

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Faculdade de Engenharia Agrícola

*“Conservação de cerejas (Prunus avium L.), cv.  
Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis.”*

Celso Duarte Carvalho Filho

Campinas, SP  
Dezembro de 2000

# UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Agrícola  
FEAGRI

*“Conservação de cerejas (Prunus avium L.), cv.  
Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis.”*

**Por**  
**Celso Duarte Carvalho Filho**  
(Engenheiro Agrônomo)

Orientador: Prof. Dr. Sylvio Luís Honório  
(Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP)

Orientador Associado: Prof. Dr. José Moure Gil  
(Universidad Pública de Navarra – UPNA)

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, área de concentração em Pré-Processamento de Produtos Agropecuários.

Campinas, SP  
Dezembro, 2000.

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Sylvio Luís Honório (Orientador)

Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Josalba Vidigal de Castro

Prof. Dr. José Fernando Durigan

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Hilary Castle de Menezes

Prof. Dr. Inácio Maria Dal Fabbro

Campinas, 15 de Dezembro de 2000.

*Dedico este trabalho a toda minha família  
e, em especial, à minha esposa por ter suportado  
mais esta jornada de muita luta e sacrifícios.*

## AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao professor, orientador e amigo Sylvio Luís Honório pela dedicação, confiança e credibilidade depositada em cada etapa do trabalho.
- Ao Prof. Moure Gil da Universidad Pública de Navarra pela participação ativa em todo o processo da realização deste valioso intercâmbio técnico – cultural.
- À Prof<sup>a</sup> Carmen Jarén, da Universidad Pública de Navarra, pela ajuda e orientação nas provas de impacto, punção da epiderme e compressão dos frutos.
- As “chicas” dos laboratórios de Tecnologia de Alimentos da UPNA pela participação nas análises sensoriais.
- Aos colegas e amigos Luiz Otávio e Ricardo Gomes pelo inesquecível apoio, incentivo e companheirismo que recebi em todos os momentos difíceis e decisivos do trabalho.
- À amiga Ana Paula, da FEAGRI, pela sua alegria, competência e apoio (mesmo à distância) nas questões burocráticas finais.
- Aos amigos inesquecíveis de Campinas, em especial aos vizinhos do Edifício Gardênia, que ajudaram-nos a minimizar o sofrimento da distância de casa.
- Um agradecimento especial ao casal/irmão Jacy e Alice e as sobrinhas Patrícia e Letícia, pelos momentos de alegria, apoio e pela amizade especial e eterna a quem fomos, felizmente, vítimas deste encontro.
- Ao compadre Rosélio e à comadre Carmen pelo empréstimo do equipamento de informática num momento muito importante da elaboração da tese.
- Um agradecimento especial à minha irmã Ângela que com seu incentivo e orientação ajudou-me de forma decisiva a seguir esta longa jornada de formação.

- Mais uma vez agradeço ao Prof. Miguel Fascio da UFBA por ter cumprido mais esta etapa de formação acadêmica, na qual ele foi o principal incentivador
- À Colaflex, em nome do Engenheiro Eduardo, pela doação da emulsão de cera de carnaúba que foi utilizada neste trabalho.
- À UNEB pelo apoio dispensado, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.
- À Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI/UNICAMP pela oportunidade de participar do Programa de Doutorado com Estágio no Exterior PDEE-CAPES.
- À Universidad Pública de Navarra – UPNA pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho em parceria com a FEAGRI/UNICAMP.
- À CAPES pelo apoio financeiro e logístico que possibilitou a realização deste estudo.

# SUMÁRIO

Capa .....	ii
Banca Examinadora .....	iii
Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	v
Sumário .....	vii
Lista de Figuras .....	x
Lista de Tabelas .....	xiii
Resumo .....	xiv
Abstract.....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>03</b>
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	03
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>04</b>
3.1. QUALIDADE EM FRUTOS.....	04
3.2. NORMAS DE QUALIDADE PARA CEREJAS .....	07
3.3 CEREJA ( <i>Prunus avium</i> L.) .....	09
3.3.1. A cereja na Comunidade Européia e na Espanha .....	09
3.3.2. Cultivares .....	10
3.3.3. Composição .....	11
3.3.4. Armazenagem .....	12
3.4. CONSERVAÇÃO DE FRUTOS .....	12
3.4.1. Armazenamento frigorificado.....	13
3.4.2. Armazenamento em atmosfera modificada (AM).....	13
3.5. PARÂMETROS DE QUALIDADE .....	16
3.5.1. Cor.....	16
3.5.2. Conteúdo de açúcares.....	19
3.5.3. Conteúdo de ácidos.....	19
3.5.4. Textura.....	20

3.5.4.1. Mudanças na estrutura celular durante a maturação .....	20
3.5.4.2. Ensaios usados para a medição de propriedades mecânicas.....	21
3.6. RECICLAGEM DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ALIMENTOS .....	23
3.7. COBERTURAS OU FILMES COMESTÍVEIS.....	25
3.7.1. Materiais usados para formar filmes comestíveis .....	28
Polissarídios.....	28
Proteínas .....	29
Lipídios .....	33
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
4.1. FRUTOS .....	36
4.2. EXPERIMENTOS .....	37
4.3. CONDICIONAMENTO NAS CÂMARAS FRIGORIFICADAS.....	42
4.4. ANÁLISE DA COR DA EPIDERME.....	43
4.5. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO .....	44
4.6. DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL.....	44
4.7. DETERMINAÇÃO DO pH.....	45
4.8. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	45
4.9. ÍNDICE DE DETERIORAÇÃO.....	45
4.10. ENSAIOS DE IMPACTOS MECÂNICOS.....	46
4.11. PUNÇÃO DA EPIDERME.....	49
4.12. RESISTÊNCIA DOS FRUTOS À COMPRESSÃO.....	50
4.13. AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	51

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
5.1. ENSAIO 1 .....	53
5.1.1. Impactos mecânicos .....	54
5.1.2. Acidez total titulável e pH .....	59
5.1.3. Sólidos solúveis totais .....	62
5.1.4. Relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável .....	63
5.1.5. Perda de peso.....	64
5.1.6. Cor .....	66
5.1.6.1. Índice de cor .....	69
5.1.7. Análise sensorial.....	70
5.1.8. Punção da epiderme.....	76
5.1.9. Compressão dos frutos.....	78
5.1.10. Índice de deterioração .....	79
5.2. ENSAIO 2 .....	82
5.2.1. Impactos mecânicos .....	82
5.2.2. Sólidos solúveis totais .....	86
5.2.3. Acidez total titulável e pH .....	87
5.2.4. Relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável .....	89
5.2.5. Perda de peso.....	89
5.2.6. Punção da epiderme.....	91
5.2.7. Compressão dos frutos.....	92
5.2.8. Cor .....	94
5.2.9. Índice de deterioração .....	95
5.2.10. Aspecto geral .....	96
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>102</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>103</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema para implantação do ensaio 1 .....	40
Figura 2 - Esquema para implantação do ensaio 2 .....	41
Figura 3 – Aspecto geral das cerejas ‘Ambrunés’ depois da imersão na emulsão de cera de carnaúba .....	42
Figura 4 - Detalhe das bandejas de OPS usadas para armazenar as cerejas ‘Ambrunés’ .....	43
Figura 5 - Equipamento de simulação de impacto usado nas cerejas ‘Ambrunés’ .....	48
Figura 6 - Equipamento usado nos ensaios de punção da epiderme das cerejas ‘Ambrunés’ .....	49
Figura 7 - Equipamento usado nos ensaios de compressão de cerejas ‘Ambrunés’ .....	50
Figura 8 - Escala de variação da cor vermelha preparada para a análise sensorial.....	52
Figura 9 – Evolução da acidez total titulável (ATT) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 1).....	61
Figura 10 - Evolução do pH de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 1).....	61
Figura 11 - Evolução dos sólidos solúveis totais (°Brix) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 1).....	63
Figura 12 - Perda de peso de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 1) .....	65
Figura 13 – Evolução do índice de cor (IC) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 1).....	70
Figura 14 – Resultado da análise sensorial de cerejas ‘Ambrunés’ no 15º dia de conservação (Ensaio 1).....	74

Figura 15 – Resultado da análise sensorial de cerejas ‘Ambrunés’ no 30º dia de conservação (Ensaio 1).....	74
Figura 16 – Resultado da análise sensorial de cerejas ‘Ambrunés’ no 45º dia de conservação (Ensaio 1).....	75
Figura 17 – Resultado da análise sensorial de cerejas ‘Ambrunés’ no 52º dia de conservação (Ensaio 1).....	75
Figura 18 – Evolução da força máxima de punção (FMP) na epiderme de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) (Ensaio 1).....	77
Figura 19 – Evolução da força máxima de compressão (FMC) na epiderme de cerejas Ambrunés durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ /90-95 % U.R.) (Ensaio 1).....	78
Figura 20 – Detalhe da lesão causada pela retirada do pedúnculo de cerejas ‘Ambrunés’ .....	81
Figura 21 – Área lesionada de uma cereja ‘Ambrunés’ controle com início de contaminação fúngica .....	81
Figura 22 – Evolução da força máxima de impacto (FMI) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) (Ensaio 2).....	83
Figura 23 – Evolução da deformação máxima de impacto (DMI) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % U.R.) – (Ensaio 2) .....	83
Figura 24 – Evolução da deformação permanente de impacto (DPI) em cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 2) .....	84
Figura 25 – Evolução da duração de impacto (DI) em cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) – (Ensaio 2).....	86
Figura 26 – Evolução dos sólidos solúveis totais (°Brix) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) –(Ensaio 2).....	87
Figura 27 – Evolução da acidez total titulável (ATT) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) (Ensaio 2).....	88

Figura 28 – Evolução do pH de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) –(Ensaio 2).....	88
Figura 29 – Evolução da perda de peso de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) –(Ensaio 2).....	90
Figura 30 – Evolução da força máxima de punção (FMP) em cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) (Ensaio 2).....	92
Figura 31 – Evolução da força máxima de compressão (FMC) em cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) (Ensaio 2).....	93
Figura 32 – Evolução do índice de cor (IC) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R.) (Ensaio 2).....	95
Figura 33 – Comparação entre cerejas ‘Ambrunés’ cobertas com emulsão de CERA (A) e cobertas com QUITOSAN (B), onde se mostra as lesões na epiderme (picado) .....	98

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução da força máxima de impacto (N) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	55
Tabela 2 - Evolução da deformação máxima de impacto (mm) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	56
Tabela 3 - Evolução da deformação permanente de impacto (mm) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	57
Tabela 4 - Evolução da duração do impacto (ms.) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	58
Tabela 5 – Coeficientes de correlação entre os parâmetros de simulação de impactos aplicados em cerejas ‘Ambrunés’ e os tratamentos aplicados (Ensaio 1) ...	59
Tabela 6 – Relação entre sólidos solúveis totais / acidez total titulável de cerejas “Ambrunés” durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	64
Tabela 7 – Valores do parâmetro L* (luminosidade) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	68
Tabela 8 – Valores de a* (componente de cor verde-vermelho) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	68
Tabela 9 – Valores do parâmetro b* (componente de cor azul-amarelo) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1) .....	69
Tabela 10 – Índice de deterioração de cerejas ‘Ambrunés’ armazenadas a $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R. – (Ensaio 1) .....	80
Tabela 11 – Coeficientes de correlação dos parâmetros de simulação de impactos aplicados em cerejas ‘Ambrunés’ e seus tratamentos (Ensaio 2) .....	85
Tabela 12 – Relação entre sólidos solúveis totais / acidez total titulável de cerejas “Ambrunés” (Ensaio 2) .....	89
Tabela 13 – Índice de deterioração de cerejas ‘Ambrunés’ armazenadas a $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ / 90-95 % de U.R. – (Ensaio 2) .....	96

## RESUMO

*“Conservação de cerejas (Prunus avium L.), cv. Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis.”*

No presente trabalho se estudou o efeito de três diferentes coberturas comestíveis: zeína, emulsão de cera de carnaúba e quitosan no amadurecimento e conservação de cerejas (*Prunus avium* L.) cv. Ambrunés, armazenadas a  $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , 90-95% U.R. Diferentes parâmetros físicos, químicos e alguns fatores de qualidade, tais como cor, aspecto, sabor e textura foram utilizados para avaliar a influência das coberturas na aceitação pelos consumidores. A pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo que na primeira foram comparados frutos cobertos com películas à base de zeína, emulsão de cera de carnaúba e frutos sem coberturas (controle). Observou-se que as coberturas à base de zeína apresentaram os piores resultados nos parâmetros físicos e químicos estudados e registraram altos índices de rejeição na análise sensorial, pois além de provocar uma aceleração no processo de amadurecimento dos frutos, ela deixou os frutos totalmente fora de padrão com relação a cor e aspecto. A conservação das cerejas também foi severamente afetada por esta cobertura, pois com a desordem fisiológica provocada em epiderme, os frutos apresentaram índices de contaminação fúngica a partir do 24º dia de conservação, finalizando o trabalho com uma perda de qualidade em torno de 30% no final dos 45 dias. Os frutos cobertos com a emulsão à base de cera de carnaúba apresentaram os melhores valores dos parâmetros físicos e químicos aqui estudados e sua qualidade e preferência foi mantida até o 52º dia de conservação, registrando apenas 2% de deterioração. Na tentativa de reduzir a influência da contaminação fúngica no tempo de estocagem das cerejas, na segunda etapa foi utilizada uma cobertura comestível, quitosan, que é referenciada como inibidora do crescimento de fungos, que foi comparada com a emulsão de cera de carnaúba usada na primeira etapa. Os resultados mostraram que a emulsão de cera foi ligeiramente superior na maioria dos parâmetros físicos e químicos e não apresentou diferenças significativas no índice de deterioração em relação aos frutos cobertos com quitosan no período final de 42 dias de conservação. Entretanto, foi notado que os frutos cobertos com quitosan apresentaram um aspecto atípico em relação aos cobertos com a emulsão de cera e, apesar de não ter sido realizado a análise sensorial, mostraram a superfície totalmente “picada” e ligeiramente enrugada.

Palavras chave: cereja, conservação, coberturas comestíveis

## ABSTRACT

“Storage of fresh Ambrunés cherries (*Prunus avium* L.) using edible coatings”

In this work it was evaluated the effect of three different edible coatings: corn-zein, carnauba wax and chitosan, on the ripening and conservation of fresh Ambrunes cherries (*Prunus avium* L.) stored at  $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  and 90-95% r.h. It was evaluated physical and chemical parameters and some quality indices such as color, appearance, taste and texture were used to evaluate the influence of the coatings on consumer acceptance. First of all zein and carnauba wax coated cherries were compared with non coated ones. Zein coated fruits showed the worst results with respect to the physical and chemical parameters and the highest rejection level in the sensory evaluation. Zein coating stimulated ripening and left the fruits out of color and appearance standards. The epidermis of the zein coated cherries showed fungal contamination after 24 days of conservation, leading to a 30% quality loss after 45 days storage period. On the other hand, the carnauba wax coated cherries showed the best results for the physical and chemical parameters, and consumer acceptance was maintained up to the 52<sup>o</sup> day of conservation, with a 2% quality loss. The second comparison tested chitosan, as a coating and fungal growth inhibitor, the carnauba wax. The results showed that the carnauba wax coated cherries were physically and chemically superior to the chitosan coated fruits, and no significant differences were observed between the decay indices of both coatings, after 42 days of conservation. However, the chitosan coated fruits showed an atypical fruit epidermis surface appearance as compared to the carnauba wax coated ones. No sensorial evaluation was performed on the chitosan coated fruits, and the fruit surface was slightly wilted and appeared to have been pricked.

Key words: cherries, storage, edible coatings

# 1. INTRODUÇÃO

Frutos frescos são importantes na dieta humana, não somente do ponto de vista nutricional, mas pelo seu sabor, aroma, textura e aparência, pois promovem uma importante satisfação psicológica e estética durante seu consumo.

O consumo de frutos *in natura*, seja na forma de saladas ou sobremesas, pode ser aumentado se sua vida de armazenagem for prolongada. As técnicas mais usadas na conservação dos frutos e hortaliças utilizam a refrigeração, com temperatura e umidade relativa controladas, como principal método responsável pelo retardamento no processo de amadurecimento destes produtos, aliado a outras tecnologias, como atmosfera controlada (AC) e atmosfera modificada (AM). A soma destas técnicas pode ajudar no planejamento da produção, a controlar o estoque a ser comercializado e garantir a oferta de produtos com qualidade durante o período além safra. Entretanto, são técnicas que requerem grandes investimentos em equipamentos e edificações, além de exigir alto padrão tecnológico para seu uso.

Nos últimos tempos tem-se verificado aumento significativo no interesse dos produtores, comerciantes e consumidores pela qualidade dos produtos agrícolas. A procura por produtos atrativos, seguros e nutritivos se converteu numa das mais importantes estratégias de vendas e de agregação de valores a estes produtos. Estudos recentes têm demonstrado que as maiores preocupações dos consumidores modernos estão voltadas ao consumo de alimentos que contenham o mínimo de aditivos químicos na sua composição; em diminuir o tempo de preparo dos alimentos, através do uso de frutos e hortaliças minimamente processados; e em gerar o mínimo de resíduos sólidos no descarte de suas embalagens.

A aplicação de coberturas comestíveis em frutos e hortaliças como uma alternativa ecológica em substituição a alguns polímeros sintéticos, vem despertando grande interesse de pesquisadores e consumidores, pois além das funções de proteção das condições adversas do ambiente que podem ocorrer durante o armazenamento,

estas coberturas podem ajudar na proteção contra danos mecânicos e contaminação microbiana e na diminuição de resíduos, pois são comestíveis. Existe ainda a possibilidade destas coberturas adquirirem importância maior que a epiderme original dos frutos, como, por exemplo, quando as mesmas são enriquecidas com vitaminas, agentes antimicrobianos ou pela natureza de sua composição, como nas coberturas à base de proteínas.

Além do uso das coberturas comestíveis em frutos e hortaliças frescas, várias pesquisas têm sido feitas para avaliar seu potencial de uso na proteção de produtos minimamente processados, pois os mesmos tendem a reduzir o tempo de vida de armazenamento devido às mudanças fisiológicas ocasionadas pelos danos provocados aos seus tecidos vivos durante o beneficiamento. Para frutos muito sensíveis, as coberturas comestíveis desempenham funções de proteção de extrema importância, entretanto, a existência de poucos trabalhos de pesquisa revela a carência de inovações na conservação destes produtos. Como exemplo, pode-se citar as cerejas (*Prunus avium* L.) que são frutos , muito sensíveis aos danos mecânicos, que apresentam um período de safra curto e que precisam de novos estudos que viabilizem aumento da sua vida de armazenamento. Até o início desta pesquisa, nenhum trabalho, usando coberturas comestíveis na conservação de cerejas, havia sido encontrado.

Para o Brasil, que tem dimensões continentais e com enorme potencial agrícola, as perdas na produção e após a colheita de certos frutos tropicais e hortaliças são bastante significativas. Grande parte destas perdas ocorre devido à falta de condições adequadas de armazenamento, dificuldade no escoamento das mercadorias das regiões produtoras, baixa qualidade inicial dos produtos e/ou manuseio inadequado até que o produto chegue ao consumidor final. Técnicas inovadoras de conservação pós-colheita que garantam a qualidade, segurança e a durabilidade destes produtos sempre despertarão interesse de empresas, consumidores e comunidade científica, principalmente se sua aplicação puder proporcionar expansão do mercado para os produtos brasileiros em nível nacional e internacional.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a qualidade de cerejas (cv. Ambrunés) cobertas com diferentes películas comestíveis e armazenadas em ambiente com temperatura controlada.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Avaliar as implicações organolépticas provocadas pelas coberturas comestíveis durante o tempo de armazenamento das cerejas.
- Avaliar a influência das coberturas comestíveis nos principais parâmetros de qualidade dos frutos
- Comparar o desempenho dos três tipos de coberturas comestíveis aplicadas nas cerejas.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. QUALIDADE EM FRUTOS

Qualidade é um conceito universalmente aceito e de difícil definição, sendo o consumidor considerado como o principal elemento para sua avaliação. Várias tentativas em definir qualidade têm sido expressadas como: adequação ao uso, a EOQC (European Organization for Quality Control) a define como “a totalidade de características e aspectos de um produto ou serviço em que se baseia sua aptidão para satisfazer uma necessidade determinada” ou “qualidade é conformidade”, ou seja, o produto ou serviço é conforme os requisitos do cliente (CORTÉS PEREZ, 1991). No caso de frutos e hortaliças, pode-se citar como exemplo a seguinte definição: “as qualidades dos frutos e hortaliças estão determinadas pelo equilíbrio ótimo de suas características organolépticas” (HERNÁNDEZ *et al.*, 1996).

Definir qualidade para produtos hortifrutícolas é uma tarefa quase impossível. Além da não existência de um conjunto de normas de qualidade universais, pois cada país tem sua própria tendência de consumo que depende de fatores locais, não existe meios para padronizar uma produção agrícola. O caracter vivo do produto, com seu ciclo de formação, crescimento, amadurecimento e morte, além da instabilidade de fatores climáticos, impedem sua padronização no mesmo ciclo produtivo e, principalmente, através dos anos (CORTÉS PEREZ, 1991; WILLS *et al.*, 1984).

A determinação de alguns fatores básicos é, normalmente, usada para tentar caracterizar a dita qualidade dos produtos hortifrutícolas, tais como: tamanho, forma, peso, cor, sabor, textura, aroma, ausência de defeitos e materiais estranhos (CHEN e SUN, 1989). Entretanto, devem também ser consideradas outras características importantes, como a adequação das variedades às operações de colheita, transporte e transformação, pois as perdas e danos resultantes de manipulação inadequada durante

tudo processo produtivo podem gerar descarte de até 80% do produto (RUIZ-ALTISENT, 1988; WILLS *et al.*, 1984).

Segundo Thiault, citado por JARÉN (1994) a noção subjetiva da qualidade de frutos e hortaliças pode ser dividida em diferentes aspectos:

a) Qualidade produtiva

Refere-se aos aspectos específicos afetos aos produtores, onde o mais importante é a resposta qualitativa que as espécies ou variedades expressarão quando forem submetidos aos fatores de produção, às facilidades ou dificuldades nas práticas culturais, o comportamento produtivo ao longo do tempo e a sensibilidade ou resistência contra pragas e doenças. A avaliação final por parte do produtor se faz comparando os custos produtivos com seus respectivos preços finais de venda (JUAN DELHOM, 1986b).

b) Qualidade de serviço

Este conceito pode ser dividido em três aspectos parciais (JUAN DELHOM, 1986b):

b.1) Qualidade comercial – Está baseada no aspecto e na apresentação do produto (cor, ausência ou presença de pedúnculos, defeitos superficiais, calibre e embalagem). É a adequação do fruto a uma normalização preestabelecida.

b.2) Qualidade de uso – Entende-se como a capacidade do fruto em suportar os processos de colheita, manipulação, transporte e conservação. Quanto maior for esta qualidade, menores serão as perdas econômicas.

b.3) Qualidade tecnológica – Adequado para transformação industrial do produto.

c) Qualidade de satisfação

O ato de consumir é um ato complexo, pois existe a influência de aspectos racionais e industriais (JARÉN, 1994). Segundo Juan Delhom (1986b) esta satisfação tem dois aspectos:

c.1) Qualidade organoléptica - Pode-se definir como o conjunto das propriedades de um produto que atuam no estímulo a diversos receptores sensoriais afetados antes, durante e depois do consumo. Na percepção sensorial atuam praticamente os cinco sentidos do ser humano, onde o ouvido, o menos importante, limitad-se aos casos de frutos crocantes (JARÉN, 1994). A qualidade organoléptica pode ser reagrupada em quatro grupos segundo os sentidos:

Qualidades visuais dos frutos – refere-se principalmente a cor e aparência. Os consumidores associam as mudanças de cor, que ocorrem durante o processo de maturação, com a intensidade de sabor doce e com outros atributos desejados, influenciando assim em suas decisões de compra. Da mesma maneira, frutos e hortaliças com formas defeituosas têm escassa aceitação por esses consumidores (WILLS *et al.*, 1984).

Qualidades tácteis – Dependem da textura celular e da dureza. A dureza geralmente pode ser percebida através da manipulação do fruto pelas mãos ou na mastigação, onde os dentes, a língua e o palato detectam tanto a resistência mecânica dos tecidos como o movimento da massa pelo interior da cavidade bucal (JUAN DELHOM, 1986b).

