	8	4,9165	24,172
	41	3	40,685	8	5,6313	31,712
	41	8	44,273	8	5,0221	25,222
	41	15	37,273	8	3,1745	10,077
	41	21	32,846	8	4,2938	18,437
	41	27	37,278	8	1,4415	2,078
41	31	39,147	8	4,7704	22,757	
Deformação Máxima de Impacto	28	0	1,8559	8	0,2063	0,0425
	28	3	1,8466	8	0,0480	0,0023
	28	8	1,8458	8	0,0882	0,0078
	28	15	2,1524	8	0,1126	0,0127
	28	21	2,7380	6	0,2488	0,0619
	28	27	3,1873	8	0,9811	0,9626
	28	31	2,9190	8	0,6827	0,4661
	34	0	1,9994	8	0,2184	0,0477
	34	3	1,7998	8	0,1036	0,0107
	34	8	1,8343	8	0,1457	0,0212
	34	15	2,3474	8	0,2233	0,0498
	34	21	2,3260	8	0,1169	0,0137
	34	27	2,2906	8	0,1394	0,0194
	34	31	2,1835	8	0,2391	0,0572
	41	0	2,0056	8	0,1828	0,0334
	41	3	2,2436	8	0,2697	0,0727
	41	8	2,1026	8	0,1597	0,0255
	41	15	2,5304	8	0,1688	0,0285
	41	21	2,7570	8	0,2148	0,0461
	41	27	2,5386	8	0,1115	0,0124
41	31	2,3070	8	0,2245	0,0504	

Continuação de quadro VIII.3

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Deformação Permanente de Impacto	28	0	0,7304	8	0,3610	0,1303
	28	3	0,7506	8	0,1978	0,0391
	28	8	0,6494	8	0,0851	0,0072
	28	15	1,1566	8	0,4042	0,1633
	28	21	1,7875	6	0,3363	0,1131
	28	27	2,1323	8	1,6196	2,6232
	28	31	2,0043	8	1,0429	1,0876
	34	0	0,7571	8	0,1755	0,0308
	34	3	0,6230	8	0,1287	0,0166
	34	8	0,6338	8	0,1621	0,0263
	34	15	1,0803	8	0,2713	0,0736
	34	21	1,1861	8	0,2193	0,0481
	34	27	1,1174	8	0,2376	0,0565
	34	31	0,9993	8	0,2317	0,0537
	41	0	0,7845	8	0,1976	0,0390
	41	3	0,8390	8	0,1855	0,0344
	41	8	0,9485	8	0,2404	0,0578
	41	15	1,1234	8	0,2733	0,0747
	41	21	1,6125	8	0,3367	0,1133
	41	27	1,2958	8	0,3065	0,0940
	41	31	1,0278	8	0,1939	0,0376
Energia Absorvida de Impacto	28	0	0,0414	8	0,0047	0,000022
	28	3	0,0433	8	0,0025	0,000006
	28	8	0,0401	8	0,0021	0,000004
	28	15	0,0470	8	0,0040	0,000016
	28	21	0,0515	6	0,0016	0,000003
	28	27	0,0494	8	0,0044	0,000019
	28	31	0,0501	8	0,0035	0,000012
	34	0	0,0423	8	0,0027	0,000007
	34	3	0,0407	8	0,0007	0,000001
	34	8	0,0408	8	0,0020	0,000004
	34	15	0,0460	8	0,0021	0,000004
	34	21	0,0463	8	0,0015	0,000002
	34	27	0,0464	8	0,0024	0,000006
	34	31	0,0464	8	0,0024	0,000006
	41	0	0,0425	8	0,0019	0,000004
	41	30	0,0426	8	0,0016	0,000003
	41	8	0,0445	8	0,0027	0,000007
	41	15	0,0450	8	0,0017	0,000003
	41	21	0,0479	8	0,0019	0,000004
	41	27	0,0464	8	0,0031	0,000009
	41	31	0,0450	8	0,0014	0,000002
Tempo Total de Impacto	28	0	3,9625	8	0,3583	0,1284
	28	3	4,0375	8	0,1408	0,0198
	28	8	3,9875	8	0,1808	0,0327
	28	15	4,5750	8	0,3196	0,1021
	28	21	6,2333	6	0,8595	0,7387
	28	27	6,6125	8	1,0371	1,0755
	28	31	6,2250	8	1,2476	1,5564
	34	0	4,4250	8	0,5800	0,3364
	34	3	3,9500	8	0,1927	0,0371
	34	8	3,9250	8	0,2493	0,0621
	34	15	5,2625	8	0,5975	0,3570
	34	21	4,9375	8	0,4033	0,1627
	34	27	4,9750	8	0,4496	0,2021
	34	31	4,9875	8	0,6402	0,4098
	41	0	4,3750	8	0,3240	0,1050
	41	3	5,0750	8	0,6319	0,3993
	41	8	4,6000	8	0,4071	0,1657
	41	15	5,5875	8	0,3682	0,1355
	41	21	5,8125	8	0,3871	0,1498
	41	27	5,4250	8	0,2315	0,0536
	41	31	5,1625	8	0,5951	0,3541