Qualidades olfativas – O perfume ou aroma emitidos pelos frutos resultam numa complexa mistura de vários componentes voláteis. Este aroma está caracterizado pelas substâncias emitidas no momento da mastigação que, ao destruir-se as células liberam seu conteúdo. Estas substâncias voláteis, que por via retronasal chegam ao nariz, têm percepção simultânea e complementariam o gosto, formando uma unidade inseparável. Os aromas aparecem geralmente no início da maturação dos frutos e uma colheita precoce pode prejudicar a síntese destas substâncias (JUAN DELHOM, 1986b).

Qualidades gustativas – O sabor é percebido pela língua e é uma mistura das quatro sensações gustativas fundamentais: doce, salgado, ácido e amargo (WILLS *et al.*, 1984). Nos frutos existem três grupos de substâncias responsáveis pelo sabor: os taninos, os açúcares e os ácidos. Estão presentes nos frutos verdes e, em condições normais, carecem de interesse. Os açúcares são mais importantes, e os de maior

interesse são a glicose, frutose e sacarose. Durante a maturação o fruto se enriquece em açúcares simples e solúveis. O fruto contém um conjunto de ácidos orgânicos (málico, succínico, cítrico láctico, etc.) que diminuem com a evolução do processo de amadurecimento dos frutos e a qualidade destes exige tanto níveis altos de ácidos e açúcares como uma relação adequada entre os mesmos, já que em caso contrário o sabor dos frutos fica desequilibrado (JUAN DELHOM, 1986b).

#### d) Qualidade dietética

Está determinada em seu valor nutritivo e aspecto higiênico.

d.1) Qualidade nutritiva – Refere-se tanto a sua aportação de unidades nutritivas básicas como em seu aspecto terapêutico. Os frutos e as hortaliças fornecem vários nutrientes importantes para a dieta dos humanos e que estão relacionados com outros fatores de qualidade destes produtos. Um dos principais nutrientes dos produtos hortifrutícolas é a vitamina C, que se destacam como fonte natural exclusiva para a maioria dos seres humanos (WILLS *et al.*, 1984; GRAELL *et al.*, 1989).

d.2) Qualidade higiênica – Refere-se a presença de substâncias que podem ser consideradas como prejudiciais à saúde, como as provenientes de uma contaminação acidental qualquer, ou resíduos de tratamentos fitossanitários e as substâncias produzidas por microrganismos, como as micotoxinas (JUAN DELHOM, 1986b).

Resumindo, pode-se dizer que, apesar da qualidade ser um tema rico e complexo em sua definição, sua essência constitui uma unidade bastante útil na ajuda da determinação de aspectos importantes para os produtos hortifrutícolas, como o ponto de colheita, a capacidade de conservação pós-colheita e na avaliação de seu valor de mercado.

### 3.2. NORMAS DE QUALIDADE PARA CEREJAS

A heterogeneidade no grau de maturação é um dos principais problemas de qualidade que apresentam as cerejas frescas na hora da comercialização, pois em uma mesma caixa pode-se observar frutos com estados diferentes de coloração, maturação e características organolépticas. As cerejas devem amadurecer na árvore, pois se a colheita for realizada quando a fruto estiver excessivamente “verde”, não alcançará suas características ótimas. Por outro lado, se estas forem colhidas quando estiverem amadurecidas, não serão capazes de suportar a manipulação e o transporte, afetando a textura e o início de uma possível deterioração (BERTÓ, CANET e ORIHVEL, 1995; BERNALTE, HERNÁNDEZ e GERVASINI, 1999). Os índices de qualidade mais estudados em cereja são: cor, firmeza, índice de refração, tamanho e peso (KAPPEL, FISHER-FLEMING e HOGUE, 1996; BERTÓ, CANET e ORIHVEL, 1995; DRAKE e FELLMAN, 1987).

As normas que atualmente regulam as qualidades dos frutos e hortaliças na Espanha definem muito pouca coisa: basicamente calibre e ausência de danos (RUIZ-ALTISENT e VALERO, 1998). As Normas de Qualidades para cerejas publicada pelo Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, da Espanha (MAPA, 1991), definem as seguintes disposições relativas à qualidade de cerejas frescas destinadas ao consumidor:

Características mínimas que devem apresentar em todas as categorias:

- Inteiras; sem danos mecânicos ou feridas.
- Firmes e com aspecto fresco; sem sintomas de perda de consistência.
- Sãs; sem apresentar ataques de insetos ou fungos, sem cicatrizes produzidas por fenômenos de crescimento ou climatológicos e sem apresentar queimaduras pelo sol.
- Limpas; isentas de materiais estranhos.
- Isentas de aromas e sabores estranhos.
- Isentas de umidade exterior.

- Providas de pedúnculo, exceto as variedades em que se desprendem de modo natural ao serem colhidas.

As cerejas devem estar suficientemente desenvolvidas e apresentarem amadurecimento que permita suportar o transporte, a manipulação e as condições de conservação até o lugar de destino. Ainda relativa a disposições de qualidade da referida norma, uma classificação em quatro categorias é proposta para as cerejas: extra, I, II e III.

Existem também disposições com respeito a:

- Calibre
- Tolerâncias:     - de qualidade  
                          - de calibre
- Apresentação: - homogeneidade  
                          - acondicionamento
- Especificação do produto:
  - identificação do embalador ou expedidor
  - natureza do produto (variedade)
  - origem do produto (país, região ou denominação de origem)
  - categoria
  - marca oficial de controle (facultativa)

Como se pode observar, as normas oficiais de qualidades de frutos e hortaliças deixam muito a desejar em relação ao aumento significativo do interesse por parte dos produtores, comercializadores e consumidores por uma garantia de qualidade destes produtos. Nos tempos atuais, a diferenciação destes produtos se converte em uma das mais potentes estratégias comerciais na hora de aplicar uma política de preços (BARREIRO e RUIZ-ALTISENT, 1996).

### 3.3. CEREJA (*Prunus avium* L.)

### 3.3.1. A cereja na Comunidade Europeia e na Espanha

Praticamente todos os países da Comunidade Europeia (C.E.) têm produção mais ou menos importante de cereja. Segundo dados oficiais de 1995, somente a Alemanha, Itália, França e Espanha produzem 85% das 600.000ton./ano colhidas na C.E. (GELLA, 1992; GOMIS *et al.*, 1998).

A Alemanha é o segundo produtor mundial e o primeiro europeu, e grande parte da cereja produzida na Alemanha é cereja ácida destinada à indústria. Em contra partida, é considerado o país que importa as maiores quantidades da C.E., chegando a 20.000ton./ano (GELLA, 1992; GOMIS *et al.*, 1998; GELLA, 1994).

Os maiores exportadores da C.E. são, por ordem, Itália, França e Grécia. A Espanha exporta mais de 10.000ton. de cerejas a países europeus, o que significa 17,5% de sua produção total, que em 1995 chegou a 57.000ton. (MAPA,1991). A superfície ocupada pelas cerejas na Espanha é de aproximadamente 27.843 hectares. Na distribuição por comunidades pode-se notar que Extremadura e Aragón abrangem mais de 50% do total da superfície plantada de cereja na Espanha e são responsáveis por quase 43% da produção nacional (GOMIS *et al.*, 1998). O interesse pelo cultivo da cereja em muitas zonas da Espanha vem aumentando a cada ano, deixando de ser considerado um fruto típico de cultivos caseiros para ocuparem grandes áreas. A seleção e introdução de variedades com características de melhor aceitação, como maior calibre, cor mais atrativa e ampla escala de maturação, além da adoção de alta tecnologia no cultivo e nos tratos culturais, tem mantido o interesse crescente dos produtores na expansão das áreas de cultivo (GELLA, 1992; GOMIS *et al.*, 1998).

### 3.3.2. Cultivares

Pertencentes à divisão Espermatófitas, subdivisão Angiospermas, classe Dicotiledôneas, subclasse Rósidas, ordem Rosales, família Rosáceas, subfamília Prunoideas, gênero *Prunus*, as espécies mais importantes cultivadas na Espanha são *Prunus avium* L. e *Prunus cerasus* L. Geralmente são cultivadas em zonas de clima

temperado, são espécies caducifólias, com flores hermafroditas e os frutos são do tipo drupa monocarpelar, indeiscente, e que apresentam exocarpo fino, endocarpo muito duro e mesocarpo sucoso, carnoso e doce, que constitui o motivo do seu cultivo (CARRAMIÑANA, 1987; AGUSTÍ, 1999).

Distintas cultivares de cereja estão sendo cultivadas em diversas regiões da Espanha, dentre elas destacam,-se: *Garrafal ou Burlat, Napoleon, Ramon Oliva, Pico Negro, Pico Colorado, Mollar, Ambrunés* e outras. Segundo dados do MAPA (1991) esta última apresenta frutos com boa resistência a manipulação e geralmente são comercializados sem o pedúnculo (tipo picota), pois devido a atuação de ácidos orgânicos na inserção destes com os frutos, os mesmos desprendem-se facilmente na hora da colheita. Possuem polpa de consistência crocante, sabor doce e refrescante, cor vinhosa, suco abundante, polpa aderida a semente. Período de comercialização na Espanha: junho-julho.

### 3.3.3. Composição

As principais características e propriedades dos frutos dependem, em grande parte, da sua composição química. Com relação aos açúcares, nas drupas predominam a glicose e frutose, e nas cerejas o conteúdo de glicose, frutose e sacarose são 4,7%, 7,24% e 0,63%, respectivamente (CARRAMIÑANA, 1987). Como em todos os frutos, o conteúdo de compostos nitrogenados das cerejas é baixo, não podendo, assim, ser considerada como fonte rica em proteínas. Poucas vitaminas ocorrem nas cerejas: riboflavina, tiamina, niacina e ácido ascórbico. Todos em concentrações muito baixas (DRAKE, 1991). Já com relação aos ácidos, existe uma predominância do ácido málico nestes frutos, representando 90-95% dos ácidos totais. Este ácido é usado para indicar a acidez total das cerejas (CARRAMIÑANA, 1987).

A coloração, usada em combinação com sólidos solúveis e textura, é provavelmente, o melhor indicador de maturidade usado para classificar a qualidade das cerejas de aceitáveis pelos consumidores. A cereja quando amadurece,

praticamente perde toda clorofila, dando lugar a uma cor vermelha rica em antocianinas. Esta mudança de cor constitui um índice para fixar a época de colheita e a degradação da cor vermelha serve como parâmetro para estabelecer o tempo de conservação (CARRAMIÑANA, 1987).

#### 3.3.4. Armazenagem

O período de armazenamento de cerejas está diretamente relacionado com temperatura e umidade relativa. Geralmente se utiliza temperatura na faixa de -1 a 0°C para manter a qualidade dos frutos e reduzir o crescimento de fungos (COUEY *et al.*, 1974; DRAKE, 1991). Cerejas refrigeradas imediatamente após a colheita mantêm a qualidade por, no mínimo, cinco dias a mais que os frutos refrigerados somente no dia seguinte à colheita. Uma diferença de 15°C na temperatura da cereja, durante seu armazenamento, resulta numa redução de até dois dias na sua vida de armazenagem, além da taxa respiratória ficar cerca de oito vezes maior quando armazenadas a 0°C (DRAKE, 1991). Segundo Salunkhe e Desai (1986) cerejas armazenadas à temperatura na faixa de 0,6 a 1,1°C e umidade relativa entre 90-95%, terão vida de armazenamento de apenas 2 a 3 semanas, por se tratarem de frutos altamente sensíveis.

Outro fator muito importante usado para se determinar a vida de armazenamento das cerejas é a perda de peso. A transpiração e a perda de peso estão diretamente relacionadas com a umidade relativa e temperatura do ambiente de armazenamento. A perda de água em cerejas afeta a sua firmeza, cor e aparência, tornando-as inaceitáveis para o consumo. A umidade relativa recomendada para cerejas está na faixa de 80-90% (COUEY *et al.*, 1974; DRAKE, 1991).

### 3.4. CONSERVAÇÃO DE FRUTOS

A temperatura de conservação e a atmosfera ao redor do produto são os principais fatores que afetam a evolução da maturação pós-colheita dos frutos, pois

regulam a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos que estão diretamente associados a estes fatores.

#### 3.4.1. Armazenamento frigorificado

A comercialização da maioria dos vegetais frescos pode ser prolongada pelo armazenamento imediato dos mesmos, através da utilização de condições adequadas, que permitam a redução no metabolismo normal, sem alterar a fisiologia do produto. Estas condições ideais variam para cada produto e correspondem às condições nas quais estes produtos podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo sem perder seus atributos de qualidade, como sabor, aroma, textura, cor e conteúdo de umidade. Os recursos mais utilizados para prolongar o tempo de armazenamento de frutos e hortaliças frescas têm sido a combinação de baixas temperaturas com o controle da umidade relativa em câmaras frigorificadas. Este tipo de armazenamento ajuda a retardar o amadurecimento e a conservar as características naturais dos produtos (WILLS *et. al.*, 1984; CHITARRA e CHITARRA, 1990).

#### 3.4.2. Armazenamento em atmosfera modificada (AM)

Armazenar frutos e hortaliças frescas requer o conhecimento dos mecanismos fisiológicos que interagem simultaneamente com fatores do ambiente devido à continuidade do metabolismo existente nos tecidos vivos, tais como: evaporação ou transpiração, respiração, distúrbios fisiológicos e desenvolvimento de microrganismos que possam contribuir para sua deterioração. Dentre os processos considerados como complementos para os procedimentos de refrigeração, que podem ser usados durante o transporte, armazenamento temporário ou prolongado dos produtos perecíveis destinados ao consumo *in natura* ou para processamento, está a atmosfera modificada (AM) (SARANTÓPOULOS e SOLER, 1988).

Para a obtenção de atmosferas modificadas para frutos e hortaliças, geralmente são utilizados filmes sintéticos (ex: polietileno de baixa densidade- PEBD, cloreto de

polivinila- PVC, polipropileno – PP, poliestireno – PS ou bandejas termoformadas de compostos laminados). O volume de ar retido nas embalagens formadas por estes filmes tem seu conteúdo de  $O_2$  reduzido com o passar do tempo. Essa diminuição do  $O_2$  provoca a redução no metabolismo respiratório, retardando o amadurecimento, a senescência, a perda de clorofila e de peso e as demais alterações que possam comprometer a qualidade inicial do produto (SARANTÓPOULOS e SOLER, 1988). A composição da atmosfera interna ao redor do produto irá depender da característica de permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto. Em outras palavras, os filmes devem permitir a entrada de  $O_2$  para dentro da embalagem na mesma velocidade em que é consumido pela respiração, e o mesmo deve ocorrer com a saída de  $CO_2$  da embalagem em relação ao que é produzido pelo produto, pois seu acúmulo poderá provocar distúrbios fisiológicos através da respiração anaeróbia (SARANTÓPOULOS *et al.*, 1996). No caso dos frutos e hortaliças, a presença do  $O_2$  é fundamental para que a respiração aeróbia continue ocorrendo, assim como o amadurecimento. Entretanto, baixas concentrações de  $O_2$  são desejadas para que se reduza a taxa respiratória (oxidação dos substratos), retarde o amadurecimento, se prolongue vida útil do produto, se retarde a decomposição da clorofila e se reduza a produção de  $C_2H_4$ , pois o excesso do mesmo pode ser responsável por problemas de sabor, aroma e textura (SARANTÓPOULOS e SOLER, 1988). Níveis reduzidos de  $O_2$ , abaixo de 8%, diminuem a produção de  $C_2H_4$  em frutos e hortaliças frescos e reduzem sua sensibilidade ao mesmo. A produção e ação deste gás são dependentes de  $O_2$ , e o  $CO_2$ , apesar de não afetar diretamente a sua síntese, tem efeito competitivo com o  $C_2H_4$  no seu sítio de ligação, por ser um análogo estrutural (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Embalagens com AM também ajudam a manter valores elevados de umidade relativa no seu interior, o que pode ser vantajoso pela diminuição da perda de peso do produto, mas pode provocar condensação de gases na superfície interna da embalagem e estimular o desenvolvimento microbiano (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Este

sistema de embalagem, quando comparado com o armazenamento simples em câmaras frias ou com atmosfera controlada, apresentam algumas vantagens: a) possibilita a comercialização de produtos de alta qualidade; b) a embalagem é definitiva até o mercado varejista; c) confere boa apresentação do produto; d) reduz o manuseio e a distribuição de produtos inadequados para venda; e) diminui as perdas na estocagem e f) permite maiores oportunidades para o desenvolvimento e diferenciação de produtos. Algumas desvantagens são apresentadas por este sistema, tais como: a) custo adicional com embalagens, e equipamentos usados no fechamento das embalagens e misturas gasosas; b) exige otimização na operação do sistema de selagem e requer um controle rigoroso da temperatura desde a armazenagem dos produtos até o distribuidor final; c) necessita de alta especificidade das misturas gasosas e dos filmes sintéticos usados para cada tipo de produto e a difícil biodegradabilidade dos componentes que compõem as embalagens, gerando resíduos sólidos ao serem descartados (SARANTÓPOULOS e SOLER, 1988).

Resultados dos estudos realizados por MEHERIUK *et al.* (1995), utilizando cerejas da variedade “Lampins” embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade de 0,038mm de espessura, com uma atmosfera contendo 5% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub> e 90% N<sub>2</sub>, e mantida a 0°C, indicaram que o período de conservação foi de 4 a 6 semanas (avaliadas pelos seguintes parâmetros de qualidade: cor, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável e análise sensorial). Decorrido este período, os frutos começaram a apresentar sinais de contaminação fúngica e sua aceitabilidade foi reduzida pela metade. Utilizando cerejas da variedade “Burlat”, Del Río *et al* (1998) estudaram o efeito de uma atmosfera enriquecida com 10% de CO<sub>2</sub>, usando sacos de polietileno de 0,070mm de espessura, simulando três períodos de conservação: 3 dias a 20°C (comercialização direta); 5 dias a 5°C, mais 1 dia a 20°C (transporte e comercialização), e 10 dias a 1°C, mais 5 dias a 5°C, mais 1 dia a 20°C (armazenamento + transporte + comercialização). Através da determinação da cor, firmeza, índice de deterioração, conteúdo de etanol e análise sensorial, concluiu-se que os períodos de conservação, 10 dias a 1°C mais 5 dias a 5°C,

ou 5 dias a 5°C mais 1 dia a 20°C, foram os que melhor mantiveram a qualidade comercial aceitável.

### 3.5. PARÂMETROS DE QUALIDADE

A diferenciação dos produtos hortifrutícolas se converteu em uma das mais potentes estratégias comerciais na hora de aplicar a política de preços. Baseado neste fato, cada dia novos produtores, comerciantes e consumidores estão interessados em conhecer as formas para avaliar e produzir produtos com qualidades. Os parâmetros de diferenciação se tornam cada vez mais complexos e, no caso de frutos e hortaliças, não somente a cor, o calibre ou os sólidos solúveis podem ser considerados suficientes nesta determinação, pois as variáveis de textura ganham a cada dia maior importância como indicadores de qualidade e de resistência a danos mecânicos durante a colheita, manipulação e transporte até o consumidor (BARRERO e RUIZ-ALTISENT, 1996).

#### 3.5.1. Cor

A cor é uma questão de percepção e sua interpretação verbal torna-se muito subjetiva. Para denominar a mesma cor, diferentes pessoas podem basear-se em referências diferentes e a sua expressão através das palavras se torna complicada e inexata. A cor do fruto é um parâmetro utilizado como índice de maturidade e qualidade, ainda que, sob o ponto de vista nutricional não seja importante. Em determinados mercados, uma cereja muito vermelha tem mais aceitação que outra que não apresente estas características. Métodos como cartas de cores, catálogos fotográficos ou outros sistemas de comparação visual são muito utilizados para classificar frutos, mas são considerados passíveis da subjetividade de quem os usa. A medição objetiva da cor pode ser feita mediante a utilização de radiação visível (400 – 700nm) que é a mais diretamente relacionada com a percepção humana. Geralmente em trabalhos de pesquisa, o emprego de colorímetros permite avaliar a cor de forma

simples e reprodutível, e os aparelhos mais usados são os de triestímulos (HERNÁNDEZ *et al.*, 1996; RUIZ ALTISENT, 1986).

Através de vários intentos por parte da comunidade científica, alguns sistemas numéricos de representação foram criados para eliminar a subjetividade na percepção da cor. Todos eles usam três coordenadas, mas diferem em seu significado, devido a aplicação para que foram criados. Os sistemas mais comuns são (VALERO e RUIZ ALTISENT, 1998; VOSS, 1992):

- RGB (*red, green e blue*) – Como seu nome indica, expressam a quantidade de pigmento que tem a amostra destas três cores primárias. É o sistema usado em muitas câmaras digitais pela natureza de seus sensores óticos.

- Lab CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) – Na década de 70 esta comissão estabeleceu um sistema de coordenadas numéricas para localizar individualmente as cores através de um “sólido de cores”, baseado em uma representação geométrica tridimensional. Três elementos caracterizam este sólido: a cor ou *tono*, que são as cores que se percebem e se expressam na linguagem diária (se localiza por fora e ao redor do centro das coordenadas deste sólido), *claridade* ou *value*, que é a luminosidade das cores (eixo vertical onde os valores aumentam para cima e diminuem para baixo) e a *saturação* ou *chroma*, que é a intensidade ou pureza da cor (eixo horizontal onde as cores próximas ao centro do sólido são mais apagadas). Quando uma cor é determinada por este sistema, a claridade é denominada de  $L^*$  ( $L=100$  = branco e  $L=0$  = negro), enquanto a cor (tono) e a saturação (chroma) são expressados pelos eixos  $a^*$  e  $b^*$  conjuntamente, sendo  $a^*$  a coordenada vermelho-verde ( $a^*$  mais negativa = mais verde e  $a^*$  mais positiva = mais vermelha) e  $b^*$  a coordenada azul-amarelo (de forma análoga,  $b^*$  mais negativo = mais azul e  $b^*$  mais positivo = mais amarelo).

- XYZ – É um sistema muito mais teórico, baseado em conceitos físicos do espectro luminoso e, portanto, de interpretação mais difícil. De forma aproximada, Y indica a luminosidade, Z o nível de azul e X o nível de vermelho.

O desaparecimento da cor verde para a maioria dos frutos (conhecida também como cor de fundo) é o principal fator de representação da cor como sinal do amadurecimento. Inicialmente se produz uma perda gradual da clorofila (cor verde escuro) até alcançar uma tonalidade mais clara e em alguns produtos há mudança para pigmentos amarelos (carotenos e xantofilas), vermelhos (antocianinas) ou púrpuras. A evolução da cor de fundo é muito influenciada por fatores nutricionais, climáticos e culturais. Se a determinação da cor de fundo for realizada manualmente ou sobre uma parte do fruto, deve-se tomar cuidado para que não seja nem a zona do fruto orientada para o interior da planta nem a que está diretamente voltada para o sol (WILLS *et al.*, 1984). Em certos casos, um bom indicador da maturidade é o desenvolvimento da cor típica, ou seja, é uma cor adicional sobreposta à cor de fundo, como é o caso de algumas variedades de maçãs que são rajadas de vermelho (JUAN DELHOM, 1986<sup>a</sup>). No caso de certos frutos tropicais, como o mamão, a cor da epiderme constitui um valioso guia com respeito a sua maturidade comercial e o produtor pode estabelecer um balanço entre vantagens e inconvenientes na hora da colheita. Para outros frutos tropicais a cor externa não pode ser considerada como índice de maturidade, como no caso do abacaxi que pode estar amadurecido e sua casca permanece verde (WILLS *et al.*, 1984).

No caso das cerejas vários pesquisadores têm utilizado a determinação da cor da epiderme como um dos principais parâmetros de qualidade e de maturidade destes frutos. Estas análises têm sido feitas usando no sistema CIE  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  e sua determinação através de colorímetros (BERTÓ, CANET e ORIHVEL, 1995; BARRETT e GONZALEZ, 1994; HERNÁNDEZ *et al.*, 1996; BERNALTE e HERNÁNDEZ, 1999; GIRARD e KOPP, 1998; DRAKE e FELLMAN, 1987; ALONSO *et al.*, 1996). Diferentes autores propuseram fórmulas a partir dos três parâmetros básicos de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) com a finalidade de avalia-los conjuntamente. Estes índices de cor podem ser utilizados para melhor expressar as mudanças da cor no decorrer da maturação e conservação dos frutos. BARRETT e GONZALEZ (1994)

usaram um índice de  $b^*/a^*$  para cerejas da variedade “Burlat” e “Roya Anne”, enquanto HERNÁNDEZ *et al.* (1996) usaram o seguinte índice para as variedades “Van” e “Ambrunes”:  $IC = 1000 \times a^*/L^* + b^*$ .