Quadro VIII.4 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros avaliados no teste de Penetração de Magness-Taylor

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Força Máxima de Magness-Taylor	28	0	8,900	8	4,2909	18,411
	28	3	13,063	8	6,6736	44,537
	28	8	7,600	8	1,3774	1,897
	28	15	12,750	8	5,5562	30,871
	28	21	1,635	6	0,7718	0,596
	28	27	3,007	8	1,1046	1,220
	28	31	1,451	8	0,6691	0,448
	34	0	4,350	8	1,6742	2,803
	34	3	8,313	8	2,9701	8,821
	34	8	12,950	8	2,2728	5,166
	34	15	5,838	8	4,6519	21,640
	34	21	3,888	8	0,7736	0,598
	34	27	1,495	8	0,7079	0,501
	34	31	1,106	8	0,5590	0,312
	41	0	4,750	8	0,7874	0,620
	41	3	2,838	8	0,9650	0,931
	41	8	3,100	8	0,9040	0,817
	41	15	3,625	8	1,0780	1,162
	41	21	3,950	8	0,9304	0,866
	41	27	0,749	8	0,1614	0,026
41	31	0,481	8	0,1364	0,019	
Deformação Máxima de Magness-Taylor	28	0	4,8875	8	1,2541	1,5727
	28	3	4,6875	8	1,5959	2,5470
	28	8	5,8500	8	1,5062	2,2686
	28	15	5,6750	8	1,5276	2,3336
	28	21	6,5167	6	1,2719	1,6177
	28	27	9,0375	8	2,3506	5,5255
	28	31	6,1250	8	1,9322	3,7336
	34	0	5,4375	8	1,5491	2,3998
	34	3	5,4750	8	1,9528	3,8136
	34	8	5,2875	8	1,3778	1,8984
	34	15	5,4625	8	1,1513	1,3255
	34	21	6,2500	8	1,5427	2,3800
	34	27	7,9875	8	2,6030	6,7755
	34	31	4,8875	8	1,1077	1,2270
	41	0	5,3875	8	1,6771	2,8127
	41	3	6,6375	8	1,6843	2,8370
	41	8	4,8625	8	1,9478	3,7941
	41	15	5,4625	8	2,1797	4,7512
	41	21	4,7750	8	0,9223	0,8507
	41	27	7,3375	8	2,6715	7,1370
41	31	4,7250	8	1,9862	3,9450	