### 3.5.2. Conteúdo de açúcares

Os açúcares juntamente com a acidez, constituem o componente principal do sabor dos frutos. No decorrer do processo de amadurecimento, o conteúdo de açúcares totais vai aumentando até o momento da colheita do fruto. A sacarose é o açúcar que mais influencia nas propriedades organolépticas e uma vez que o fruto é separado da árvore, seu teor aumenta ligeiramente para logo diminuir durante o período de conservação. A glicose também diminui e a frutose aumenta. Paralelamente, o amido se degrada e libera açúcares mais simples. Os métodos de dosagem de açúcares mais usados são os de açúcares totais e os de açúcares redutores (VALERO e RUIZ ALTISENT, 1998).

### 3.5.3. Conteúdo de ácidos

A acidez é o outro fator fundamental que afeta o sabor. O fruto contém diferentes ácidos orgânicos livres ou em forma de nutrientes, sendo o mais abundante em maçãs e cerejas o ácido málico, em laranjas e limões o ácido cítrico e vários outros. Os ácidos se degradam rapidamente depois da colheita se o fruto for mantido à temperatura ambiente. Este decréscimo pode ser retardado pelo uso do frio ou com atmosferas controladas. A relação entre açúcares e ácidos é muito importante na caracterização das variedades dos frutos e sua evolução, em geral, é inversa em respectivas concentrações: enquanto os açúcares aumentam com o amadurecimento, os ácidos diminuem. Por este fato, vários índices de qualidade foram propostos na tentativa de explicar o efeito dos ácidos e açúcares no sabor dos frutos. O método de medição mais usado é o da acidez titulável, através da neutralização química de todos os ácidos livres presentes no suco do fruto com uma solução padronizada de NaOH

(0,1N). Esta acidez titulável normalmente se expressa em miliequivalentes por litro, ou também em gramas/litro do ácido orgânico dominante ou em porcentagem (g ácido/100g de suco ou ml ácido /100ml de suco), que podem ser convertidos em meq/l mediante massa molecular do ácido correspondente e sua valência (VALERO e RUIZ ALTISENT, 1998).

#### 3.5.4. Textura

A textura é um dos fatores que mais influem na qualidade dos alimentos e na sua aceitabilidade, junto com seu aroma, sabor e aspecto, chegando, inclusive, a ser motivo de descarte independentemente das outras características sensoriais que apresente este produto (SÁNCHEZ, 1996; GUERRERO, 1993). Segundo GUERRERO (1993), a textura dos alimentos é uma característica multidimensional formada pelo conjunto de sensações tácteis, visuais e auditivas. Pode-se definir como uma manifestação sensorial da estrutura de um alimento e a forma com que se reaciona às forças aplicadas. De uma forma mais simples, é o conjunto de sensações físico-mecânicas percebidas durante a manipulação e mastigação do alimento. MOHSENIN (1989) estimou que dos 350 termos descritivos associados à qualidade dos alimentos, 25% se referem à qualidade conhecida como textura, que pode ser descrita como: dureza (*hardness*), maciez (*softness*), quebradiça (*brittleness ou crispness*), firmeza (*firmness*), amadurecimento (*ripeness*), resistência (*toughness*), pegajosidade (*stickiness*), gomosidade (*guminess*), fibrosidade (*fibrousness*), suavidade (*blandness*), mastigabilidade (*chewiness*), sucosidade (*juiciness*), esponjosidade (*flabbiness*), grumosidade (*lumpiness*), oleosidade (*oiliness*), arenosidade (*grittiness*) e outros. A textura no alimento inclui estes termos descritivos e outros tais como elasticidade, plasticidade, viscosidade etc., que são conceitos fisicamente bem definidos com unidades absolutas.

##### **3.5.4.1. Mudanças na estrutura celular durante a maturação**

A matéria comestível dos frutos e hortaliças é composta principalmente de células do parênquima. A diferença das outras células é que estas são formadas de estruturas relativamente simples (carboidratos) e se encontram cimentadas como uma camada amorfa externa à parede celular primária, chamada de lamela média ou camada interlaminar, sendo considerada a responsável pela integridade dos tecidos vegetais. Esta zona está composta por sais de cálcio e de polímeros de ácido galacturônico que se encontram parcialmente esterificados com metanol, conhecidos como material péctico (MIRANDA e GONZALEZ, 1993). Nos frutos “verdes”, o material péctico se encontra principalmente na forma de ácido poligalacturônico parcialmente esterificado e de alto peso molecular (protopectina), insolúvel em água e que promove grande resistência ao tecido. Quando o fruto vai amadurecendo, o comprimento da cadeia polimérica diminui formando uma pectina solúvel em água e pouco resistente quando comparada com a protopectina, provocando assim, diminuição na rigidez do fruto (MIRANDA e GONZALEZ, 1993; WILLS *et al.*, 1984; CORREA, 1992; CHITARRA e CHITARRA, 1990). PANTASTICO (1975) considera que as mudanças na espessura das paredes celulares, na permeabilidade do plasmalena e na proporção de espaços da parede celular, contribuem para o amolecimento dos tecidos vegetais, considerando-os como o primeiro sinal da maturação. No caso das cerejas foram atribuídos valores de 0,2 – 0,5 % de pectina (base seca) (MIRANDA e GONZALEZ, 1993), entretanto, não foi comentado em que estadio de desenvolvimento ou maturação estavam os frutos.

#### **3.5.4.2. Ensaio usado para a medição de propriedades mecânicas**

Segundo BARRERO e RUIZ-ALTISENT (1996), as medições instrumentais das propriedades mecânicas/reológicas se caracterizam pelo seu caráter de destrutivas ou não destrutivas e pela velocidade de deformação aplicada durante o ensaio, sendo os mais utilizados:

- Penetração do fruto - Também conhecido como *Magness-Taylor* é um método destrutivo quase estático através do qual se estabelece a firmeza dos frutos como a

força de penetração (N) necessária para introduzir um bastão cilíndrico na polpa do fruto a uma determinada velocidade e profundidade.

- Compressão do fruto – Este método permite determinar a resistência à compressão do material ( $N/m^2$ ), é quase estático e só é considerado destrutivo quando se alcança o ponto de ruptura da microestrutura (ponto ou limite de fluência).

- Punção da epiderme – É também considerado um método quase estático, destrutivo e, a partir do qual, se mede a força necessária para furar a epiderme dos frutos, indicando assim a sua resistência. Outra medição que se estabelece com este ensaio é a deformação registrada durante a punção, que pode ser empregada como indicador da turgência dos tecidos externos do fruto. Em um trabalho realizado por BERNALTE e HERNÁNDEZ (1999), usando um texturômetro Universal Instron modelo 6921 e penetrômetro de 2mm de diâmetro, foi constatado diminuição na resistência mecânica da epiderme de cerejas da variedade Van, durante 21 dias de conservação a 2°C, seguido de um crescente aumento até o final do período de 35 dias, consequência da diminuição da turgência das células das camadas mais externas. Esta observação também foi notada em frutos da variedade “Ambrunés” (ALONSO, CANET e RODRIGUEZ, 1994) quando utilizaram um Instron modelo 4501 com um penetrômetro de 3,2mm de diâmetro.

- Simulação de impactos – A maioria dos produtos agrícolas, e dos frutos em particular, é considerada viscoelástica. Estes materiais se caracterizam por combinar uma dependência do tempo (viscosidade) com uma recuperação parcial da deformação (elasticidade) (MOSHENIN, 1970).

A Teoria de Hertz tem sido amplamente utilizada para o estudo da resistência dos frutos à ação mecânica de impactos, baseando-se no fato de que, ainda que os produtos biológicos sejam considerados viscoelásticos, em contatos da ordem de  $10^{-1}$  segundos se comportam como elásticos (RUIZ ALTISENT *et al.*, 1989).

Vários pesquisadores têm desenvolvido técnicas para classificar a firmeza dos frutos baseando-se nas características do impacto em frutos. Este fenômeno tem sido

considerado como elástico-plástico pela própria constituição dos tecidos: células resistentes da parede celular sendo consideradas elásticas e o citoplasma e vacúolos de natureza plástica (CORREA, 1992). A resposta de uma esfera que impacta sobre uma superfície rígida é determinada pela velocidade do impacto, pela massa, o raio de curvatura, o módulo de elasticidade e o módulo de Poisson de ambos os corpos. Foi observado que o impacto de uma esfera sobre um fruto, ou alternativamente, de um fruto sobre uma superfície rígida, pode ser estudado como um impacto entre dois corpos elásticos e que a firmeza do fruto em cada caso tem um efeito direto sobre a força de resposta ao impacto, sobre a duração do mesmo (tempo de impacto) e sobre outros parâmetros (CHEN e SUN; 1989). Os ensaios de impacto mais utilizados são os de queda livre de uma massa dotada de um acelerômetro sobre o fruto ou do fruto sobre uma superfície plana. Esta última apresenta pouca precisão nas determinações, consequência da grande variabilidade da massa dos frutos e da impossibilidade de controle das posições de contato com a superfície sensível (DELWICHE, TANG e MEHLSCHAU, 1989). O sistema que utiliza um impactador esférico caindo sobre o fruto, de maneira controlada, elimina as variações apresentadas pelo outro sistema e tem sido aperfeiçoado para serem utilizados em linhas de classificação contínua (JARÉN, 1994). Em muitos estudos foram observadas as claras relações entre os parâmetros resultantes do impacto e o grau de maturidade de diversos frutos (CORREA, 1992; JARÉN, 1994; RUIZ-ALTISENT, 1990; RUIZ-ALTISENT *et al.*, 1989; CHEN *et al.*, 1996; JARÉN *et al.*, 1992; CORREA *et al.* 1992; CORREA, 1992; RUIZ-ALTISENT e VALERO 1998), entretanto, nenhum trabalho foi encontrado utilizando este ensaio com cerejas. Segundo CHEN *et al.* (1985), para a caracterização do impacto os parâmetros mais importantes são: força máxima, velocidade final, deformação máxima, deformação permanente e energia do impacto.

### 3.6. RECICLAGEM DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ALIMENTOS

Hoje em dia, não basta ser bonita, inviolável ou simplesmente preservar o sabor e o frescor dos alimentos. Para satisfazer as exigências do consumidor moderno e garantir um lugar no mercado para o produto que contém, a embalagem deve ser biodegradável ou, no mínimo, ser reciclável, para não agredir o meio ambiente. Esta preferência, segundo pesquisa da revista Nova Embalagem de 1991, já atinge 70% dos consumidores de todo mundo, onde a maioria manifesta-se disposta a pagar mais, por produtos em embalagens recicláveis.

Para a FDA (Foods and Drugs Administration) dos Estados Unidos da América, a reciclagem é uma necessidade e deve ser regulada de forma segura no que diz respeito ao contato com alimentos. A FDA está empenhada em alcançar objetivos de reciclagem ainda mais ambiciosos, entretanto, não se permite, atualmente, o uso de polímeros reciclados em contato com alimentos, a menos que se trate de resíduos de fábrica e de combinação destes com polímeros virgens. Materiais reciclados diferem da resina virgem em vários aspectos: contém mais impurezas, não são formados na maneira padrão que as indústrias geralmente utilizam (na forma de cubos) e sua composição é bem variada. Atualmente, a tecnologia adequada para que o material reciclado adquira características desejadas pela indústria, faz desaparecer a vantagem do menor custo apresentado pelas resinas recicladas (FLEMING, 1992).

Com a falta de programas de coleta seletiva, reciclagem de lixo e com a carência de pesquisas voltadas para a avaliação da qualidade destes materiais reciclados, que possam ser empregados em alimentos segundo exigências da FDA, o acúmulo desses resíduos já preocupa o mundo inteiro. Diante destes problemas gerados pelas embalagens plásticas sintéticas, os filmes comestíveis têm se mostrado como uma das boas alternativas para amenizar esta situação, principalmente referente a frutos frescos e hortaliças. Além de desempenharem funções de conservação semelhantes aos polímeros sintéticos, tem a vantagem de não gerarem resíduos sólidos, pois os mesmos são consumidos juntamente com os produtos, e contribuem na redução do uso de

filmes sintéticos através da participação como filmes multicamadas (KESTER e FENNEMA, 1986; KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

### 3.7. COBERTURAS OU FILMES COMESTÍVEIS

Os termos filmes e coberturas têm sido usados, freqüentemente, não existindo uma distinção clara. Geralmente, as coberturas são referenciadas quando aplicadas e formadas diretamente sobre a superfície dos produtos, enquanto que os filmes são formados separadamente como uma folha fina e então aplicada sobre os produtos (GENNADIOS e WELLER, 1990).

Por definição, filmes e coberturas comestíveis são camadas finas de material comestível aplicado sobre, ou mesmo dentro, dos alimentos, na forma de película. Isto é feito por imersão ou pulverização, para oferecer uma barreira seletiva contra a transmissão de gases, vapor de água, aromas, óleos, etc., propiciando proteção mecânica aos produtos e também conduzindo ingredientes aos alimentos (ex: antioxidantes, aromas, antimicrobianos, etc.) (KESTER e FENNEMA, 1986; GENNADIOS e WELLER, 1990; KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

O uso de filmes e coberturas comestíveis em alimentos não é uma prática recente. Laranjas e limões cobertos com ceras, para retardar a perda de água, foram utilizados na China nos séculos 12 e 13. Envolver alimentos em banha ou toucinho era uma prática muito usada na Inglaterra desde o século 16. Em 1930, parafina derretida à quente era usada comercialmente para cobrir frutos cítricos e retardar a perda de umidade (KESTER e FENNEMA, 1986; KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; BALDWIN, NISPEROS-CARRIEDO e BAKER, 1995).

Nos anos cinqüenta, a emulsão de água-óleo de cera de carnaúba foi usada para cobrir frutos e hortaliças (KESTER e FENNEMA, 1986).

Nos últimos 30 anos várias pesquisas têm sido desenvolvidas com a intenção de maior aprofundamento na aplicação dos filmes comestíveis em diversos alimentos, bem como na melhoria das suas características como embalagem. Entretanto, poucos

destes filmes têm adquirido atributos para serem aplicados comercialmente, principalmente por suas limitações quando comparados com os filmes sintéticos.

As embalagens plásticas são consideradas seguras, resistentes, leves e econômicas. Os preços de filmes sintéticos acabados, por quilograma, estão em torno de US\$ 2.20 para polietileno de baixa densidade (PEBD); US\$ 4.40 para poliestireno (PS); US\$ 6.60 para polietileno tereftalato (PET); e US\$ 11.00 para copolímeros de etileno vinil álcool (EVOH) (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997). Apesar de apresentarem preços mais competitivos que os filmes comestíveis, o custo ambiental provocado pelo uso destes materiais tem sido alto e os consumidores modernos estão dispostos a minimizar esta situação a qualquer custo.

Segundo GENNADIOS e WELLER (1990) os filmes comestíveis apresentam algumas vantagens em relação aos filmes sintéticos:

- Os filmes podem ser consumidos juntamente com o produto, representando assim, a embalagem ideal sob o ponto de vista ambiental;
- Mesmo se não forem consumidos com o produto, ainda estarão contribuindo para a redução da poluição ambiental;
- Através de vários componentes que podem ser incorporados, os filmes comestíveis podem aumentar as propriedades organolépticas do produto embalado;
- Podem servir como suplemento nutricional, particularmente, quando os filmes forem formados a partir de proteínas;
- Podem ser utilizados como embalagens individuais para pequenas porções de alimentos ou para frutos, hortaliças ou amêndoas;
- Os filmes comestíveis podem ser aplicados dentro de alimentos heterogêneos, prevenindo deterioração entre os componentes misturados, como a migração de umidade e solutos destes componentes;
- Podem funcionar como condutores de agentes antimicrobianos e antioxidantes;

- Podem servir como microencapsulador de aromas e sabores;
- Aplicação em embalagens multicamadas, juntamente com filmes sintéticos, onde o filme comestível ficaria no lado interno da embalagem em contato com o alimento.

A aceitabilidade de materiais para formarem filmes ou coberturas comestíveis segue o mesmo procedimento para materiais destinados para o uso em formulações de alimentos. Para isto, o polímero comestível deverá ser geralmente reconhecido como seguro (GRAS - generally recognized as safe), estar de acordo com as boas práticas de fabricação e dentro das exigências especificadas pela FDA ( KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

O filme ou cobertura comestível ideal deve criar uma barreira para retardar a perda de voláteis desejáveis e vapor de água, enquanto restringe a troca de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, criando assim, uma atmosfera modificada (AM). Com a diminuição da respiração, ocorrerá também uma queda na produção de etileno e inibição de sua ação. Esta AM formada, entretanto, não deve criar condições para o desenvolvimento da respiração anaeróbia, pois poderá causar sabores desagradáveis, alterar a textura dos produtos e favorecer o crescimento de microrganismos anaeróbios. As características e propriedades dos filmes comestíveis podem ser afetadas pela temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenagem. A natureza hidrofílica destes filmes ou coberturas comestíveis limita sua capacidade de desenvolver funções desejadas, principalmente, as propriedades de barreira que são afetadas quando os mesmos são armazenados sob umidade relativa alta, pois passam a incorporar água e, com isso, aumentam sua permeabilidade a gases e vapor de água. Para amenizar esta situação, pode-se recorrer a formação de filmes comestíveis compostos, que passam a ter materiais hidrofóbicos (lipídios) na sua composição. A elevação da temperatura de armazenagem também aumenta a respiração do produto e pode causar condições

anaeróbias para o produto (McHUGH e KROCHTA, 1994; KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; KESTER e FENNEMA, 1986).

### 3.7.1. Materiais usados para formar filmes comestíveis

#### **- Polissacarídeos:**

Celulose - O uso de celulose como material inicial para a formação de filmes comestíveis pode ser conseguido através de sua modificação química, a metilcelulose (MC), hidroxipropilmetil celulose (HPMC), hidroxipropil celulose (HPC) ou carboximetil celulose (CMC). Estes filmes tendem a apresentar resistência moderada, são resistentes a óleos e gorduras, são flexíveis, transparentes, sem odor, solúveis em água e com barreira moderada à umidade e ao O<sub>2</sub> (KESTER e FENNEMA, 1986; KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

Filmes formados a partir de MC são os menos hidrofílicos, promovem uma excelente barreira contra as migrações de óleos e gorduras, mas não apresentam boa barreira à umidade. Os formados com HPC são os únicos comestíveis, derivados de celulose, que são termoplásticos e capazes de injeção e extrusão (KESTER e FENNEMA, 1986).

A aplicação de filmes a base de MC, HPMC, HPC e CMC tem sido freqüente em muitos alimentos, no sentido de promover barreira a O<sub>2</sub>, umidade e óleos, além de melhorar a adesão de farinhas.

Amido - Filmes formados a partir de amilose, hidroxipropil de amido e dextrina têm sido utilizados como coberturas comestíveis em alimentos para promover barreira ao O<sub>2</sub>, lipídios, melhorar a aparência, a textura e facilitar o manuseio, entretanto, são barreiras pobres à umidade. Podem também ser utilizados em misturas com polietileno (PE) e polivinil álcool (PVOH), melhorando assim, a sua degradabilidade (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; BALDWIN, NISPEROS-CARRIEDO e BAKER, 1995).

Alginato - Os filmes são formados quando se dá a evaporação da solução aquosa de alginato seguida por ligação iônica com sal de cálcio. São impermeáveis a óleos e gorduras, mas pobres como barreira à umidade. Protegem os alimentos, perdendo água antes que o mesmo se desidrate (agente sacrificante), melhoram o aroma, a textura e a adesão de farinhas (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

Pectinas - Formam géis na presença de íons de cálcio e podem ser usados para o desenvolvimento de filmes comestíveis. A taxa de transmissão de água por estes filmes é muita alta, entretanto, podem servir, também, como agentes sacrificantes, retardar migração de lipídios e facilitar o manuseio e melhorar a aparência dos alimentos (KESTER e FENNEMA, 1986).

Quitosan - É um polissacarídeo catiônico de alto peso molecular que apresenta filmes claros, fortes, flexíveis e com barreira ao oxigênio. Coberturas a base de quitosan podem inibir o crescimento de muitos fungos e modificar a atmosfera de frutos frescos. A aprovação de quitosan como aditivo para alimentos, ainda está pendente nos Estados Unidos (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; BALDWIN, NISPEROS-CARRIEDO e BAKER, 1995; EL GHAOUTH *et al.* 1991).

Em estudos realizados por EL GHAOUTH *et al.* (1991), coberturas comestíveis à base de quitosan foram aplicadas em morangos frescos que apresentaram potencial no prolongamento da vida de estocagem e controlaram a deterioração dos frutos, mesmo quando estocados a 13°C.

**- Proteínas:**

Colágeno - É uma proteína fibrosa e estrutural dos tecidos dos animais que pode ser convertida em filmes comestíveis. Trata-se de um filme comestível comercializado, principalmente, para produtos cárneos com bastante sucesso. Além de funcionar como

barreira à umidade e ao oxigênio, promove a integridade mecânica aos produtos (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

Gelatina - É obtida pela clivagem hidrolítica das cadeias de colágeno. Filmes comestíveis, a base de gelatina, reduzem a migração de água, óleo e O<sub>2</sub> e podem conduzir antioxidante e antimicrobianos (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997).

Proteínas do leite – A média do total de proteínas do leite bovino fica em torno de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro. Dos quatro principais componentes da caseína, a fração alfa-caseína ( $\alpha$ -CN) tem poucos resíduos hidrofóbicos e menos prolina, que pode gerar um filme comestível com alta permeabilidade ao vapor de água. Já a fração beta-caseína ( $\beta$ -CN) é altamente hidrofóbica, apresentando baixa permeabilidade ao vapor de água e a gases. Em geral, filmes comestíveis baseados em proteínas do leite têm uma capacidade limitada para retardar perda de umidade. Esta característica pode ser melhorada quando há incorporação de lipídios. Estes filmes podem apresentar melhor barreira a gases que filmes sintéticos, além de poder conduzir vitaminas, nutrientes, corantes, etc. (CHEN, 1995).

Um dos maiores obstáculos para a formação e uso de filmes comestíveis à base de proteína animal, são os grupos de consumidores vegetarianos e algumas organizações religiosas que condenam a origem destes materiais (BALDWIN, NISPERO-CARRIEDO e BAKER, 1995).

Proteínas da soja - Estudos tem sido feitos para a utilização desta proteína em filmes comestíveis. Geralmente têm sido usadas em embalagens para embutidos e para produção de sacos flexíveis solúveis em água. A aplicação destas coberturas pode melhorar a adesão de farinhas e reduzir a migração de umidade para produtos secos (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997). Trabalhos realizados por SHIH (1992)

mostraram a capacidade de prolongamento da vida de armazenagem de maçãs cortadas, quando mergulhadas em solução de proteína de soja, evitando o escurecimento e perda de água.

Proteínas do trigo - O glúten (proteínas da farinha de trigo insolúveis na água), contém 80-85% do total das proteínas da farinha de trigo. O glúten pode ser separado em duas frações: uma é solúvel em etanol (70%), chamada gliadina, e a outra insolúvel no mesmo solvente, chamada de glutenina. O alto conteúdo de ácido glutâmico (37%), principalmente como glutamina, e as presenças de distintos aminoácidos não polares (leucina, prolina, glicina, fenilalanina e valina) são responsáveis pela insolubilidade do glúten na água. A adição de agentes plasticizantes é necessária para reduzir as forças intermoleculares, dando flexibilidade a estrutura do filme, aumentando a mobilidade da cadeia do biopolímero e melhorando as propriedades mecânicas do filme. Estes filmes melhoram a aderência de farinhas em carnes e outros alimentos (GENNADIOS e WELLER, 1990). AYDT *et al.* (1990) demonstraram que o filme de glúten de trigo apresentou boa barreira ao CO<sub>2</sub> e ao O<sub>2</sub>.

Zeína - O milho é, sem dúvida, o cereal que maior número de produtos industrializáveis apresenta. O seu alto conteúdo de carboidratos, principalmente amido (71,5% no grão inteiro), assim como outros componentes, tais como proteínas, óleos e vitaminas, tornam-no bastante apreciado para ser utilizado comercialmente (PATERNIANI, 1987).

As proteínas constituem, aproximadamente, 10% do peso total do grão de milho. São classificadas de acordo com sua solubilidade: albuminas (solúveis em água), globulinas (solúveis em solução de cloreto de sódio), prolaminas (solúveis em etanol 80%) e glutelinas (solúveis em hidróxido de sódio). O maior problema que se defronta com a proteína do milho normal é a deficiência em lisina e triptofânio nas proteínas do endosperma. Dos 10%, em média, de proteínas existentes no grão do milho, 80% está

no endosperma com qualidade e valor nutricional inferior. Sendo assim, o milho é um material pobre como fonte de proteína para animais monogástricos, e quase 50% destas proteínas são representadas por zeína, que é pobre em lisina e triptofânio (PATERNIANI, 1987).

Pertencente ao grupo das prolaminas, a zeína de milho é solúvel em etanol a 80%, e trata-se da proteína de milho que mais é produzida e comercializada. Atualmente, têm-se usado muita zeína na formação de coberturas comestíveis para produtos farmacêuticos e outros alimentos. Sua maior vantagem é ter sido reconhecida como segura (GRAS) em qualquer quantidade pela FDA, desde março de 1985 (GENNADIOS e WELLER, 1990).

A zeína de milho é uma mistura de proteínas com peso molecular médio de 45.000 no estado nativo. Em termos da composição de aminoácidos, ela tem um alto conteúdo de aminoácidos hidrofóbicos não-polares tais como, leucina, alanina e prolina. Isto caracteriza sua insolubilidade em água. A zeína também contém um alto nível de ácido glutâmico, 20-22%, que existe comumente como glutamina, mas que também contribui para a insolubilidade da zeína em água, através das pontes de hidrogênio (GENNADIOS e WELLER, 1990).

Coberturas ou filmes comestíveis à base de zeína apresentam alta permeabilidade ao vapor de água, são boa barreira ao O<sub>2</sub> e lipídios, e podem ser formados por imersão do produto na solução ou pulverização da mesma sobre a superfície do alimento. Esta formação se dá quando ocorre a evaporação do solvente e um filme lustroso e protetor cobre todo produto. Geralmente se utiliza um plasticizante (glicerina ou propileno glicol) para induzir flexibilidade aos filmes formados. Estes agentes também tem aprovação pela FDA para uso em alimentos (GENNADIOS e WELLER, 1990).

Produtos da zeína já estão sendo comercializados. PARK<sup>a</sup> *et al.* (1994) utilizaram o Regular Grade F4000 (*INC Biomedicals, Inc.*), na formação de uma cobertura aplicada em tomates, para avaliar o tempo de estocagem e a qualidade dos

frutos. AYDT *et al.* (1991) utilizaram um produto comercialmente conhecido como Cozeen 303NF, da Zumbro Inc. (*Hayfield, MN*), para formar os filmes comestíveis e determinaram suas características físicas e propriedades de barreira a O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e vapor de água.

#### **- Lipídios:**

Coberturas comestíveis baseadas em lipídios são feitas a base de ceras naturais, tais como cera de carnaúba e candelilla; ceras derivadas de petróleo, como parafina e polietileno; óleos minerais e de vegetais (milho, soja, palma, etc.); e acetoglicérides que são usados como componentes de coberturas, para alterar as propriedades mecânicas e de permeabilidade (BALDWIN *et al.*, 1997). Estes produtos são denominados como “agentes de coberturas ou componentes” pela FDA e são considerados geralmente seguros (GRAS) (BALDWIN *et al.*, 1997).

As coberturas comestíveis, a base de lipídios, são aplicadas sobre a superfície de frutos frescos na forma de imersão ou pulverização. Devido a sua baixa polaridade, a função primária destas coberturas é, geralmente, promover um bloqueio à transferência de água. Os óleos são mais permeáveis ao vapor de água que as ceras, e o tamanho dos glóbulos de uma emulsão vai afetar diretamente a permeabilidade da água e a gases da cobertura aplicada (KESTER e FENNEMA, 1986).

Coberturas comestíveis à base de lipídios, quando aplicadas em frutos e hortaliças oferecem muitas vantagens a estes produtos, como a diminuição da desidratação, devido ao retardo na perda de água dos mesmos; diminuição da respiração, abaixando a concentração de O<sub>2</sub> e aumentando a de CO<sub>2</sub> nos tecidos; redução da deterioração provocada por microrganismos, evitando a difusão dos antimicrobianos para os tecidos cobertos e facilita o manuseio e melhora a textura e a aparência destes produtos, pois oferece proteção extra contra as injúrias mecânicas, além de realçar a cor e o brilho da superfície dos mesmos (BALDWIN *et al.*, 1997).

As ceras têm sido aplicadas, tradicionalmente, em frutos e hortaliças para controlar a perda de água, diminuir a respiração e promover uma melhora na aparência dos produtos através do seu brilho (GREENER e FENNEMA, 1992).

A cera é um material com propriedades intermediárias entre o óleo e a resina. A cera mais conhecida pelo homem, documentados pelos romanos e egípcios, é a cera de abelha, entretanto, somente a produzida pela espécie *Apis mellifera* é reconhecida como a “genuína cera de abelha” pela Bristish Pharmacopoeia, pela US Pharmacopoeia e pela FDA. A cera produzida por outras espécies de abelhas apresenta composição química diferente e não tem a aprovação do FDA para uso como cobertas comestíveis (PULEO e PETERS, 1992).

Cera de Candelilla - É obtida a partir de uma planta natural do México, *Euphorbia antisyphilitica*, e tem longa história de uso em diversas indústrias. Apresentam alto conteúdo de hidrocarbonetos e seu produto consiste em 50% de parafinas (consistindo de hidrocarbonos de C29, C31 e C33), 30% de esterres, 12-14% de álcoois livres, esteróis e resinas neutras, e 7-9% de ácidos livres (PULEO e PETERS, 1992).

Cera de Carnauba – O Brasil é o exclusivo produtor desta cera, tendo os Estados Unidos como maior importador. Ela é extraída das folhas de uma palmeira (*Copernicia cerifera*) que é típica da região do nordeste brasileiro. Ésteres de alto peso molecular com cadeia com comprimento médio de de 56 carbonos, e que representam 80-85% da composição desta cera, além do alto conteúdo de álcoois livre são os principais componentes funcionais que conferem as características ideais de barreira a gases e vapor de água (PULEO e PETERS, 1992).

Em trabalho realizado com goiabas, McGUIRE e HALLMAN (1995) utilizaram uma formulação comercial de cera de carnauba TFC 213 sobre os frutos que foram armazenados a 12°C e avaliados quanto às mudanças de cor, sólidos solúveis, acidez titulável, análise visual e firmeza. Como conclusão, observaram que os frutos cobertos

com a cera de carnauba apresentaram retardo no amolecimento dos tecidos, mas não apresentaram desenvolvimento ótimo da cor e sólidos solúveis quando comparados ao controle (PULEO e PETERS, 1992).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidad Pública de Navarra – Pamplona-Navarra /Espanha e foi dividida em dois ensaios: na primeira foram testados dois tipos de coberturas comestíveis: zeína (*Sigma*, EUA) dissolvida em 400 e 500g de etanol a 95% e uma emulsão a base de cera de carnaúba-12% (*Colaflex Química* - Brasil), que foi aplicada na forma de imersão e pulverização sobre cerejas (var. Ambrunés), colhidas durante a safra de 1998. No segundo ensaio foi feita uma comparação da emulsão à base de cera de carnaúba (*Colaflex Química* - Brasil) com uma cobertura à base de Quitosan (*ICN Biomedicals Inc.* - EUA) aplicadas sobre cerejas da mesma variedade na forma de imersão, durante a safra de 1999.

### 4.1. FRUTOS

Foram usadas cerejas sem pedúnculos (picotas) (*Prunus avium*, L.), da cultivar Ambrunés procedente de um cultivo intensivo da região de Aragón- La Almunia, que é considerada como importante zona de fruticultura e uma das principais produtoras de cereja da Espanha. Seguindo a forma tradicional de comercialização desta variedade, foram usados na pesquisa frutos colhidos sem os pedúnculos. O cultivo apresentou floração plena na primeira quinzena de abril de 1998 e a colheita foi realizada no dia 18 de junho de 1998 para o primeiro ensaio. No segundo ensaio a floração plena foi registrada na primeira quinzena de abril de 1999 e a colheita realizada no dia 22 de junho de 1999. Depois da colheita os frutos foram imediatamente armazenados em câmaras frigoríficas, a 10°C, da Cooperativa Agraria de San Sebastián (COSANSE - La Almunia / Aragón - Espanha). No dia seguinte os frutos foram transportados até o laboratório de Tecnologia de Alimentos, da Universidad Pública de Navarra, e foi feita

uma seleção rigorosa para o estabelecimento de lotes uniformes, eliminando os frutos que apresentaram danos mecânicos, coloração fora de padrão e sintomas de contaminação microbiana.

Com a finalidade de caracterizar melhor o material de estudo, foram feitas medidas do diâmetro máximo e peso em uma amostra de cem frutos, utilizando um coeficiente de variação abaixo de 10%. Para as determinações das dimensões se utilizou um calibrador automático MITUTOYO CDL - 20CP (*Mitutoyo*, Inglaterra) com 0,01mm de precisão e para a medida de peso uma balança digital, METTLER PE 3600, com precisão de 0,01g.

## 4.2. EXPERIMENTOS

### **ENSAIO 1:**

Depois da seleção, os frutos foram separados em lotes aos quais foram aplicados 5 tratamentos:

- 1- Imersão dos frutos em emulsão de cera de carnaúba 12% (CERAI);
- 2- Pulverização dos frutos com a emulsão de cera de carnaúba 12% (CERAP);
- 3- Imersão dos frutos em água destilada (CONTROLE);
- 4- Imersão dos frutos em solução de zeína dissolvida em 400ml de etanol (ZEINA 400);
- 5- Imersão de frutos em solução de zeína dissolvida em 500ml de etanol (ZEINA 500).

Neste ensaio foram comparadas duas coberturas comestíveis: uma protéica (zeína) e uma lipídica (cera de carnaúba). A cobertura comestível à base de proteína de milho foi preparada com o produto comercial de zeína (*Sigma*, USA). Duas soluções foram preparadas adaptando uma metodologia já testada por PARK e colaboradores (1994) onde as soluções à base de zeína foram usadas em tomates. A primeira solução contendo 54g de zeína, 14g de glicerina e 1g de ácido cítrico, foi dissolvida em 400ml

de etanol (95%), e a segunda em 500ml de etanol (95%). A forma de aplicação foi a imersão.

Na cobertura comestível à base de cera de carnaúba 12%, foi usada uma emulsão específica para frutos, à base de água, e que já se encontra sendo comercializada pronta para uso (*Colaflax Química Brasil*). Duas formas distintas de aplicação desta emulsão foram usadas: pulverização manual na forma de névoa, e imersão direta na solução. Também se realizou a imersão de cerejas em água destilada, para servir de controle, que foram submetidas às mesmas condições de secagem das demais coberturas (Figura 1).

A imersão dos frutos foi feita colocando-os sobre uma tela plástica e mergulhando-os por 20 segundos até sua imersão total, sendo depois secos à temperatura ambiente durante 20 minutos (Figura 3).

Depois de tratados os frutos foram acondicionados em bandejas termoformadas de poliestireno orientado (OPS) com tampa perfurada, com capacidade de 300g de frutos, e conservados em câmaras frigoríficas à temperatura de  $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 90-95%. Na câmara foram sorteadas as posições das bandejas contendo os distintos tratamentos. Cada bandeja com 35 frutos, em média, se constituiu em uma unidade e as análises foram feitas nos seguintes intervalos de tempo: a cada 7 dias foram realizadas as análises de punção da epiderme, compressão, impacto, sólidos solúveis, acidez total titulável e pH, até o período final de conservação. As provas sensoriais foram realizadas a cada 15 dias e a perda de peso avaliada diariamente. A cada amostragem se tomava em média 50 frutos de cada tratamento, dos quais foram para os ensaios de cor e impacto mecânico, outros 10 para os ensaios de punção da epiderme e acidez total titulável, e o restante para os testes de compressão, SST e pH. Para as provas sensoriais, uma bandeja de cada tratamento a cada 15 dias foi suficiente para um painel de 10 provadores. A seleção dos métodos estatísticos foi feita através de:

- Comparação de médias, considerando o período de conservação como tratamento.
- Modelos matemáticos que permitiram explicar a relação entre as variáveis ensaiadas durante o período de conservação.
- Análises de variância e correlação dos parâmetros principais.

## **ENSAIO 2:**

Depois de seguir o mesmo procedimento de seleção e caracterização do material de estudo, realizado no ensaio 1, os frutos foram separados em lotes, aos quais foram aplicados 3 tratamentos distintos:

- 1- Imersão de frutos em emulsão de cera de carnaúba (CERA);
- 2- Imersão de frutos em solução à base de quitosan (QUITOSAN)
- 3- Imersão de frutos em água destilada (CONTROLE);

Através da observação dos resultados obtidos no primeiro ensaio, decidiu-se comparar a emulsão de cera de carnaúba (*Colaflax Química Brasil*) com a cobertura quitosan. A forma de aplicação para as duas coberturas foi a imersão total dos frutos (Figura 2).

As coberturas à base de quitosan foram preparadas utilizando-se 1,5g de quitosan (*ICN Biomedicals* - EUA) dissolvidas em 2,5ml de HCl a 10N e disperso em 80ml de água deionizada. O pH da solução foi ajustado para 5,6 com NaOH a 1N, e 0,1ml de Tween 80 foi acrescentado para melhorar sua plasticidade. O volume foi ajustado para 100ml em água deionizada. Seguindo a mesma metodologia do primeiro ensaio, também se utilizou cerejas imersas em água destilada como controle além da mesma forma de aplicação e das mesmas condições de secagem. Todas as amostras, depois de secas, foram acondicionadas nas bandejas de (OPS), com capacidade de

300g (35 frutos em média) e mantidas em câmaras frigorificadas a  $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}/90-95\% \text{UR}$ .

As etapas relativas a embalagem e armazenamento dos frutos, além do intervalo de tempo para as análises, a quantidade de frutos por teste e os métodos estatísticos empregados na interpretação dos resultados foram iguais aos utilizados no ensaio 1.

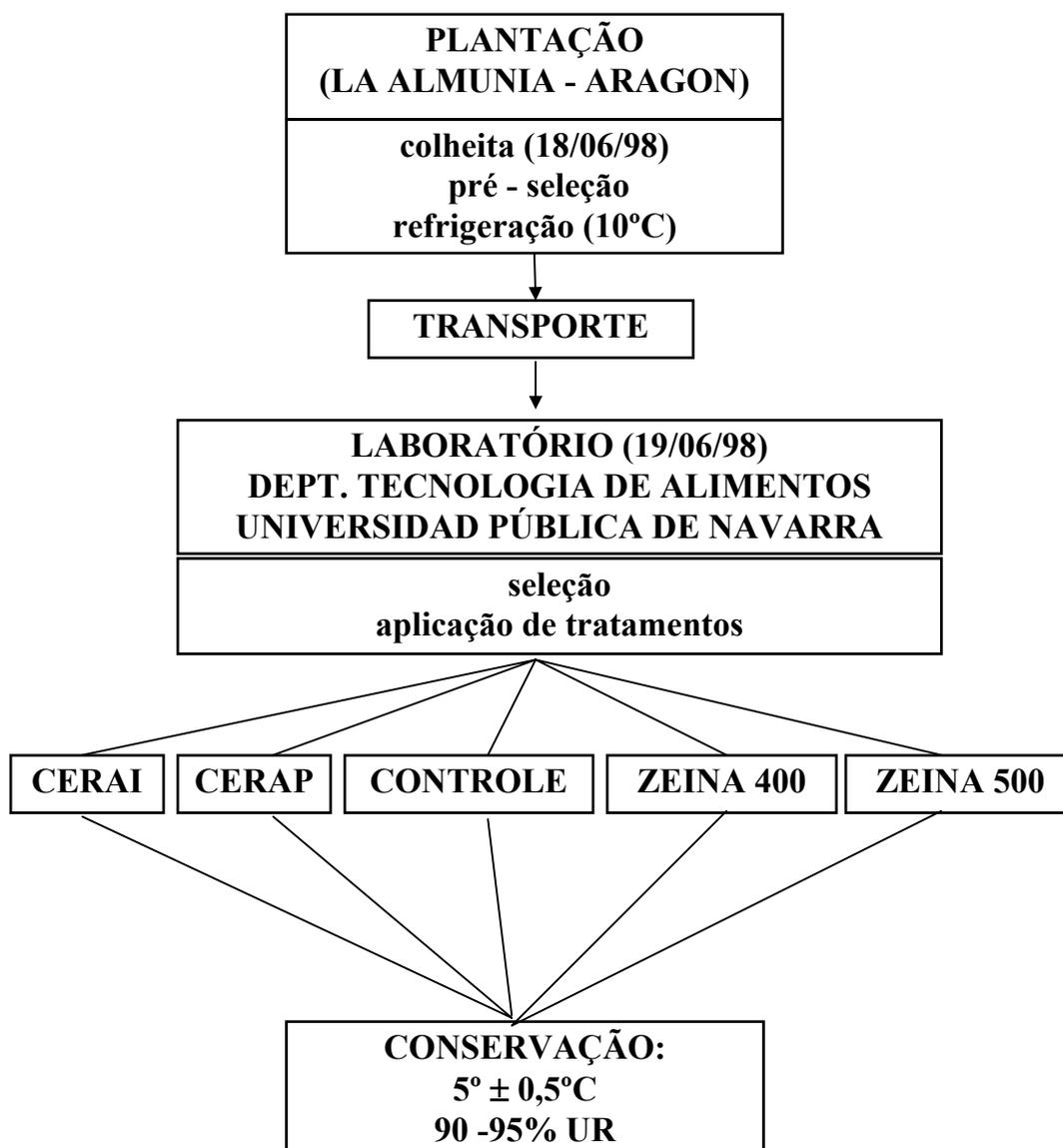


Figura 1 – Esquema para a implantação do ensaio 1.

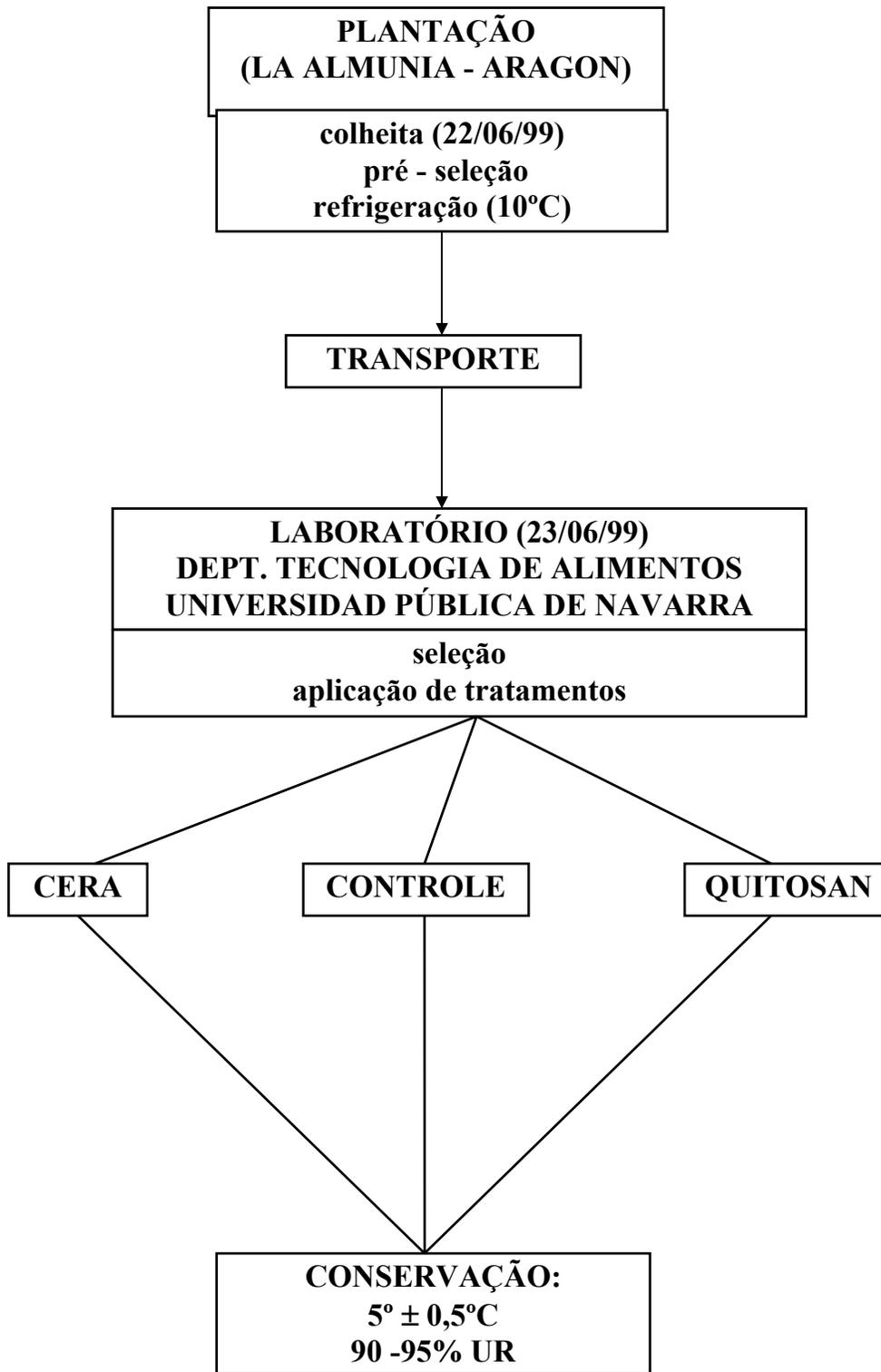


Figura 2 - Esquema para implantação do ensaio 2.

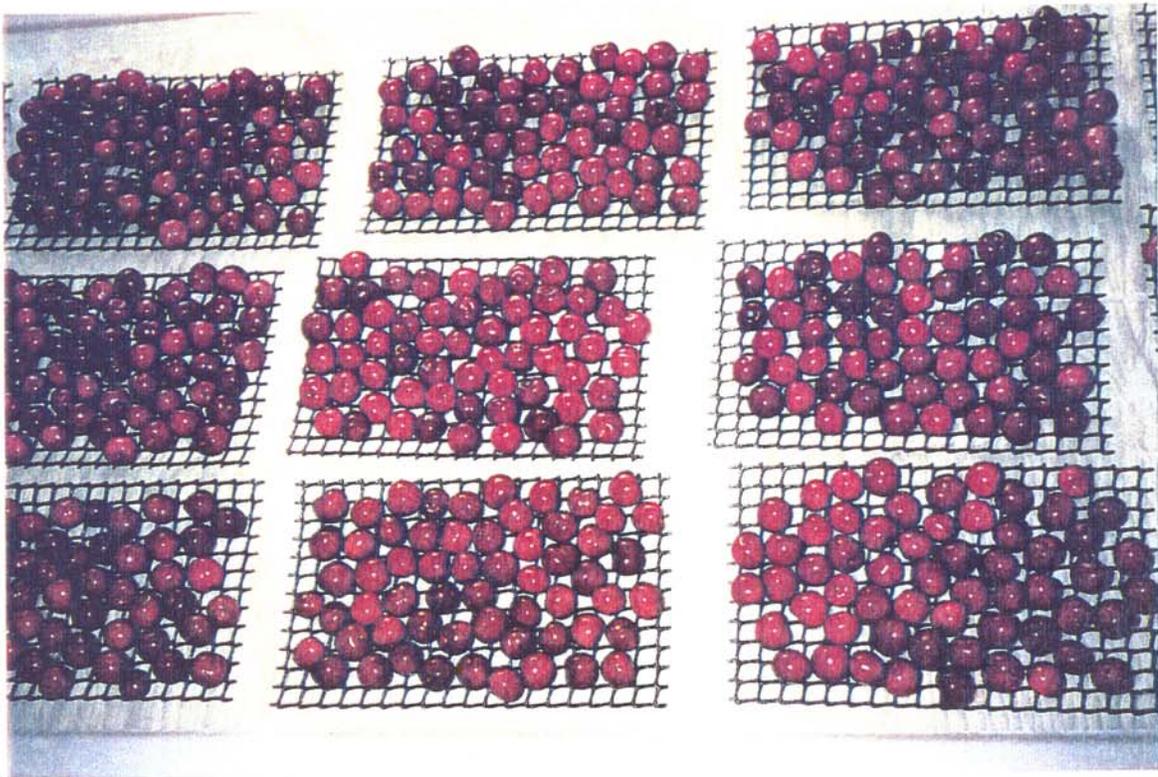


Figura 3 –Aspecto geral das cerejas ‘Ambrunés’ depois da imersão na emulsão de cera de carnaúba.

#### 4.3. CONDICIONAMENTO NAS CÂMARAS FRIGORIFICADAS

A temperatura de  $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  foi controlada automaticamente por sensores existentes no interior das câmaras e a umidade relativa na faixa de 90-95%, foi conseguida através da inclusão de bandejas com água dentro das câmaras. O acompanhamento destes parâmetros foi feito através de termohigrógrafos mantidos no interior das mesmas.