Continuação de quadro VIII.4

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Força a 3mm no teste de Magness-Taylor	28	0	6,900	8	3,1126	9,689
	28	3	10,113	8	2,7607	7,621
	28	8	6,425	8	1,3509	1,825
	28	15	7,925	8	4,1482	17,208
	28	21	0,692	6	0,1143	0,013
	28	27	0,633	8	0,3221	0,104
	28	31	0,661	8	0,1636	0,027
	34	0	3,325	8	1,3813	1,908
	34	3	7,325	8	2,4300	5,905
	34	8	9,938	8	1,8654	3,480
	34	15	3,588	8	2,1577	4,656
	34	21	3,288	8	0,8871	0,787
	34	27	0,968	8	0,2207	0,049
	34	31	0,736	8	0,2801	0,078
	41	0	4,263	8	0,8618	0,743
	41	3	2,200	8	0,5555	0,309
	41	8	2,750	8	0,8435	0,711
	41	15	3,038	8	0,7708	0,594
	41	21	3,450	8	0,7329	0,537
	41	27	0,553	8	0,0892	0,008
41	31	0,445	8	0,1460	0,021	
Força a 8mm no teste de Magness-Taylor	28	0	7,813	8	3,8706	14,981
	28	3	11,025	8	5,5371	30,659
	28	8	6,863	8	0,9054	0,820
	28	15	10,225	8	3,3868	11,471
	28	21	1,503	6	0,8348	0,697
	28	27	2,279	8	0,9284	0,862
	28	31	1,296	8	0,7049	0,497
	34	0	3,675	8	1,4675	2,154
	34	3	7,825	8	2,9436	8,665
	34	8	11,425	8	1,8499	3,422
	34	15	5,475	8	4,5336	20,554
	34	21	3,513	8	0,7846	0,616
	34	27	1,248	8	0,6273	0,394
	34	31	0,932	8	0,4433	0,196
	41	0	4,438	8	0,9023	0,814
	41	3	2,650	8	0,8864	0,786
	41	8	2,900	8	0,7801	0,609
	41	15	3,325	8	1,0964	1,202
	41	21	3,325	8	0,7778	0,605
	41	27	0,644	8	0,0949	0,009
41	31	0,425	8	0,1345	0,018	

Quadro VIII.5 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros avaliados no teste de Punção

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Força Máxima de Punção	28	0	5,2750	8	0,9513	0,9050
	28	3	5,4250	8	0,7479	0,5593
	28	8	5,0875	8	0,5643	0,3184
	28	15	4,8375	8	0,5902	0,3484
	28	21	6,4833	6	0,7195	0,5177
	28	27	5,9750	8	1,0593	1,1221
	28	31	5,9875	8	0,8823	0,7784
	34	0	4,4250	8	0,7942	0,6307
	34	3	4,8125	8	0,7240	0,5241
	34	8	5,1125	8	0,9920	0,9841
	34	15	4,3000	8	0,6392	0,4086
	34	21	5,0500	8	0,6761	0,4571
	34	27	6,2875	8	1,0776	1,1612
	34	31	5,9875	8	0,6468	0,4184
	41	0	3,7250	8	1,1145	1,2421
	41	3	3,2250	8	0,7440	0,5536
	41	8	3,7500	8	1,0254	1,0514
	41	15	3,1750	8	0,5776	0,3336
	41	21	3,2750	8	0,8137	0,6621
	41	27	4,8875	8	1,8067	3,2641
41	31	4,7875	8	1,3474	1,8155	
Deformação de Punção	28	0	1,0875	8	0,2031	0,0413
	28	3	1,0375	8	0,1685	0,0284
	28	8	1,0750	8	0,2605	0,0679
	28	15	1,3375	8	0,2134	0,0455
	28	21	2,6333	6	0,5680	0,3227
	28	27	2,5875	8	1,4779	2,1841
	28	31	2,7250	8	1,2859	1,6536
	34	0	1,0250	8	0,0886	0,0079
	34	3	1,0500	8	0,1195	0,0143
	34	8	0,9250	8	0,1488	0,0221
	34	15	1,2875	8	0,1959	0,0384
	34	21	1,4125	8	0,2295	0,0527
	34	27	1,7750	8	0,1832	0,0336
	34	31	1,6250	8	0,3732	0,1393
	41	0	0,8625	8	0,2066	0,0427
	41	3	0,9125	8	0,1885	0,0355
	41	8	0,9500	8	0,1604	0,0257
	41	15	1,1250	8	0,1581	0,0250
	41	21	1,1625	8	0,2875	0,0827
	41	27	1,4375	8	0,3068	0,0941
41	31	1,2625	8	0,3021	0,0913	
Força Estável de Punção	28	0	0,5625	8	0,3114	0,0970
	28	3	0,7750	8	0,1035	0,0107
	28	8	0,8125	8	0,1727	0,0298
	28	15	0,9250	8	0,2315	0,0536
	28	21	0,7500	6	0,3209	0,1030
	28	27	0,8250	8	0,1282	0,0164
	28	31	0,9875	8	0,1458	0,0212
	34	0	0,4500	8	0,2268	0,0514
	34	3	0,7000	8	0,1512	0,0229
	34	8	0,9875	8	0,3907	0,1527
	34	15	0,6250	8	0,3370	0,1136
	34	21	0,4000	8	0,1604	0,0257
	34	27	0,9375	8	0,2446	0,0598
	34	31	0,9875	8	0,3643	0,1327
	41	0	0,3500	8	0,1069	0,0114
	41	3	0,1875	8	0,0354	0,0013
	41	8	0,4250	8	0,1035	0,0107
	41	15	0,2750	8	0,1035	0,0107
	41	21	0,2250	8	0,0463	0,0021
	41	27	0,6875	8	0,2532	0,0641
41	31	0,7125	8	0,3643	0,1327	