Como unidade padronizada para o armazenamento e amostragem das cerejas, foram utilizadas as bandejas de OPS que se mostraram ideais quanto ao tamanho para amostragem dos frutos, quantidade necessária para a realização periódica dos ensaios, e pela boa apresentação do produto, pois sua excelente transparência valorizou o produto embalado (Figura 4).

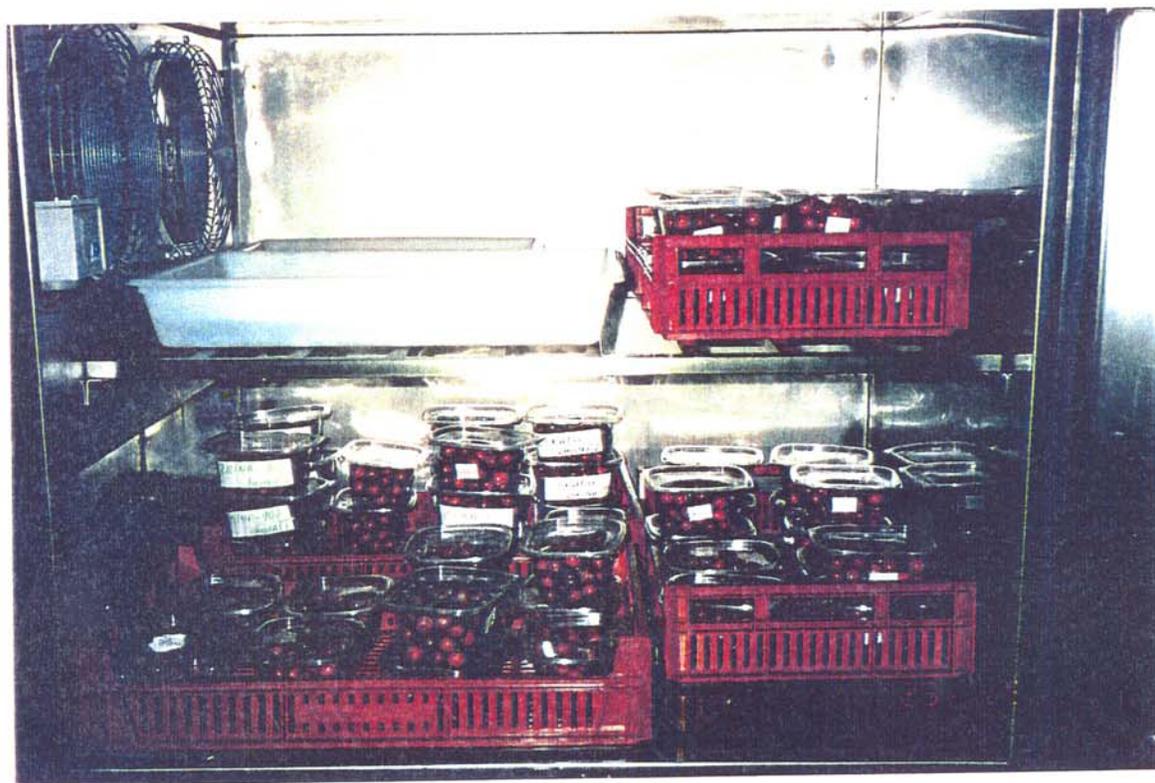


Figura 4 - Detalhe das bandejas de OPS usadas para armazenar cerejas 'Ambrunés'.

#### 4.4. ANÁLISE DA COR DA EPIDERME

Na determinação da cor da epiderme dos frutos foi utilizado um espectrofotômetro portátil MINOLTA modelo CM-508d (*Minolta Co.* -Japão) com capacidade de memória para 1350 leituras, função de busca automática da cor de

#### 4.5. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO

As perdas de peso, decorrente da respiração e transpiração, foram calculadas diariamente, em relação ao peso inicial. Utilizou-se a média de três bandejas para cada tratamento. Este acompanhamento foi feito durante todo o período de conservação utilizando-se uma balança digital METTLER PE3600, com precisão de 0,01g.

#### 4.6. DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

A acidez total titulável foi determinada para cada tratamento utilizando-se 10g de polpa homogeneizada (aproximadamente seis frutos) em 100ml de água destilada, que foi titulado com NaOH a 0,1N, em potenciômetro digital Hettler, até pH 8,1. Esta análise foi realizada a cada três dias durante o período de conservação. Aplicou-se a equação 1 para expressar a porcentagem em ácido málico. A acidez total foi expressa em miligramas de ácido málico/100ml

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{ml. NaOH} * \text{equivalente grama de ác. málico} * 100}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (1)$$

#### 4.7. DETERMINAÇÃO DO pH

O pH foi determinado em 10g de polpa homogeneizada de cada tratamento, adicionada a 20ml de água destilada, utilizando-se um potenciômetro digital Hettler.

Foram realizadas duas medições para cada tratamento a cada três dias durante todo o período de conservação das cerejas.

#### 4.8. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

Para a determinação de sólidos solúveis totais utilizou-se um refratômetro ATAGO N1 (BRIX 0~32%), com precisão de 0,1% e correção automática de temperatura a 20°C. O suco foi obtido de 5 frutos desintegrados, sem as sementes, procedentes dos ensaios mecânicos. A leitura foi direta e realizada através da colocação de algumas gotas na placa do refratômetro e expressa em porcentagem. Foram feitas duas leituras para cada suco obtido em cada tratamento, e com afreqüência de três dias durante todo o período de conservação. Foi também calculada a relação sólidos solúveis/acidez titulável como um dos parâmetro indicativo de amadurecimento dos frutos

#### 4.9. ÍNDICE DE DETERIORAÇÃO

Para o cálculo do índice de deterioração foram utilizados todos os frutos destinados às análises programadas (50 frutos) e a inspeção foi feita de forma visual, sendo considerado deteriorado todo fruto que apresentasse qualquer indício de contaminação fúngica. Os resultados foram expressos em porcentagem.

#### 4.10. ENSAIOS DE IMPACTOS MECÂNICOS

Para os ensaios de simulação de impactos utilizou-se um equipamento que foi desenhado pelo grupo de pesquisadores do Departamento de Engenharia Agrícola da

Universidade da Califórnia, Davis, em colaboração com o grupo de investigadores do Departamento de Engenharia Rural da Politécnica de Madrid. Este equipamento, que pertence ao Departamento de Mecanização Agrícola da UPNA, é composto por um conjunto impactador, uma unidade de aquisição de dados e um microcomputador com *software* específico que controla a emissão e captação de dados (Figura 5). O dispositivo geral está constituído pelos seguintes elementos:

### **A - Conjunto impactador**

- a.1) Plataforma de testes sólida com uma haste móvel para ajuste da altura do impacto.
- a.2) Eletroimã de 50Ω de resistência e alimentação de 6-12 volts
- a.3) Acelerômetro modelo 501 (*Vibro-meter Corp.- USA*) que constitui o mecanismo sensível do sistema e vai conectado com a unidade de aquisição de dados e esta ao computador.
- a.4) Impactador: possui uma cabeça esférica de aço inoxidável e uma haste de aço com rosca, onde se fixa o acelerômetro. O conjunto pesa 49,9g e o diâmetro da cabeça é de 19mm.

### **B - Unidade de aquisição de dados**

É o conversor analógico-digital que elabora os dados do acelerômetro e os envia ao computador.

### **C - Hardware e Software**

O conjunto impactador está controlado por um microcomputador e o pacote de *software* utilizado no controle do dispositivo de impactos, escrito em linguagem BASIC, está constituído pelos principais programas descritos por GARCIA-ALONSO (1988) e realiza o controle da emissão e captação dos dados entre o computador e a

unidade de aquisição de dados, realiza cálculos básicos, além de produzir as curvas características do impacto e grava os dados originais do acelerômetro em arquivos seqüenciais.

Como não foram encontrados trabalhos publicados utilizando este ensaio em cerejas e com o objetivo de estudar a possível influência das variações do peso do impactador e da altura da queda na resposta ao impacto sobre os frutos, foi necessário realizar testes preliminares para se estabelecer a altura e peso ideais do conjunto impactador. Para a definição do parâmetro altura foi utilizada uma tomada de dados com 10 frutos para cada altura, variando a escala do suporte do equipamento a cada 1cm, até chegar a 20cm. Foi escolhida a altura que apresentou menor coeficiente de variação. Quanto ao conjunto impactador, foram testadas duas esferas com o mesmo raio de curvatura: uma de acrílico (com mesmo coeficiente de plasticidade do aço) que apresentou um peso final de 29g, contra 49,9g do conjunto original de aço que apresentava o equipamento. Esta alteração no valor do peso do conjunto impactador foi feita para minimizar os danos aos frutos ensaiados e melhorar a precisão dos valores obtidos. A seleção dos parâmetros de impactos determinada para este trabalho foi baseada na correlação dos dados obtidos com as cerejas e a partir de trabalhos realizados para pêssegos por DELWICHE *et al.* (1987), para pêras por JARÉN (1994) e para abacates por CORRÊA (1992), os quais foram selecionados como os mais representativos para indicar os índices de maturidade e qualidade dos frutos por eles utilizados.

Determinados os parâmetros básicos e realizada a otimização do equipamento para uso em cerejas, os ensaios foram realizados em dez frutos para cada tratamento. Os impactos ocorreram nas zonas equatoriais dos frutos, aclimatadas a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  antes de cada ensaio, com a altura de 8cm e esfera de acrílico. A evolução dos parâmetros de impacto foi acompanhada a cada sete dias, durante o período de conservação dos frutos. Os parâmetros de impactos selecionados para este trabalho foram baseados nas melhores correlações obtidas a partir dos dados das provas preliminares. Os que melhor

Os impactos ocorreram nas zonas equatoriais dos frutos, aclimatadas a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  antes de cada ensaio, com a altura de 8cm e esfera de acrílico. A evolução dos parâmetros de impacto foi acompanhada a cada sete dias, durante o período de conservação dos frutos. Os parâmetros de impactos selecionados para este trabalho foram baseados nas melhores correlações obtidas a partir dos dados das provas preliminares. Os que melhor representaram as mudanças de textura dos frutos durante o período de conservação, foram: Força máxima (FM) expressa em Newtons (N); Deformação máxima (DM) e Deformação permanente (DP) expressas em (mm) e Duração do impacto (DI), expressas em milésimos de segundos (ms).

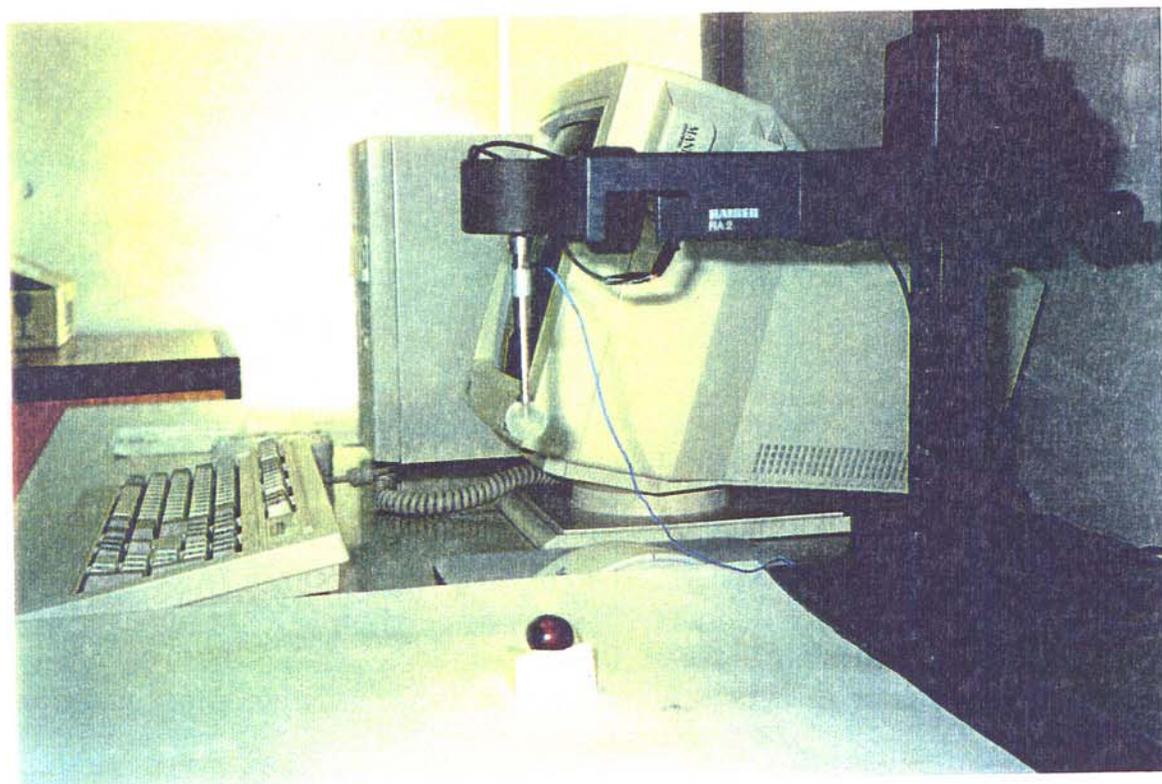


Figura 5 - Equipamento de simulação de impacto usado nas cerejas 'Ambrunés'.

#### 4.11. PUNÇÃO DA EPIDERME

A força máxima para ruptura da epiderme das cerejas foi determinada, por punção, utilizando-se o texturômetro Texture Analyser modelo TA.XT2i/25 (*Stable Micro Systems* - Inglaterra), que era composto por um sistema de medição de força controlado por um *software* que define os principais parâmetros da força aplicada para a punção e penetração nos frutos. Ele realiza cálculos, fornece gráficos, análises estatísticas e todos os dados necessários para quantificar a resistência de penetração e compressão dos frutos. Foi usada uma agulha cilíndrica, de base plana, com secção de 2mm de diâmetro, um limite para a profundidade de 5,0mm após a punção da epiderme e uma velocidade de penetração de 7mm/s (Figura 6). Foram usados dez frutos/tratamento a cada sete dias durante o período de conservação.

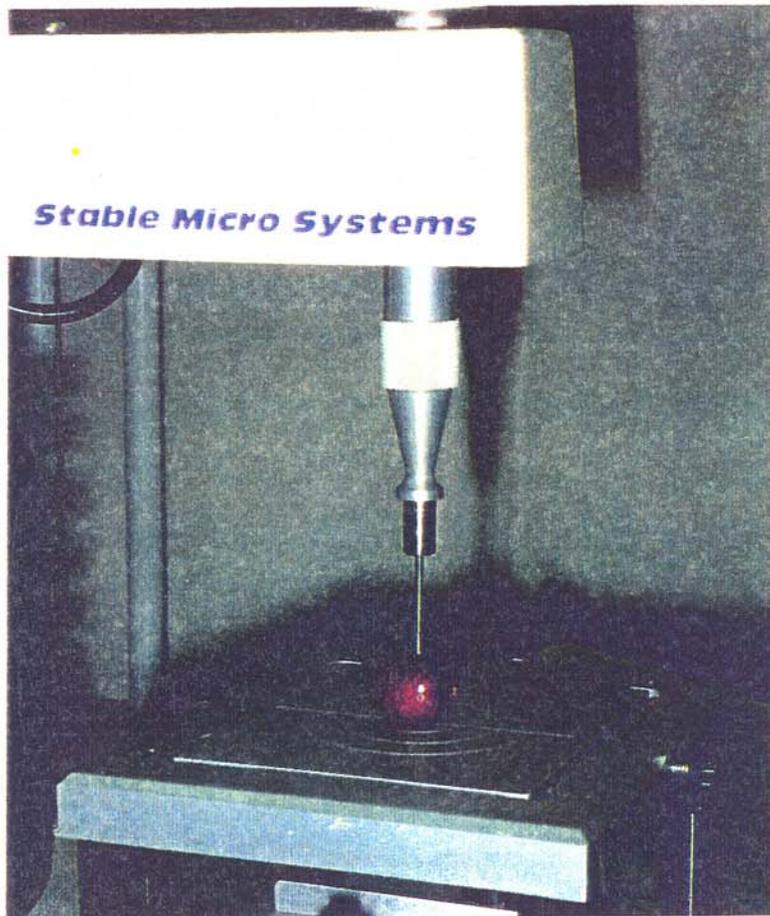


Figura 6 - Equipamento usado nos ensaios de punção da epiderme de cerejas 'Ambrunés'.

#### 4.12. RESISTÊNCIA DOS FRUTOS À COMPRESSÃO

Para os ensaios de resistência dos frutos à compressão foi utilizado o mesmo equipamento dos ensaios de punção, e neste caso, a agulha foi trocada por um cilindro de alumínio de 2,0cm de diâmetro de base plana e os frutos foram comprimidos contra uma base plana metálica até o limite de 5mm de deslocamento por uma força de 10N a uma velocidade de 7mm/s. Mediante a força de resistência à compressão de cada fruto, foram obtidas as curvas de força-deformação de cada tratamento através da média de dez frutos, ensaiados a cada sete dias durante o período de conservação (Figura 7).



Figura 7 - Equipamento usado nos ensaios de compressão de cerejas 'Ambrunés'.

pudesse expressar o julgamento sobre a qualidade do produto e sua aceitabilidade. Para as cerejas do primeiro ensaio foram avaliados: aspecto, cor, sabor e textura, para cada tratamento, e foi utilizado 1 fruto/tratamento para cada um dos 10 provadores não treinados de cada sessão. O acompanhamento das provas sensoriais, durante o período de conservação das cerejas, foi realizado a cada 15 dias com participantes diferentes, pois se tratava de professores, alunos e funcionários da própria Universidade e estava condicionado à disponibilidade de tempo de cada participante. Para o item cor, foi apresentada aos participantes do painel uma escala de variação da cor vermelha (catálogo de cores da FABER-CASTELL) para que os mesmos indicassem o número referência que mais se aproximava da amostra (Figura 8). O modelo da ficha individual de avaliação da aceitação, utilizado pelos provadores, está representado no Anexo 1.

Por motivos de segurança, no ensaio 2 não se aplicou a análise sensorial, pois o produto à base de quitosan ainda não apresentava registro na FDA para ser considerado como totalmente seguro para uso em alimentos.

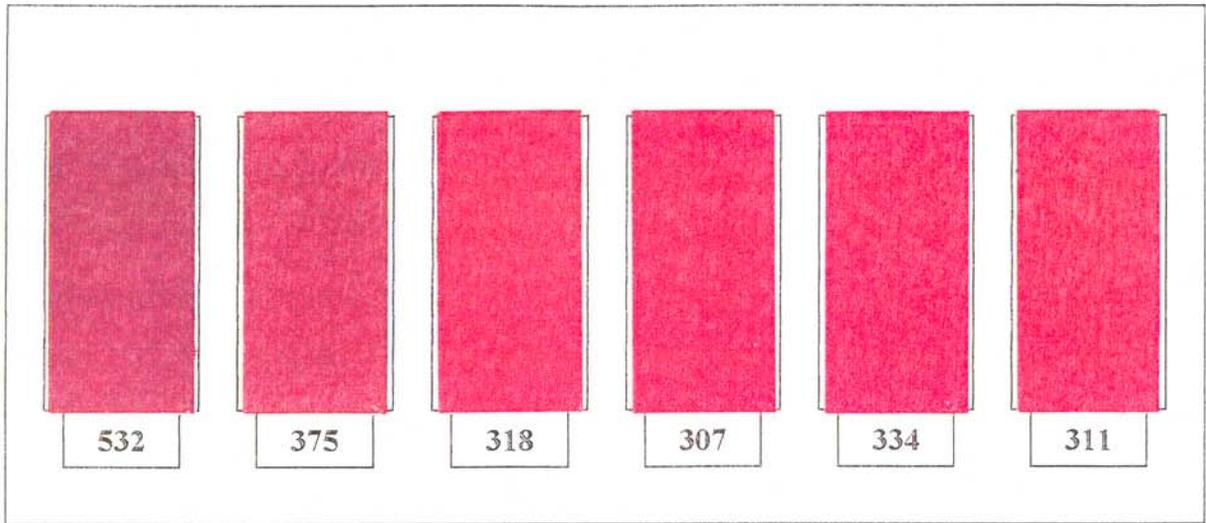


Figura 8 - Escala de variação da cor vermelha preparada para a análise sensorial de cerejas 'Ambrunés'.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. ENSAIO 1:

Neste trabalho foram utilizados lotes de frutos com maior homogeneidade possível, para isso, além da medição inicial dos parâmetros físico-químicos, usados durante o estudo, foram medidos o diâmetro maior e o peso médio de cem frutos, resultando nos valores 21,89mm e 5,59g respectivamente.

No primeiro ensaio do trabalho os ensaios foram conduzidos até o 52º dia devido a queda na qualidade apresentada pelos frutos após este período. O principal problema detectado foi a contaminação fúngica, entretanto, o período foi suficiente para concluir sobre a influência e o comportamento da zeína e da emulsão de cera de carnaúba, quando aplicadas como coberturas comestíveis sobre as cerejas. Com relação ao período de conservação ficou evidente a maior possibilidade de conservação da emulsão de cera de carnaúba frente a zeína e os períodos encontrados em outros trabalhos que utilizaram outros métodos de conservação.

DO *et al.* (1966) conseguiram 30 dias de armazenagem de frutos da cv. Lambert utilizando resfriamento com água e tratamento com fungicidas. ANDRÉ *et al.* (1982) também conservaram por 30 dias cerejas utilizando resfriamento a vácuo e acondicionamento em sacos plásticos com uma mistura gasosa rica em CO<sub>2</sub>. MEHERIUK *et al.* (1995) conseguiram conservar cerejas da cv. Lampins embaladas em sacos de polietileno e mantidas a 0º C. Neste trabalho foi detectado uma contaminação fúngica após 42 dias de conservação, e o fator responsável atribuído pelos autores para esta contaminação foi a condensação de água nas embalagens plásticas. DEL RÍO *et al.* (1998), estudando a influência de atmosferas enriquecidas com CO<sub>2</sub> na conservação de cerejas cv. Burlat, encontraram um tempo máximo de conservação de dez dias a 1º C mais cinco dias a 5º C (simulando armazenamento e transporte) para cerejas embaladas em sacos de polietileno, sem perder a qualidade comercial.

### 5.1.1. Impactos mecânicos

Os resultados dos parâmetros: força máxima (FM); deformação máxima (DM); deformação permanente (DP) e duração do impacto (DI), obtidos nos ensaios de simulação de impactos durante a conservação das cerejas ( $5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.), estão descritos nas Tabelas 1 a 4 e correspondem a valores médios de 10 observações para cada tratamento. A análise estatística mostra o efeito significativo das coberturas e do período de conservação sobre todos os parâmetros determinados. Observa-se que durante os 52 dias de armazenamento refrigerado a FM diminuiu e aumentaram a DM, DP e DI.

Através dos valores de força máxima de impacto nas cerejas (Tabela 1) pode-se notar uma melhor definição das tendências de cada tratamento a partir do 24º dia de conservação, onde os tratamentos com cera de carnaúba, CERAI e CERAP, apresentaram maiores valores de resistência à força de impacto, indicando assim, a manutenção da resistência mecânica destes frutos. Não se observou também diferenças significativas entre estes dois tratamentos.

Com relação aos tratamentos à base de zeína, estes não apresentaram diferenças significativas entre si, entretanto, os valores obtidos vêm confirmar que este tipo de cobertura provocou um efeito inverso na conservação das cerejas, pois as mesmas apresentaram valores de FM menores que os frutos controle, já a partir do 24º dia, e finalizaram com valores mais baixos que os do início dos trabalhos, 10,72N e 10,75N para zeína 500 e zeína 400, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Evolução da força máxima de impacto (N) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1).

Tempo (dia)	TRATAMENTOS				
	ZEÍNA 400	ZEÍNA 500	CERAI	CERAP	CONTROLE
0	11,44 b A	11,44 b A	11,44 a A	11,44 a A	11,44 a A
3	13,01 d B	13,45 d A	13,75 b A	13,61 b A	12,90 c B
10	13,55 d B	13,57 d B	14,02 c A	14,16 c A	13,40 b B
17	13,83 d A	13,92 d A	13,60 b A	13,87 b A	13,70 b A
24	12,22 c B	12,25 c B	13,80 b A	13,79 b A	13,80 b A
31	10,79 a C	11,39 b B	13,55 b A	13,66 b A	13,50 b A
38	10,86 a C	10,28 a C	13,42 b A	13,42 b A	12,99 c B
45	10,75 a C	10,72 a C	13,59 b A	13,05 b A	12,64 c B
52	-	-	13,75 b A	13,50 b A	11,89 a B

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a - d) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - C) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos

Na Tabela 2, são mostrados os resultados de deformação máxima por impacto nas cerejas, pode-se notar que o tratamento CERAI não apresentou diferenças significativas ao longo do período de conservação, a partir do 31º dia, mas apresentou diferenças significativas com relação ao tratamento CERAP, confirmando assim a proteção mecânica conferida aos frutos que foram imersos nesta emulsão e sinalizando que o método de pulverização das cerejas não foi a melhor forma de aplicação da emulsão, pois a possível falta de homogeneidade da película sobre o fruto pode ter comprometido suas funções de barreira. Os tratamentos CERAP e CONTROLE apresentaram tendência de aumento nos valores a partir do 31º dia e não apresentaram diferenças significativas entre si, mas estas diferenças foram significativas quando comparadas com os tratamentos à base de zeína, que terminaram com os maiores valores de DM. Os tratamentos ZEÍNA 400 e ZEÍNA 500 não apresentaram diferenças significativas entre si. Como a deformação máxima é uma medida inversa à dureza, pode-se afirmar que este tipo de cobertura, nas condições em que foram testadas, não mostrou ser um bom tipo de película protetora para a conservação das cerejas.

Tabela 2 - Evolução da deformação máxima de impacto (mm) aplicada sobre cerejas 'Ambrunés' durante o período de conservação (Ensaio 1).

Tempo (dia)	TRATAMENTOS				
	ZEÍNA 400	ZEÍNA 500	CERAI	CERAP	CONTROLE
0	4,54 a A	4,54 a A	4,54 a A	4,54 a A	4,54 a A
3	4,41 a A	4,00 a A	3,90 b B	4,28 a A	4,31 a A
10	3,92 b B	3,52 b C	3,70 b B	3,90 b B	4,22 a A
17	3,97 b A	3,86 b A	3,95 b A	3,74 b B	3,90 b A
24	4,33 a A	4,32 a A	3,80 b B	3,79 b B	3,86 b B
31	4,63 c A	4,92 c A	3,90 b C	4,10 a B	4,00 a B
38	4,77 c A	4,87 c A	3,90 b C	4,13 a B	4,12 a B
45	4,76 c A	4,95 c A	3,75 b C	4,00 a B	4,25 a B
52	-	-	3,80 b B	4,30 a A	4,43 a A

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a - c) não existem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - C) não existem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos

Com relação ao parâmetro deformação permanente (Tabela 3) observa-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos CONTROLE, CERAP e CERAI até o 45º dia de conservação, entretanto, o tratamento que usou a emulsão de cera de carnaúba por imersão (CERAI) apresentou valor significativamente menor no final do experimento e seus valores não variaram significativamente ao longo do período observado. Evidenciou-se mais uma vez, que a uniformidade da cobertura do tratamento CERAI proporcionou melhor proteção. Os tratamentos que usaram zeína como cobertura comestível não apresentaram diferenças significativas entre si, mas apresentaram valores significativamente maiores quando comparadas aos outros tratamentos a partir do 24º dia.

Tabela 3 - Evolução da deformação permanente de impacto (mm) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1).

Tempo (dia)	TRATAMENTOS				
	ZEÍNA 400	ZEÍNA 500	CERAI	CERAP	CONTROLE
0	4,42 c A	4,42 c A	4,42 c A	4,42 c A	4,42 c A
3	4,13 a A	4,00 a A	3,60 b B	3,85 b B	4,12 a A
10	3,62 b B	3,47 b B	3,90 b A	4,00 a A	3,95 a A
17	3,65 b A	3,59 b A	3,60 b A	3,50 c A	3,59 b A
24	3,89 b A	3,96 a A	3,56 b B	3,57 c B	3,59 b B
31	4,20 a A	4,53 c A	3,60 b B	3,80 b B	3,65 b B
38	4,40 c A	4,45 c A	3,80 b B	3,92 a B	3,88 a B
45	4,30 c A	4,50 c A	3,60 b B	3,79 b B	3,89 a B
52	-	-	3,70 b B	3,90 a A	3,97 a A

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a - c) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - B) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos

A duração do impacto também é uma medida inversa à dureza. Pelos resultados obtidos durante o ensaio de impactos (Tabela 4) foi observado que no final do período de armazenamento a cobertura à base de zeína usada na forma mais diluída (ZEÍNA 500) foi o tratamento que registrou o valor mais alto (9,75ms.) seguida do ZEÍNA 400 (8,63 ms.) e do CONTROLE (7,50 ms.). De posse destes dados pode-se especular que o etanol a 95%, usado como diluente no preparo das coberturas a base de zeína, pode ter contribuído na mudança da textura dos frutos e no caso da ZEÍNA 500 estas mudanças foram mais significativas. O tratamento que usou a imersão dos frutos na emulsão de cera (CERAI) não apresentou diferenças significativas ao longo do período de conservação, mas mostrou-se significativamente diferentes quando comparado aos tratamentos CERAP e CONTROLE a partir do 38º dia. A partir do 31º dia de conservação os frutos do tratamento CERAI apresentaram valores mais baixos que os outros tratamentos, a que mostrou-se significativos até o final do experimento.

Tabela 4 - Evolução da duração do impacto (ms.) aplicada sobre cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1).

Tempo (dia)	TRATAMENTOS				
	ZEÍNA 400	ZEÍNA 500	CERAI	CERAP	CONTROLE
0	7,11 a A	7,11 a A	7,11 a A	7,11 a A	7,11 a A
3	7,63 b A	7,00 a B	6,85 b C	7,10 a B	7,16 a B
10	7,00 a A	6,75 b B	7,10 a A	7,00 a A	7,12 a A
17	7,00 a A	6,75 b B	6,90 b A	7,00 a A	7,00 a A
24	7,57 b A	7,71 c A	6,80 b B	6,57 b B	6,88 b B
31	8,50 c A	8,50 d A	6,80 b B	6,90 b B	6,89 b B
38	8,63 c B	9,00 e A	6,80 b D	7,20 c C	7,30 c C
45	8,63 c B	9,75 f A	6,90 b E	7,25 c D	7,50 d C
52	-	-	6,80 b C	7,30 c B	8,00 e A

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a - f) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - E) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos

Os dados de resposta dos parâmetros de impactos obtidos foram submetidos a uma série de análises objetivando encontrar o modelo matemático que melhor descrevesse a relação da força máxima, deformação máxima, deformação permanente e tempo de duração do impacto, frente ao período de conservação.

Através dos resultados desta análise, foi escolhida a equação 2:

$$y = a_1 + a_2x + a_3x^2 + a_4x^3 \quad (2)$$

onde

y = variável avaliada

x = período de amadurecimento (dia)

$a_1, a_2, a_3, a_4$  = valores da equação que representam a relação entre a variável analisada frente ao período de conservação

Na Tabela 5 constam os coeficientes de correlação encontrados para cada parâmetro de impacto de cada tratamento. Pode-se observar que o modelo escolhido apresentou coeficientes próximos a 90% para FM, DM, DP e DI nos tratamentos ZEÍNA 400, ZEÍNA 500 e CONTROLE. Esta alta correlação demonstra, mais uma

vez, que os frutos pertencentes a estes tratamentos seguiram a tendência normal de amadurecimento durante o período de conservação. Para os frutos tratados com a emulsão à base de cera de carnaúba, os coeficientes de correlação foram mais baixos, cerca de 83% e 58% (valores médios) para o CERAP e o CERAI, respectivamente, indicando que este tipo de cobertura apresentou tendência de retardo ao processo de modificação da textura das cerejas, detectado pela baixa correlação com os parâmetros de impacto.

Em trabalho realizado por CORRÊA (1992) estudou-se a avaliação dos índices de maturação e a qualidade de abacates tratados com diferentes temperaturas e utilizando ensaios não destrutivos, dentre eles a simulação de impactos sobre os frutos, e foi constatada a mesma tendência de retardo na modificação da textura dos frutos durante o período de conservação. Nas três diferentes temperaturas que utilizou: 20°C, 6°C e 3°C, a última foi a responsável por este fenômeno, pois os resultados dos parâmetros de impacto obtidos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação entre os parâmetros de simulação de impactos aplicados em cerejas ‘Ambrunés’ e os tratamentos aplicados (Ensaio 1).

<b>PARAMETROS</b>	<b>ZEINA 400</b>	<b>ZEINA 500</b>	<b>CERAP</b>	<b>CONTROLE</b>	<b>CERAI</b>
<b>FM</b>	0,8221	0,9396	0,8706	0,9099	0,5607
<b>DM</b>	0,9193	0,9116	0,8048	0,8858	0,6033
<b>DP</b>	0,8971	0,9279	0,7689	0,9031	0,5998
<b>DI</b>	0,9601	0,9603	0,8763	0,9281	0,5707

### 5.1.2. Acidez total titulável e pH

A ATT é um dos fatores fundamentais que afetam o sabor. O fruto contém diferentes ácidos orgânicos livres ou em formas combinadas, assim como outras substâncias que têm a característica ácida. Nas cerejas, o ácido mais abundante é

málico. Os ácidos se degradam rapidamente depois da colheita se os frutos forem mantidos à temperatura ambiente. A acidez observada neste trabalho diminuiu significativamente em todos os tratamentos ao longo do período de conservação e não variou significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos até o 31º dia de conservação. Após este período, o tratamento que utilizou a imersão em cera (CERAI) apresentou – se significativamente diferente em relação aos outros tratamentos e foi o responsável por um pequeno retardo na perda de sua acidez (Figura 9). A perda da acidez em determinados frutos, como a cereja, pode ser considerada como um fator decisivo na aceitação pelos consumidores. Este fato foi comprovado por MEHERIUK *et al* (1995) quando armazenou cerejas cv. Lampins em atmosfera modificada. Os autores observaram que com o decréscimo na acidez, a pontuação de rejeição obtida na análise sensorial aumentou significativamente, indicando assim, uma preferência por frutos ligeiramente ácidos.

Com relação ao pH, a variação entre os tratamentos durante o período de conservação foi mínima, sem diferenças significativas, e foi notada uma tendência de aumento significativo durante o período de conservação. Entre os tratamentos ZEÍNA 400, ZEÍNA 500, CONTROLE, CERAP e CERAI nenhuma diferença significativa foi encontrada até o 38º dia de conservação. Após este período os frutos que foram imersos na emulsão de cera de carnaúba apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos (Figura 10). Esta tendência para os valores de acidez e pH também foi encontrada por HEVIA *et al.* (1998) em trabalho realizado para avaliar a influência da armazenagem refrigerada em alguns parâmetros de qualidade, utilizando cerejas cv. Coração Doce, e por DRAKE e FELLMAN (1987) quando avaliaram alguns indicadores de maturidade e qualidade de cerejas da cv. Rainier.

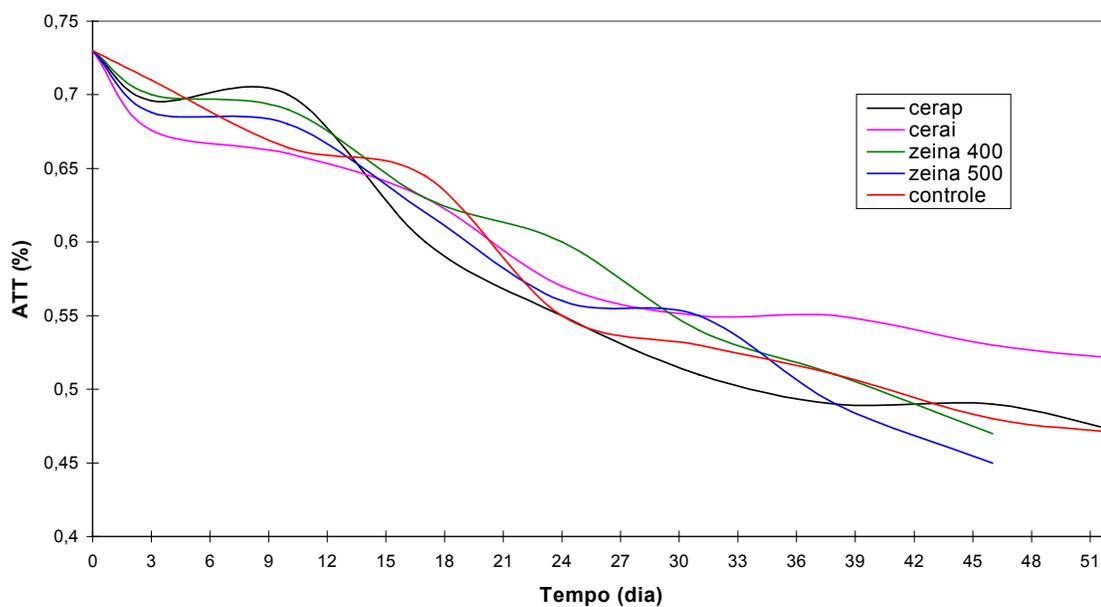


Figura 9 - Evolução da acidez total titulável (ATT) de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  - 90-95% UR) - ENSAIO-1

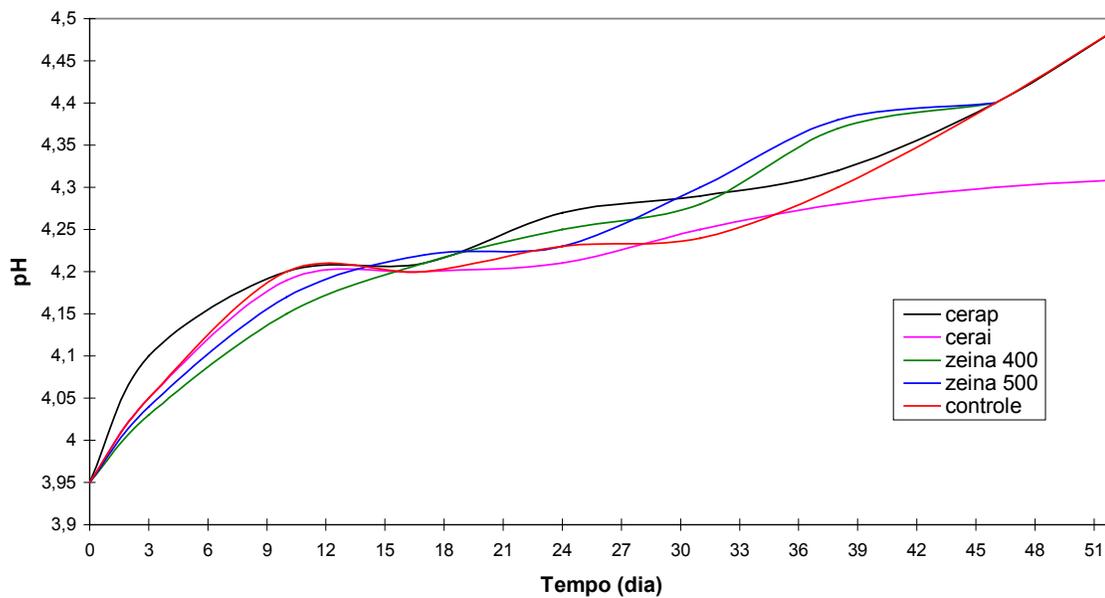


Figura 10 - Evolução do pH de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% UR) - ENSAIO-1

### 5.1.3. Sólidos solúveis totais

Neste trabalho notou-se que os tratamentos que usaram zeína como cobertura comestível apresentaram, de forma crescente, os maiores valores de sólidos solúveis totais (°Brix) durante o período de conservação, demonstrando que este tipo de cobertura não evitou a evolução dos sólidos solúveis, característico do processo de amadurecimento nas circunstâncias em que foram utilizadas. Comparando-se as cerejas cobertas com zeína e as sem coberturas (controle), pode-se dizer que este tipo de cobertura promoveu a aceleração do processo de amadurecimento dos frutos. Este fato pode ser comprovado pela análise dos outros atributos de qualidade e pela perda maior de água constatada nos frutos que usaram estas coberturas (Figura 11). Não houve diferença significativa entre os tratamentos com zeína. Já as cerejas controle apresentaram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) do conteúdo de sólidos solúveis, comparadas aos tratamentos que usaram emulsão de cera, a partir do 38º dia de conservação até o final do trabalho. Os tratamentos que usaram a emulsão de cera de carnaúba não apresentaram diferenças significativas entre si e este fato vem a comprovar que as coberturas à base de cera provocam um retardamento no processo de amadurecimento.

HEVIA *et al* (1998) observaram que cerejas que apresentaram evolução de coloração durante o período da conservação (de vermelho vivo para vermelho escuro) também apresentaram aumento significativo no conteúdo de sólidos solúveis. BERNALTE, GERVASINI e HERNÁNDEZ (1999) também observaram aumento no conteúdo dos açúcares durante o período de conservação refrigerada de cerejas da cv. Van. As autoras atribuem este aumento ao próprio desenvolvimento e amadurecimento dos frutos e também devido ao efeito da concentração dos sólidos solúveis por perdas de água. Resultados semelhantes foram encontrados por DRAKE e FELLMAN (1987) que trabalharam com cerejas da cv. Rainer. Estes observaram aumento no conteúdo dos sólidos solúveis dos frutos durante sua conservação a 0° C por 6 semanas, atingindo valores médios na faixa de 19-20 °Brix no final do período de armazenagem.

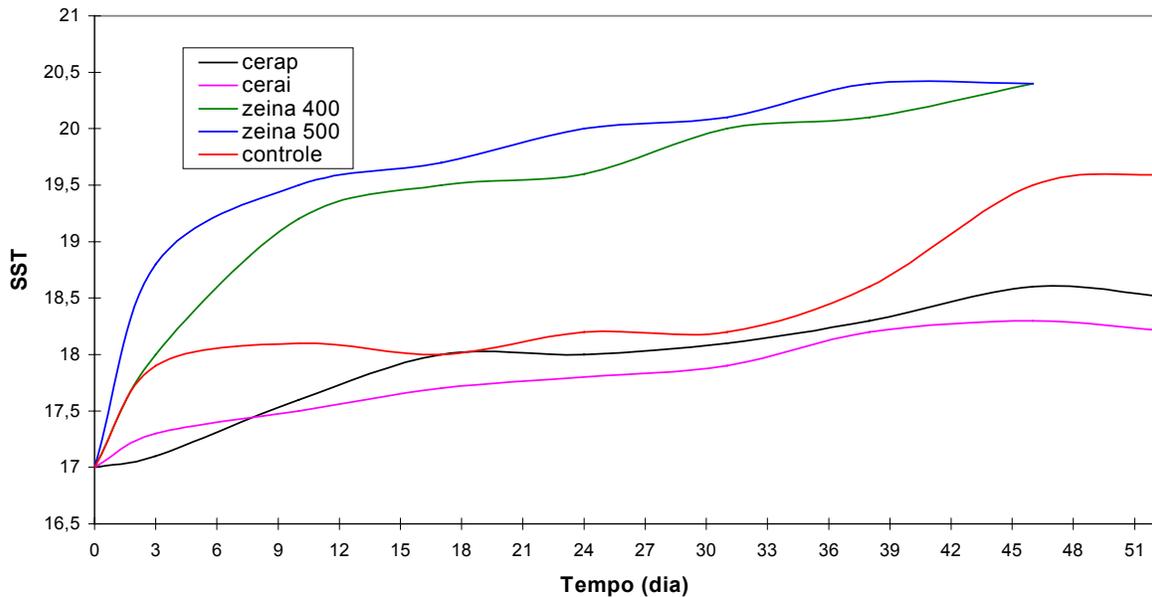


Figura 11 - Evolução do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento (5° ± 0,5°C / 90-95% UR) - ENSAIO-1

#### 5.1.4. Relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável

A relação SST / ATT é utilizada para indicar o equilíbrio doce - ácido de alimentos e nos frutos é clara a evolução inversa em suas respectivas concentrações que, normalmente, enquanto os sólidos solúveis aumentam com o amadurecimento dos frutos, as substâncias com características ácidas diminuem. Em certos frutos, como nas cerejas, se esta relação apresentar grande desequilíbrio, ou seja, se a acidez diminuir muito e aumentarem os sólidos, pode ocorrer rejeição por parte de alguns consumidores. Em trabalho realizado por MEHERIUK et al (1995), foi constatado, através de análise sensorial, que cerejas conservadas em atmosfera modificada apresentaram índice de 50% de rejeição do sabor quando a acidez atingiu valor muito baixo no final de 8 semanas de armazenagem.

Neste trabalho notou-se, através dos resultados contidos na Tabela 6, que todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ao longo do tempo de conservação. Os tratamentos ZEÍNA 400 e ZEÍNA 500 apresentaram diferenças significativas entre si até o final do período de conservação, destacando o tratamento de ZEÍNA 500 que apresentou o maior valor desta relação. Os tratamentos à base de cera de carnaúba apresentaram diferenças significativas entre si e os menores valores desta relação até o final do trabalho, e o tratamento CERAI registrou o menor valor de todos os tratamentos.

Tabela 6 – Relação entre sólidos solúveis totais / acidez total titulável de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de armazenamento (Ensaio 1)

<b>Tempo (dia)</b>	<b>CERAP</b>	<b>CERAI</b>	<b>ZEÍNA 400</b>	<b>ZEÍNA 500</b>	<b>CONTROLE</b>
0	23,3 a A	23,3 a A	23,3 a A	23,3 a A	23,3 a A
3	24,6 b B	25,6 b B	25,7 b B	27,3 b A	25,2 b B
10	25,1 b B	26,5 b B	27,8 b A	28,7 b A	27,2 c A
17	30,0 c B	28,1 c C	30,9 c B	31,8 c A	27,9 c C
24	32,7 d B	31,2 d C	32,7 d B	35,7 d A	33,1 d B
31	35,5 e B	32,5 d C	37,0 e A	37,5 e A	34,3 d B
38	37,3 f C	33,1 e D	39,4 f B	41,6 f A	36,5 e C
45	37,9 f D	34,5 e E	43,4 g B	45,3 g A	40,6 f C
52	39,4 g B	35,0 e C	-	-	41,7 g A

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a -g) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo.

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - E) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos.

#### 5.1.5. Perda de peso

A evolução das perdas de peso, para os cinco tratamentos, representados na Figura 12, demonstra de forma muito clara o efeito da cobertura que usou a emulsão de cera de carnaúba na forma de imersão na redução destas perdas através da sua função

barreira ao vapor de água, pois apresentou valores significativamente menores ( $P < 0,05$ ) de perdas de peso quando comparados aos outros tratamentos. Todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ao longo do período de conservação. Não obstante, observam-se resultados opostos aos tratamentos a base de zeína que de alguma forma aumentou a permeabilidade dos frutos ao vapor de água. As coberturas a base de zeína não apresentaram diferenças significativas entre si, mas apresentam estas diferenças quando comparadas aos outros três tratamentos. O tratamento que usou a emulsão de cera na forma pulverizada não apresentou diferenças significativas com os frutos controle.

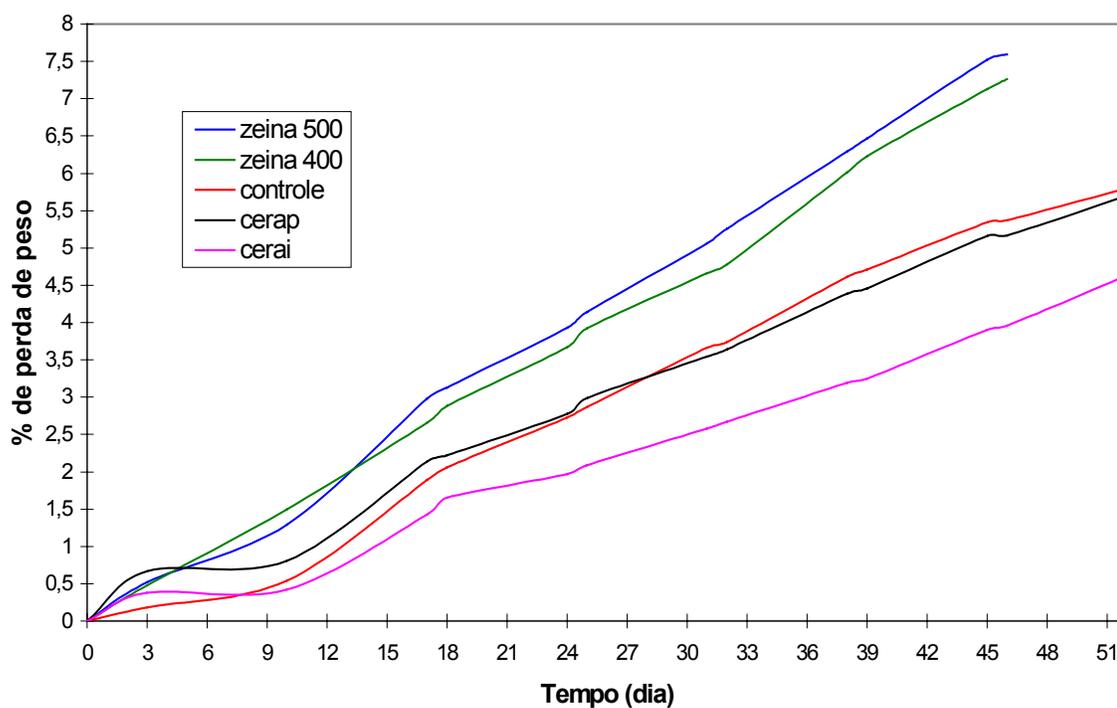


Figura 12 - Perda de peso de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% UR) - ENSAIO-1

### 5.1.6. Cor

A mudança na coloração das cerejas durante o processo de amadurecimento é devido à degradação da clorofila e a biossíntese de antocianina. Alterações no valor de  $L^*$  (luminosidade) e  $a^*$  (verde-vermelho) estão diretamente relacionadas com mudanças na superfície de leitura (textura da epiderme) e escurecimento da mesma devido às mudanças nos pigmentos.