Quadro VIII.6 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância dos parâmetros avaliados no teste de Compressão

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Força a 3mm de Deformação	28	0	4,6750	8	0,6840	0,4679
	28	3	3,4375	8	0,5083	0,2584
	28	8	4,5163	8	0,4202	0,1766
	28	15	3,2550	8	0,7967	0,6348
	28	21	1,3083	6	0,2478	0,0614
	28	27	1,4275	8	0,6193	0,3836
	28	31	1,3738	8	0,7473	0,5584
	34	0	4,0500	8	1,1940	1,4257
	34	3	4,2125	8	0,5636	0,3177
	34	8	4,5763	8	0,5710	0,3260
	34	15	2,7300	8	0,5895	0,3475
	34	21	2,6788	8	0,5224	0,2729
	34	27	2,7750	8	0,5657	0,3200
	34	31	2,6875	8	0,5083	0,2584
	41	0	3,8500	8	0,6969	0,4857
	41	3	2,6663	8	0,3476	0,1208
	41	8	3,2875	8	0,6136	0,3766
	41	15	2,3088	8	0,5078	0,2579
	41	21	2,1050	8	0,2166	0,0469
	41	27	2,6825	8	0,2240	0,0502
41	31	2,6525	8	0,5391	0,2906	

Quadro VIII.7 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância de diversos parâmetros físicos