Em trabalho realizado por MEHERIUK *et al.* (1995), utilizando cerejas cv. Lampins embaladas com atmosfera modificada, foi observado que o valor de  $L^*$  dos frutos apresentou uma tendência de diminuição até a oitava semana. Os autores concluíram que a perda de luminosidade provavelmente estaria relacionada com as mudanças na textura da epiderme dos frutos (enrugamento) e denominaram tal fenômeno como “pele de crocodilo”.

VIDRIH, ZAVRTANIK e HRIBAR (1998), estudando o efeito da variação das concentrações de  $O_2$ ,  $CO_2$ , acetaldeído e etanol sobre a fisiologia pós-colheita de cerejas cv. Van, colhidas antes de atingirem a maturidade ótima de consumo, também observaram a tendência na diminuição dos valores de  $L^*$  e aumento nos valores de  $a^*$  dos frutos armazenados a  $0^\circ C$  por 20 dias.

BERNALTE, HERNÁNDEZ e GERVASINI (1999) estudaram a influência do armazenamento refrigerado de cerejas em diferentes graus de maturidade. Através do parâmetro cor da epiderme, foi encontrada uma tendência de diminuição dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  à medida que aumentava o grau de maturidade dos frutos. Para frutos com grau de maturidade bem avançado, estes valores se apresentaram muito baixo e representaram frutos com aparência mais escura que o normal.

Nas Tabelas 7, 8 e 9 estão registrados os valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respectivamente. Devido ao brilho conferido pela emulsão de cera de carnaúba na superfície dos frutos, os valores de  $L^*$  (luminosidade) apresentaram uma estabilidade para os tratamentos CERAI e CERAP até o 31º dia de conservação, não apresentando diferenças significativas ao longo deste período. Entretanto, esses tratamentos

diferenciaram-se significativamente ( $P < 0,05$ ) entre si. O tratamento controle apresentou uma diminuição suave, mas significativa, ao longo do período estudado e os tratamentos com zeína mostraram uma tendência significativa de aumento até o final do período de conservação. Para os tratamentos com zeína, isto pode ser explicado pelo ressecamento da capa esbranquiçada e sua influência direta nas leituras de cor.

Na Tabela 8 observa-se que todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ao longo do período de conservação e que o parâmetro de cor  $a^*$  (relacionado com o componente de cor verde-vermelho) foi significativamente superior nos frutos que usaram a emulsão de cera de carnaúba na forma de imersão, demonstrando, mais uma vez, que este tratamento teve a capacidade de reter a coloração vermelha por mais tempo. Os tratamentos que usaram cobertura a base de zeína apresentaram valores significativamente mais baixos que os outros tratamentos, e apresentaram diferenças entre si, a partir do 10º dia de conservação.

Para o parâmetro  $b^*$  (relacionado com a cor azul-amarelo), Tabela 9, notou-se que as coberturas de zeína sustentaram valores significativamente altos até o final do experimento e não apresentaram diferenças significativas entre si a partir do 17º dia de conservação. Este fato deveu-se à coloração esbranquiçada conferida pela cobertura aos frutos. Os tratamentos CERAI, CERAP e CONTROLE apresentaram diferenças significativas entre si até o final do período estudado. O tom azulado vai se intensificando ao longo do armazenamento.

Tabela 7 – Valores do parâmetro L\* (luminosidade) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1)

<b>Tempo (dia)</b>	<b>CONTROLE</b>	<b>CERAI</b>	<b>CERAP</b>	<b>ZEÍNA 400</b>	<b>ZEÍNA 500</b>
0	32,61 a A	32,61 a A	32,61 a A	32,61 a A	32,61 a A
3	29,03 b A	26,73 b C	26,41 b D	26,20 b D	27,07 b B
10	28,33 b A	27,68 b B	26,43 b C	28,78 c A	28,98 c A
17	24,10 c D	27,27 b B	26,54 b C	30,42 d A	31,71 d A
24	25,36 d D	27,17 b C	26,36 b C	46,78 e A	31,81 d B
31	24,84 c D	27,02 b C	26,30 b C	46,80 e A	34,07 e B
38	24,21 c E	26,85 b C	25,40 d D	46,84 e A	36,07 f B
45	23,20 e D	26,15 c B	25,20 d C	44,09 f A	44,20 g A
52	22,46 f C	26,05 c A	24,80 d B	-	-

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a -g) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo.

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - E) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos.

Tabela 8 – Valores do parâmetro a\* (componente de cor verde-vermelho) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1).

<b>Tempo (dia)</b>	<b>CONTROLE</b>	<b>CERAI</b>	<b>CERAP</b>	<b>ZEÍNA 400</b>	<b>ZEÍNA 500</b>
0	30,83 a A	30,83 a A	30,83 a A	30,83 a A	30,83 a A
3	31,32 a A	25,54 b B	24,71 b B	21,22 b C	19,52 b C
10	27,89 b A	24,58 c B	22,18 c C	15,32 c E	17,85 c D
17	16,39 c C	24,53 c A	21,18 c B	9,34 d E	13,20 d D
24	12,37 d C	23,90 c A	16,50 d B	4,58 e E	10,98 e D
31	11,10 e B	20,39 d A	12,00 e B	3,92 e D	8,30 f C
38	9,99 f B	14,62 e A	8,53 f C	3,07 f E	6,00 g D
45	6,50 g B	9,85 f A	6,00 g B	3,00 f C	4,00 h C
52	5,20 h B	6,80 g A	4,40 h B	-	-

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a -h) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo.

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - E) não existem diferenças significativas (P<0,05), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos.

Tabela 9 – Valores do parâmetro  $b^*$  (componente de cor azul-amarelo) de cerejas ‘Ambrunés’ durante o período de conservação (Ensaio 1).

Tempo (dia)	CONTROLE	CERAI	CERAP	ZEÍNA 400	ZEÍNA 500
0	12,61 a A				
3	13,07 a A	9,64 b B	9,17 b B	8,01 b C	7,73 c C
10	11,02 a A	9,33 b B	8,48 c B	8,22 b B	7,42 c C
17	5,17 c D	9,26 b A	7,90 c B	6,28 c C	7,16 c B
24	3,65 d D	8,92 b A	4,85 d C	6,77 c B	6,54 d B
31	2,55 e D	7,19 c A	3,76 d C	6,55 c B	6,56 d B
38	2,80 e C	5,98 c A	2,57 e C	6,10 c B	6,55 d B
45	1,32 f D	3,49 d C	1,81 f D	4,89 d B	5,50 e A
52	1,02 f B	2,53 e A	1,17 f B	-	-

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a -g) não existem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo.

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - E) não existem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos.

#### 5.1.6.1. Índice de cor

Diferentes autores têm proposto fórmulas, a partir destes parâmetros, com o objetivo de avaliá-los em conjunto. Na Figura 13 está representada a variação do índice de cor ( $IC = L^* \cdot a^*/b^*$ ), que melhor representou os dados deste trabalho, frente ao tempo de conservação. Pode-se notar que os tratamentos que utilizaram a emulsão de cera de carnaúba sofreram pouca alteração durante o período de armazenagem não apresentando diferenças significativas entre si, indicando ser uma cobertura eficaz na manutenção da coloração vermelho “vivo” ( $IC=80$ ), considerada a mais atraente pela maioria dos consumidores. O tratamento controle apresentou aumento significativo nos valores, a partir do 38º dia, passando do vermelho “vivo” para vermelho “púrpura” (mais escuro). Os tratamentos ZEÍNA 400 e ZEÍNA 500 apresentaram uma queda vertiginosa nos valores do índice de cor desde o início dos ensaios. Esses tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si ( $P < 0,05$ ), mas apresentaram ao longo do período de conservação. Os frutos com zeína mostraram-se uma coloração esbranquiçada (atípica) e sem brilho, levando à total rejeição por parte dos provadores na análise sensorial.

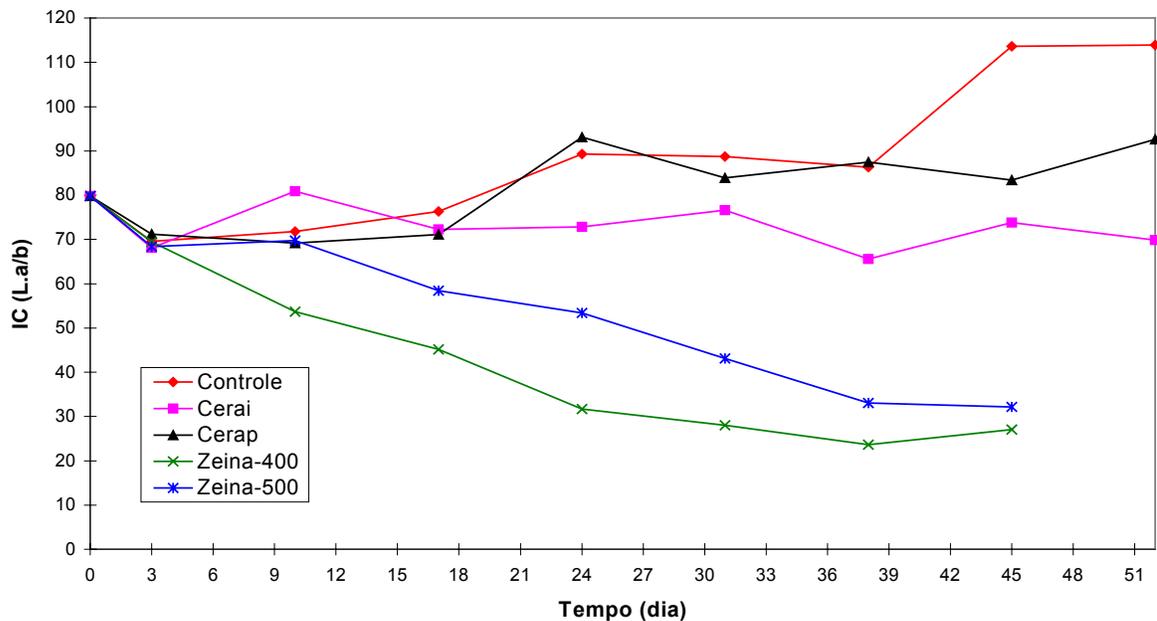


Figura 13 - Evolução do índice de cor (IC) de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.) - ENSAIO-1

### 5.1.7. Análise sensorial

Finalizado o período de conservação, relativos aos 15, 30, 45 e 52 dias de armazenamento, a pontuação das quatro análises sensoriais (três realizadas a intervalos de 15 dias e a última de 7 dias) desta ensaio apresentou resultados bastantes diferenciados em relação aos cinco tratamentos. Os resultados da análise de variância para a comparação das médias indicaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos, segundo o teste de Tukey. Através das Figuras 14 a 17 pode-se observar que o tratamento com imersão de cera de carnaúba usado nas cerejas apresentou os melhores resultados em todos os parâmetros analisados até o final do trabalho. Em contra partida, os frutos que usaram a zeína como cobertura comestível, apresentaram os piores resultados desta análise, pois sua deterioração ocorreu mais rapidamente que

nos outros tratamentos e os frutos não conseguiram chegar ao final do mesmo período de conservação dos frutos controle e dos que usaram a emulsão de cera como cobertura.

O parâmetro cor só apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ZEÍNA 400 e ZEÍNA 500 na primeira avaliação realizada aos 15 dias de conservação. Este fato pode ter sido devido à diferença na dissolução das soluções a base de zeína, pois a mais diluída (ZEÍNA 500) apresentou pontuação ligeiramente maior que a ZEÍNA 400. A baixa pontuação na aceitação destes dois tratamentos foi notada até o 45º dia de conservação e apresentaram uma coloração esbranquiçada e totalmente fora de padrão de qualidade desde o início do experimento. Os tratamentos com CERAP e CONTROLE até o 45º dia de conservação não apresentaram diferenças significativas, passando a diferenciarem-se a partir da análise do 52º dia e o tratamento controle finalizou o período da conservação com aceitação próxima à apresentada pelos tratamentos com zeína no início do trabalho. A imersão em cera, desde o início, conseguiu manter a melhor pontuação. Este fato confirma uma diferenciação numérica dos valores de  $a^*$  das cerejas correspondentes aos tratamentos CERAI, CERAP e controle até o 45º dia (Tabela 8). Estes resultados podem ser atribuídos ao brilho da cera conferido aos frutos que influenciaram na decisão de preferência dos provadores. Mesmo assim, os tratamentos que utilizaram a emulsão de cera de carnaúba se apresentaram como um recurso importante na retenção da cor vermelha, pois apresentaram uma tendência em manter os valores de  $a^*$  estáveis, próximos aos que tinham apresentados os frutos quando foi iniciada a pesquisa, em quase metade de todo o período de conservação (Tabela 8). A utilização de uma escala de cores de referência mostrou ser bastante útil na diferenciação e na preferência da evolução da cor dos frutos durante o período de conservação, além de facilitar na identificação visual mais aproximada da graduação da cor vermelha escolhida pelos provadores. A cor de referência preferida como parâmetro de qualidade foi a de número 318 (Figura 8), que coincidiu na maioria da pontuação do tratamento que utilizou a emulsão de cera na forma de imersão. A cor mais escura (número 532) confirmou a baixa pontuação na

preferência dos provadores que foi escolhida como mais representativa para o tratamento CONTROLE, pois os frutos terminaram o ensaio apresentando coloração vermelha escura.

Com relação ao sabor, os tratamentos que utilizaram a emulsão de cera de carnaúba não apresentaram diferenças significativas entre si até 45º dia de conservação (Figura 16). No 52º dia (Figura 17) a emulsão de cera de carnaúba aplicada por imersão apresentou melhor aceitação que a pulverizada. O tratamento CONTROLE apresentou uma queda significativa na pontuação a partir do 45º dia de conservação e finalizou com uma pontuação semelhante aos tratamentos com zeína, observados no início da conservação. Os frutos controle finalizaram o período de estudo apresentando sabor de fruto “passado”. Talvez sugestionados pela cor e pelo péssimo aspecto do fruto, já que não foi realizada nenhuma prova sensorial no escuro, os valores encontrados para os tratamentos que utilizaram a zeína foram baixos e a rejeição foi alta. Infelizmente, não foi possível saber se existe ou não alteração no sabor dos frutos provocada exclusivamente pela cobertura a base de zeína.

O parâmetro aspecto apresentou pouca variação na pontuação dos tratamentos durante o período de conservação, com os melhores resultados para o tratamento imersão em cera de carnaúba. Houve diferenças significativas entre esta, o controle e a cera pulverizada até o final do trabalho. Diferenças significativas entre os tratamentos que utilizaram zeína só apareceram a partir do 30º dia do período de conservação (Figura 15). As cerejas cobertas com zeína foram consideradas como as que apresentaram as mais baixas pontuações devido a coloração esbranquiçada resultante da aplicação desta solução. Estudos feitos por PARK, CHINNAN e SHEWFELT (1994a) sobre os efeitos da cobertura comestível a base de zeína na qualidade e vida de armazenagem de tomates, deixaram dúvidas sobre a aceitação dos consumidores em relação ao uso da zeína em produtos frescos, pois neste trabalho os frutos usados na análise sensorial foram avaliados pelos provadores sem a cobertura de zeína. Tal propósito foi justificado pelos autores como uma maneira de evitar possíveis interferências da cobertura na preferência dos provadores. Esta prática não se enquadra

para análises de condições normais de comercialização, pois além de adicionar mais uma etapa no preparo final da venda dos frutos, aumentando os custos, os mesmos poderão sofrer danos durante a manipulação. Os frutos tratados com cera de carnaúba na forma de imersão apresentaram uma especial preferência pelos provadores, pois além da manutenção da cor, os frutos mostraram-se com mais brilho e mais atrativos quando comparados com os outros tratamentos.

O parâmetro textura foi avaliado pela resistência dos frutos ao serem mastigados. O tratamento CERAI, CERAP e CONTROLE não apresentaram diferenças significativas até 30º dia (Figura 14 e 15). A partir desta data, a pontuação dos frutos controle foi diminuindo significativamente e o tratamento de cera por imersão foi considerado o melhor até o final do período observado, seguido pelo de cera pulverizada. Os frutos cobertos com zeína apresentaram os piores resultados e não tiveram diferenças significativas entre si até o 45º dia de conservação (Figura 14, 15 e 16). Frutos destes tratamentos mostraram-se menos resistentes e menos atrativos. Estas observações vêm a confirmar que a diminuição da resistência dos frutos durante o período de conservação está diretamente relacionada com o processo de amadurecimento e que as coberturas mais eficientes tendem a retardar este processo sem alterar as características iniciais do produto. Resultados obtidos através da realização dos ensaios de impacto, punção da epiderme e compressão corroboram esta afirmação. Este fato também leva a crer que os tratamentos que utilizaram a emulsão de cera de carnaúba são mais eficazes no controle do amadurecimento, pois apresentam melhores propriedades de barreira seletiva a gases e vapor de água quando comparadas com outros tratamentos.

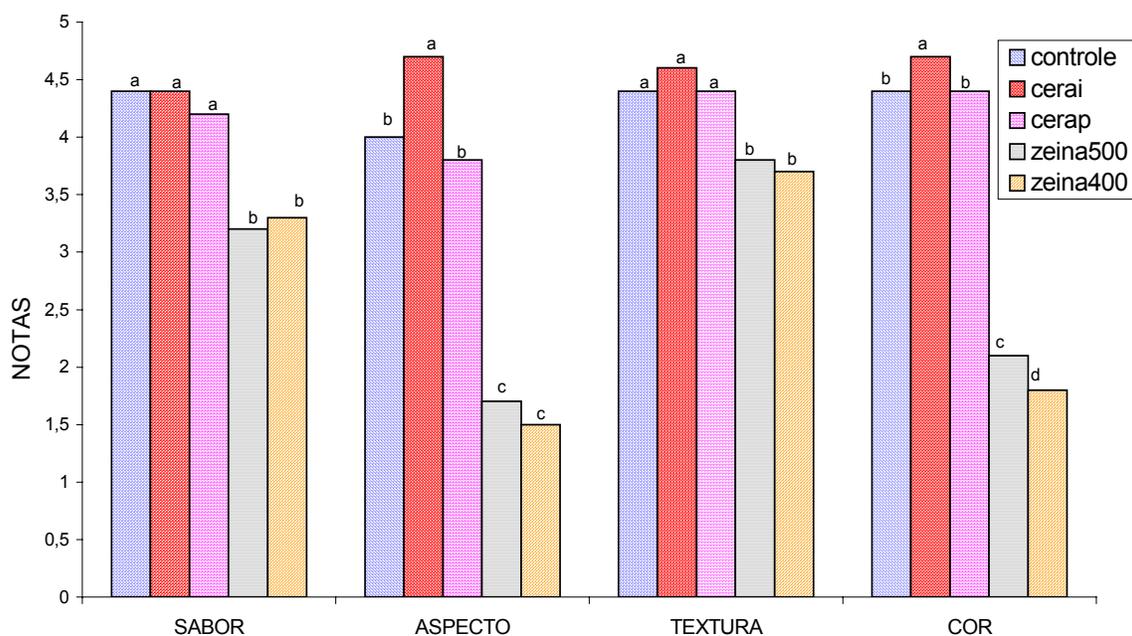


Figura 14 – Resultado da análise sensorial de cerejas 'Ambrunés' no 15º dia de conservação (ENSAIO-1)  
 \* Colunas com a mesma letra (a -d) não diferem significativamente (P<0,05) - teste de Tukey  
 Nota máxima 5 e mínima 0

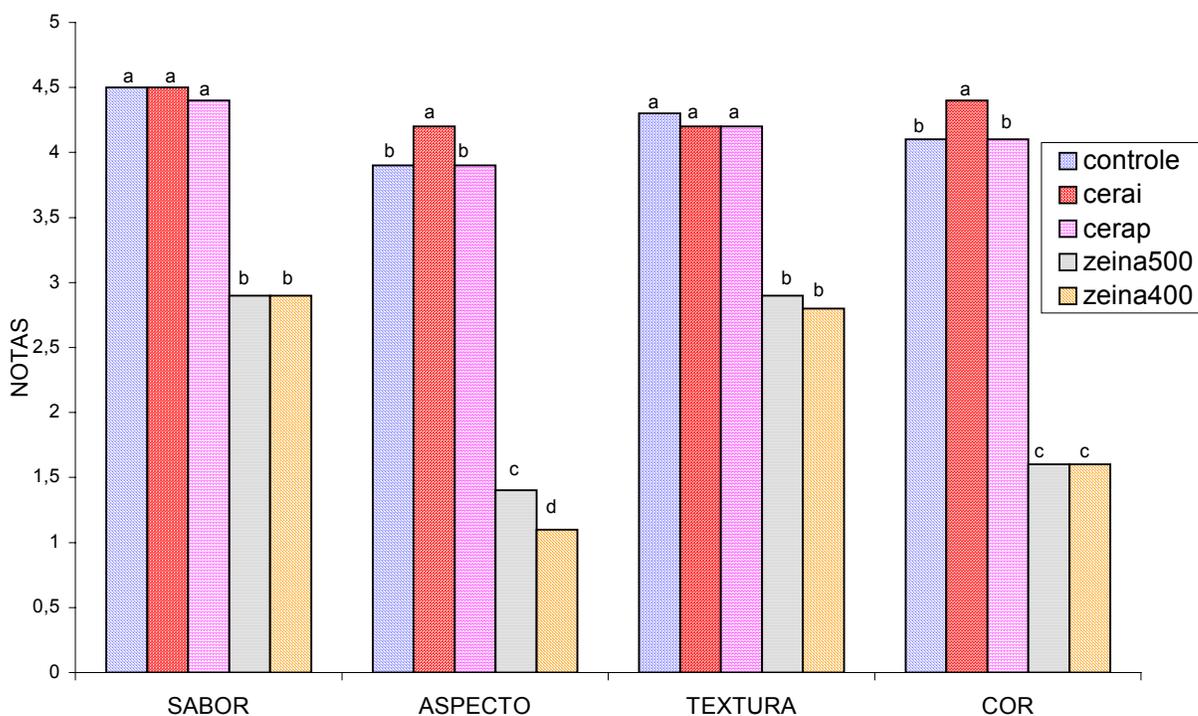


Figura 15 – Resultado da análise sensorial de cerejas 'Ambrunés' no 30º dia de conservação (ENSAIO-1)  
 \* Colunas com a mesma letra (a -d) não diferem significativamente (P<0,05) - teste de Tukey  
 Nota máxima 5 e mínima 0