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Perda de Peso	28	0	0,000	8	0,000	0,00
	28	3	13,675	8	2,259	5,11
	28	8	27,750	8	1,865	3,48
	28	15	34,850	8	8,286	68,65
	28	21	61,067	6	18,999	360,98
	28	27	93,550	8	23,078	532,59
	28	31	77,500	8	5,834	34,04
	34	0	0,000	8	0,000	0,00
	34	3	10,900	8	1,712	2,93
	34	8	20,150	8	2,955	8,73
	34	15	33,050	8	12,539	157,23
	34	21	44,525	8	7,752	60,09
	34	27	60,700	8	7,041	49,58
	34	31	64,675	8	2,337	5,46
	41	0	0,000	8	0,000	0,00
	41	3	8,775	8	1,314	1,73
	41	8	18,600	8	1,460	2,13
	41	15	37,300	8	11,742	137,89
	41	21	40,875	8	8,843	78,19
	41	27	59,350	8	6,176	38,14
41	31	58,225	8	5,628	31,67	
Espessura de Polpa	28	0	4,1000	8	0,1069	0,0114
	28	3	3,6500	8	0,1927	0,0371
	28	8	4,4750	8	0,1581	0,0250
	28	15	3,9250	8	0,2866	0,0821
	28	21	3,4667	6	0,4590	0,2107
	28	27	3,5000	8	0,2726	0,0743
	28	31	3,8500	8	0,6990	0,4886
	34	0	4,2250	8	0,0886	0,0079
	34	3	4,1000	8	0,1690	0,0286
	34	8	4,1500	8	0,1773	0,0314
	34	15	3,9250	8	0,2550	0,0650
	34	21	4,3750	8	0,3151	0,0993
	34	27	4,1750	8	0,1389	0,0193
	34	31	4,0500	8	0,4175	0,1743
	41	0	4,8500	8	0,2449	0,0600
	41	3	5,0250	8	0,3059	0,0936
	41	8	4,4250	8	0,3576	0,1279
	41	15	4,2000	8	0,2390	0,0571
	41	21	4,3500	8	0,3423	0,1171
	41	27	4,2750	8	0,3495	0,1221
41	31	4,3750	8	0,3059	0,0936	

Quadro VIII.8 - Valores de: média, desvio-padrão, número de observações e variância da avaliação dos Sólidos Solúveis

Variáveis	Dias de Antese	Dias de Conservação	Média	Nº de Observações	Desvio-Padrão	Variância
Brix Parcial	28	0	8,075	8	1,2268	1,5050
	28	3	7,150	8	0,1604	0,0257
	28	8	8,475	8	0,3327	0,1107
	28	15	8,475	8	1,2314	1,5164
	28	21	7,100	6	0,9423	0,8880
	28	27	6,000	8	1,0226	1,0457
	28	31	6,775	8	0,4803	0,2307
	34	0	10,525	8	1,1145	1,2421
	34	3	9,200	8	0,6928	0,4800
	34	8	8,500	8	1,4061	1,9771
	34	15	10,325	8	1,7227	2,9679
	34	21	10,550	8	1,4432	2,0829
	34	27	8,000	8	1,2581	1,5829
	34	31	8,550	8	1,1526	1,3286
	41	0	10,725	8	2,0218	4,0879
	41	3	11,975	8	1,1222	1,2593
	41	8	9,850	8	1,4609	2,1343
	41	15	10,800	8	1,6613	2,7600
	41	21	11,650	8	2,4384	5,9457
	41	27	10,000	8	1,7452	3,0457
41	31	8,850	8	0,6655	0,4429	
Brix Total	28	0	7,0000	8	1,2558	1,5771
	28	3	5,8250	8	0,1581	0,0250
	28	8	7,2250	8	0,3412	0,1164
	28	15	6,9750	8	0,7906	0,6250
	28	21	6,1667	6	0,4926	0,2427
	28	27	5,3750	8	1,0403	1,0821
	28	31	6,3250	8	0,4027	0,1621
	34	0	8,3250	8	1,2948	1,6764
	34	3	8,0250	8	0,7344	0,5393
	34	8	6,8500	8	1,1576	1,3400
	34	15	8,1250	8	1,2792	1,6364
	34	21	8,4250	8	1,1647	1,3564
	34	27	6,8000	8	0,8685	0,7543
	34	31	7,5500	8	0,9212	0,8486
	41	0	8,9250	8	1,4762	2,1793
	41	3	9,7000	8	0,8350	0,6971
	41	8	8,2250	8	1,1068	1,2250
	41	15	9,0000	8	0,9885	0,9771
	41	21	9,8250	8	1,8538	3,4364
	41	27	7,9750	8	1,0754	1,1564
41	31	7,6750	8	0,5418	0,2936	