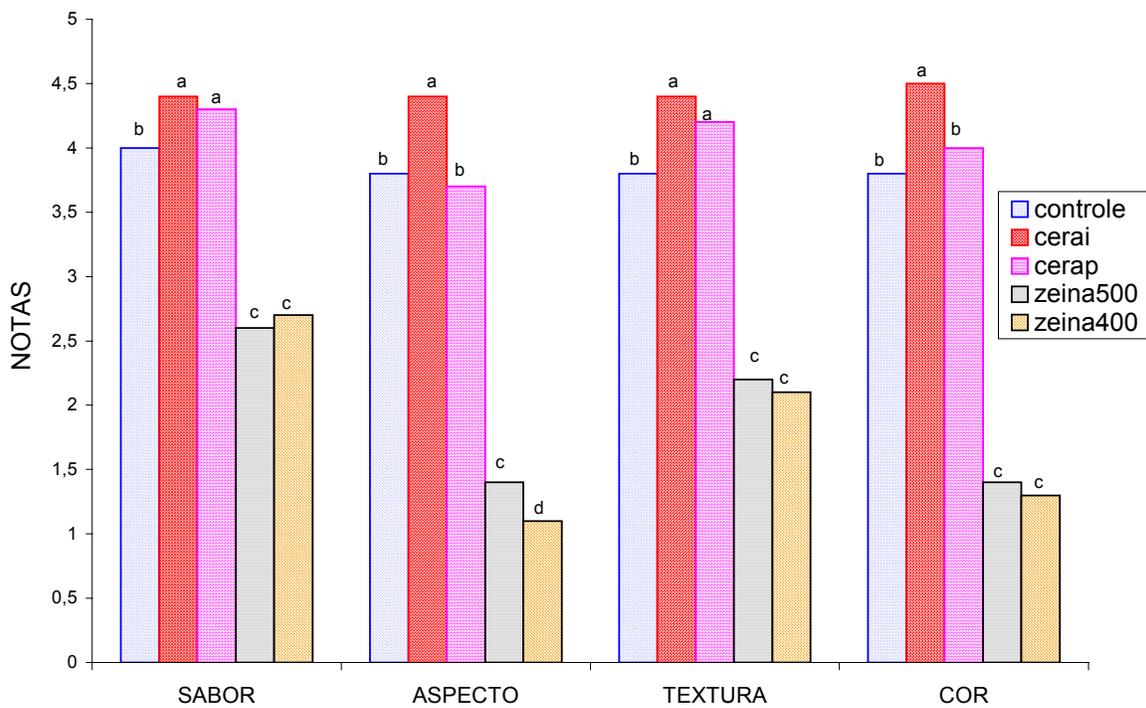


Figura 16 – Resultado da análise sensorial de cerejas 'Ambrunés' no 45º dia de conservação (ENSAIO-1)  
 \* Colunas com a mesma letra (a -d) não diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) - teste de Tukey  
 Nota máxima 5 e mínima 0

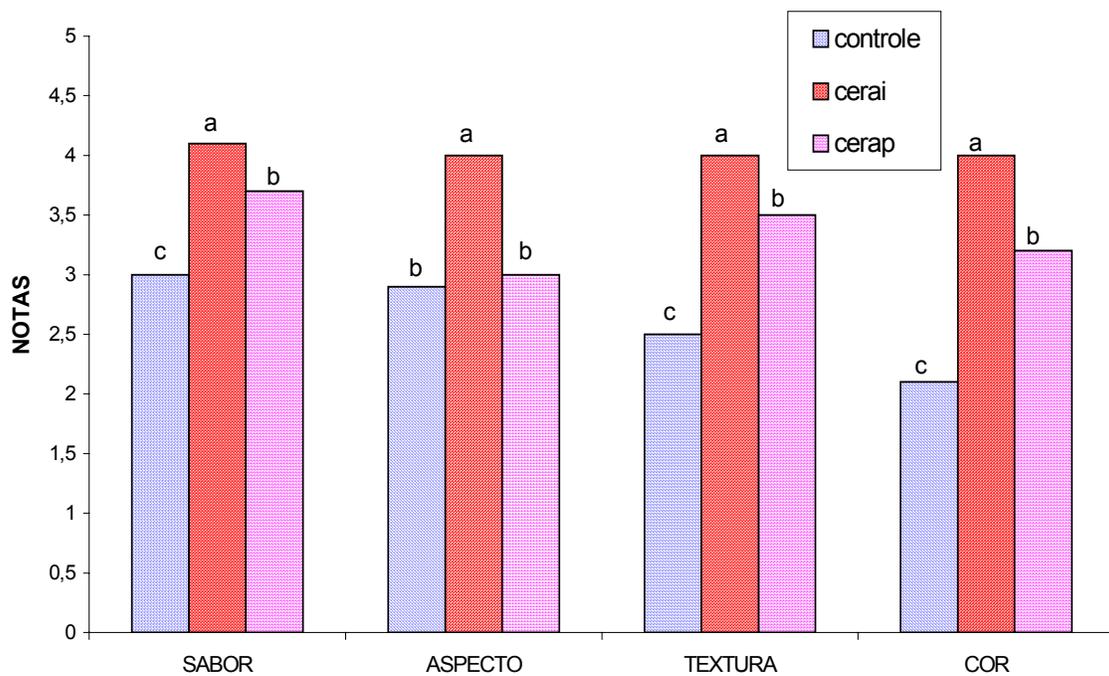


Figura 17 – Resultado da análise sensorial de cerejas 'Ambrunés' no 52º dia de conservação (ENSAIO 1)  
 \* Colunas com a mesma letra (a -d) não diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) - teste de Tukey  
 Nota máxima 5 e mínima 0

#### 5.1.8. Punção da epiderme

Em geral, nos ensaios tradicionais de firmeza (penetração, punção e compressão) se mede a força de resistência do fruto ao ser perfurado ou comprimido a certa profundidade de deformação. No ensaio de punção da epiderme do fruto, a representação gráfica mais utilizada é a força máxima alcançada (N) com a resistência produzida quando se dá a ruptura da epiderme. Segundo RUIZ ALTISENT e VALERO (1998) trata-se de um ensaio muito adequado para frutos pequenos ou com líquidos internos (damasco, cereja, tomate, uva). Na Figura 18 pode-se observar que logo no início dos testes os frutos tratados com a emulsão de cera de carnaúba apresentaram-se mais resistentes se comparados com os controles, caracterizando assim a importância desta cobertura no aumento da proteção mecânica aos frutos. O tratamento com cera por imersão apresentou valores significativamente mais altos ( $P < 0,05$ ) da força aplicada para rompimento da epiderme (N) e maior estabilidade da resistência dos frutos ao longo do período de conservação. Os tratamentos CERAP e CONTROLE apresentaram uma queda brusca na resistência à penetração a partir do 38º dia de conservação, fato este que se pode atribuir como o início da senescência dos frutos submetidos a estes tratamentos. Fato semelhante ocorreu com os frutos tratados com as coberturas a base de zeína que não apresentaram diferenças significativas entre si, entretanto, estes apresentaram os menores valores de resistência à punção e o início da queda da resistência, foi notado a partir do 17º dia após o início da conservação. Estes resultados confirmam os obtidos anteriormente em outros ensaios que indicaram a tendência dos tratamentos a base de zeína em promover uma aceleração do processo de senescência dos frutos tratados.

A resistência mecânica da epiderme diminui com o avanço do amadurecimento, entretanto, todos os tratamentos passaram a apresentar, em determinado momento, uma subida brusca nesses valores que pode ser atribuído ao fato dessas amostras terem sofrido perdas de água no decorrer do armazenamento e estas perdas terem causado uma diminuição na turgescência. Nestas situações, ao aplicar as forças para punção, a

epiderme do fruto oferece mais resistência porque está mais flexível e tem mais capacidade de deformação antes da ruptura. Este fenômeno envolvendo cerejas também foi notado por BERNALTE, HERNÁNDEZ e GERVASINI (1999) quando avaliaram o armazenamento refrigerado de cerejas cv. Van com diferentes graus de maturidade.

DRAKE e FELLMAN (1987) também encontraram um inexplicável aumento da resistência mecânica, atribuído à perda de peso dos frutos, no final do período de armazenagem.

ALONSO, CANET e RODRÍGUEZ (1994) avaliaram os efeitos do congelamento sobre a textura em 6 cultivares de cerejas, dentre elas Ambrunés, e também notaram que devido a perda de água, ocasionada pelo congelamento, os frutos apresentaram uma perda de turgescência no final do período de conservação.

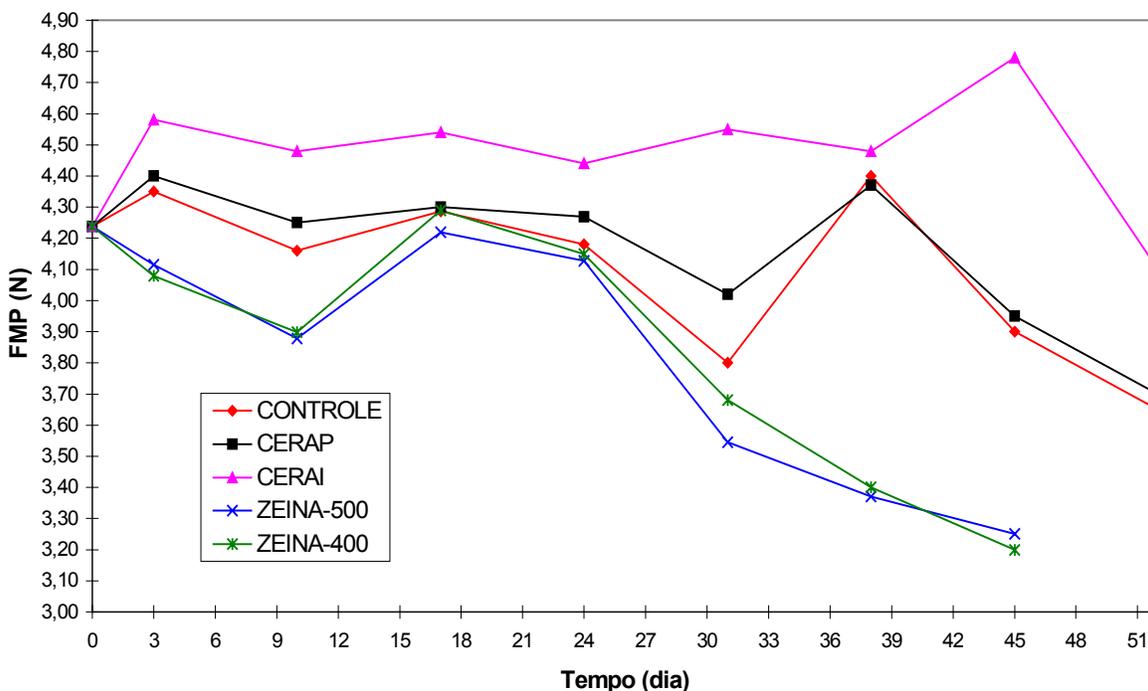


Figura 18 - Evolução da força máxima de punção (FMP) na epiderme de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.) - ENSAIO-1

### 5.1.9. Compressão dos frutos

Da mesma maneira como ocorreu com a análise nos ensaios de punção da epiderme, no ensaio de compressão a força de resistência foi medida ao se comprimir o fruto a certa profundidade de deformação. Como se pode observar na Figura 19, os resultados de compressão também confirmaram a tendência de diminuição dos valores obtidos no ensaio de punção. Esta diminuição na resistência dos frutos é resultante do amolecimento dos tecidos durante o processo de amadurecimento. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos que usaram a emulsão de cera de carnaúba, que apresentaram valores maiores de resistência dos frutos à compressão, mas houve diferenças significativas quando comparado aos tratamentos controle e os com zeína. Estes últimos, que não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre si, mostraram resultados semelhantes ao ocorrido no ensaio de punção e apresentaram queda brusca na resistência a partir do 17º e 24º dia, que pode ser indicativo do início da senescência.

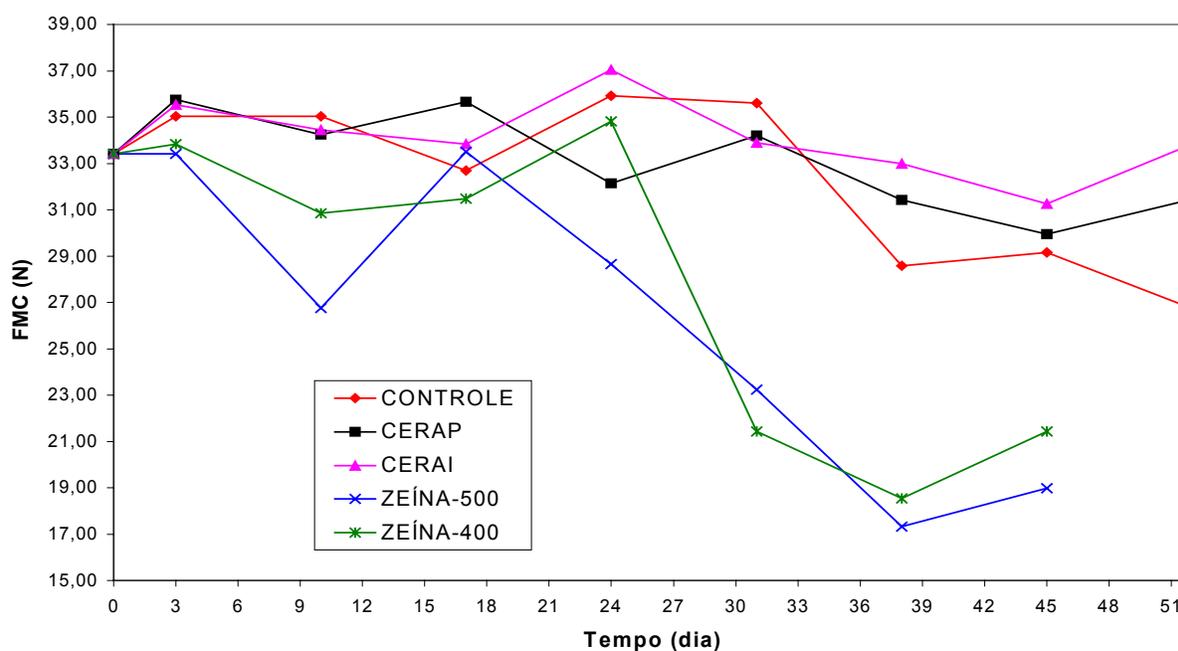


Figura 19 –Evolução da força máxima de compressão (FMC) em cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento (5± 0,5°C / 90-95% U.R.) -ENSAIO-1

#### 5.1.10. Índice de deterioração

Na Tabela 10 encontram-se os resultados da contagem, através de uma avaliação visual, dos frutos que apresentaram sinais de contaminação durante o período de conservação. Pode-se notar que os frutos que foram cobertos com zeína, mais uma vez, mostraram-se mais susceptíveis à deterioração, alcançando valores de 28% para ZEÍNA 500 e 20% para ZEÍNA 400 no 45º dia. Esta tendência já tinha sido mencionada anteriormente e estes dados vêm a corroborar para o fato de que a solução de zeína utilizada como cobertura comestível tem um efeito danoso para a película natural daquela cultivar de cereja. Os tratamentos que usaram a emulsão de cera de carnaúba mostraram os menores índices de deterioração (2%) até o final do período de conservação, fato que releva sua importância e eficácia na proteção destes frutos. Entretanto, notou-se um início de contaminação a partir do 45º dia para CERAP e no 52º dia para CERAI.

Esta simples observação realizada com os frutos antes de serem destinados a outros ensaios, teve grande importância, pois através destes índices pode-se avaliar o potencial de proteção das coberturas exercida nos frutos e o tempo máximo de conservação por elas promovidas nas condições em que foram ensaiadas. DEL RÍO et al (1998), estudando a influência de atmosferas enriquecidas com CO<sub>2</sub> na conservação de cerejas a cv. Burlat, demonstraram, através do índice de deterioração, que as cerejas que foram conservadas em sacos de polietileno selados suportaram um período de armazenagem de 10 dias a 1°C mais 5 dias a 5°C sem perder a qualidade comercial.

A detecção de fungos em frutos, principalmente em frutos cobertos com zeína e nos sem coberturas (CONTROLE), foi notada principalmente na parte superior do fruto onde se deu a retirada do pedúnculo. Esta prática, que é usual na comercialização desta cv. de cereja (picota), pode ocasionar lesões na epiderme de alguns frutos, próximo a área de inserção do pedúnculo e criar uma zona propícia à entrada de agentes deterioradores (Figuras 20 e 21). Os frutos dos tratamentos controle e os cobertos com zeína não resistiram a esta contaminação e apresentaram-se

contaminados a partir do 24º dia. Pode-se dizer que a zeína foi menos eficaz que a emulsão de cera de carnaúba na proteção da área lesionada das cerejas contra o crescimento de fungos.

Tabela 10 – Índice de deterioração de cerejas ‘Ambrunés’ armazenadas a  $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e 90 – 95% de U.R. (Ensaio 1).

TEMPO (dia)	TOTAL DE CEREJAS ANALISADAS* / TOTAL DE CEREJAS CONTAMINADAS**									
	CERAP	%	CERAI	%	ZEÍNA500	%	ZEÍNA400	%	CONTROLE	%
0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
3	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
10	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
17	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
24	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 1	2	50 / 1	2	50 / 0	0
31	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 3	6	50 / 2	4	50 / 1	2
38	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 7	14	50 / 5	10	50 / 1	2
45	50 / 1	2	50 / 0	0	50 / 14	28	50 / 10	20	50 / 3	6
52	50 / 1	2	50 / 1	2	-	-	-	-	50 / 3	6

\* Análise visual dos frutos antes da realização dos testes de Cor, Acidez, Brix, Compressão, Punção da epiderme, Impacto e Análise sensorial.

\*\* Comprovação visual de frutos contaminados por fungos

Segundo as disposições relativas à qualidade de cerejas na Espanha (MAPA, 1991), existe uma tolerância máxima de frutos que não apresentam as características mínimas de 2% para a categoria extra e 4% para categoria I. Com relação aos dados obtidos neste estudo, pode-se observar (Tabela 10) que os frutos cobertos com a emulsão de cera de carnaúba, armazenados durante 52 dias a  $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e 90-95% de U.R., atendem perfeitamente ao padrão de qualidade exigido por aquele país.

Apesar dos tratamentos que utilizaram a emulsão de cera de carnaúba (CERAI e CERAP) terem apresentados os melhores resultados na conservação das cerejas, foi realizado um segundo ensaio do trabalho comparando a emulsão de cera de carnaúba com uma cobertura a base de quitosan, que além das características desejadas de barreira a gases e proteção mecânica aos frutos, possui características de inibição do crescimento de fungos.



Figura 20 – Detalhe da lesão causada pela retirada do pedúnculo de cereja ‘Ambrunés’.

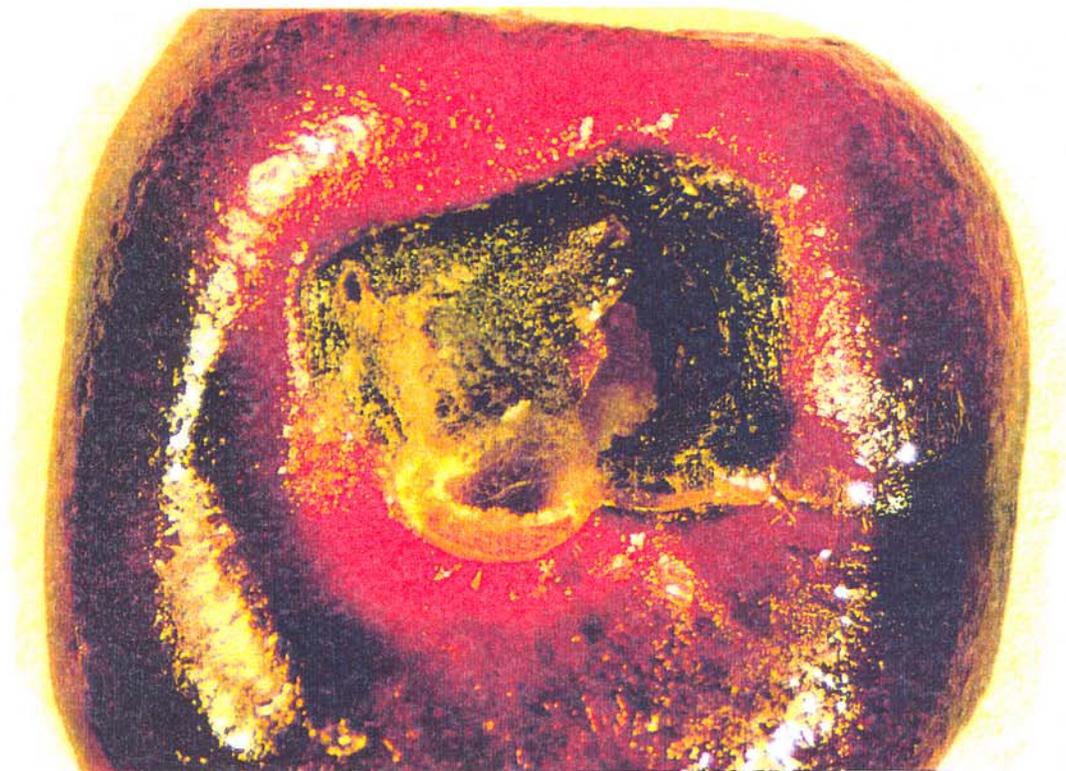


Figura 21 – Área lesionada de uma cereja ‘Ambrunés’ controle com início de contaminação fúngica.

## 5.2. ENSAIO 2

Neste segundo ensaio do trabalho foram utilizados lotes de frutos da mesma origem e cultivar do primeiro ensaio e também foram selecionados com bastante rigor para garantir a execução do trabalho com frutos mais homogêneos. Além da medição inicial dos parâmetros físico-químicos, usados durante o estudo, foram medidos o diâmetro maior e o peso médio de cem frutos, resultando nos valores 22,94mm e 6,27g, respectivamente.

### 5.2.1. Impactos mecânicos

Neste segundo ensaio foram utilizados os mesmos parâmetros de impacto selecionados para a primeira ensaio: força máxima (FM), deformação máxima (DM), deformação permanente (DP) e duração do impacto (DI).

Através da Figura 22, pode-se notar que os valores de FM só começaram a se diferenciar a partir do 14º dia, quando o tratamento controle começou a apresentar diminuição significativa na resistência dos frutos devido a força de impacto aplicada, e os tratamentos QUITOSAN e CERA não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre si até o final do período de conservação observado.

Nas Figuras 23 e 24, deformação máxima e deformação permanente, respectivamente, pode-se notar a influência das coberturas, QUITOSAN e CERA na proteção mecânica dos frutos. Observou-se que as coberturas promoveram um decréscimo na deformação dos frutos durante os testes de impacto. Os dois tratamentos, CERA e QUITOSAN, não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre si, com relação aos parâmetros DM e DP, até o final do período de conservação. Já o tratamento CONTROLE apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) dos outros dois tratamentos, mostrando tendência crescente nos valores de DM e DP.

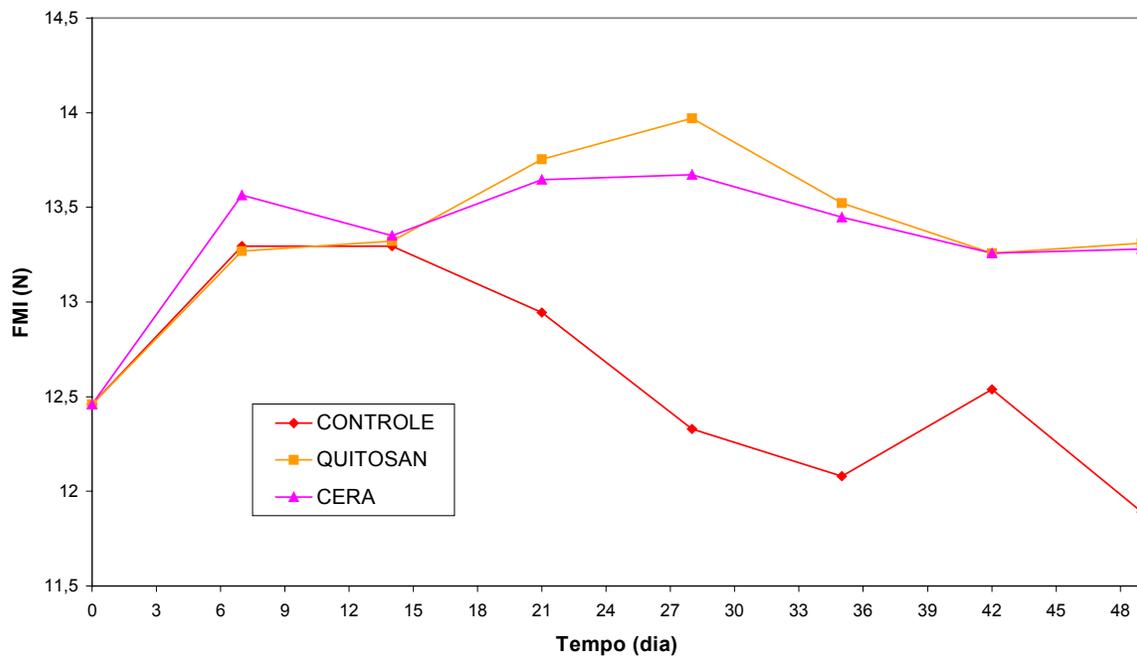


Figura 22 - Evolução da força máxima de impacto (FMI) aplicada sobre cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.)- ENSAIO-2

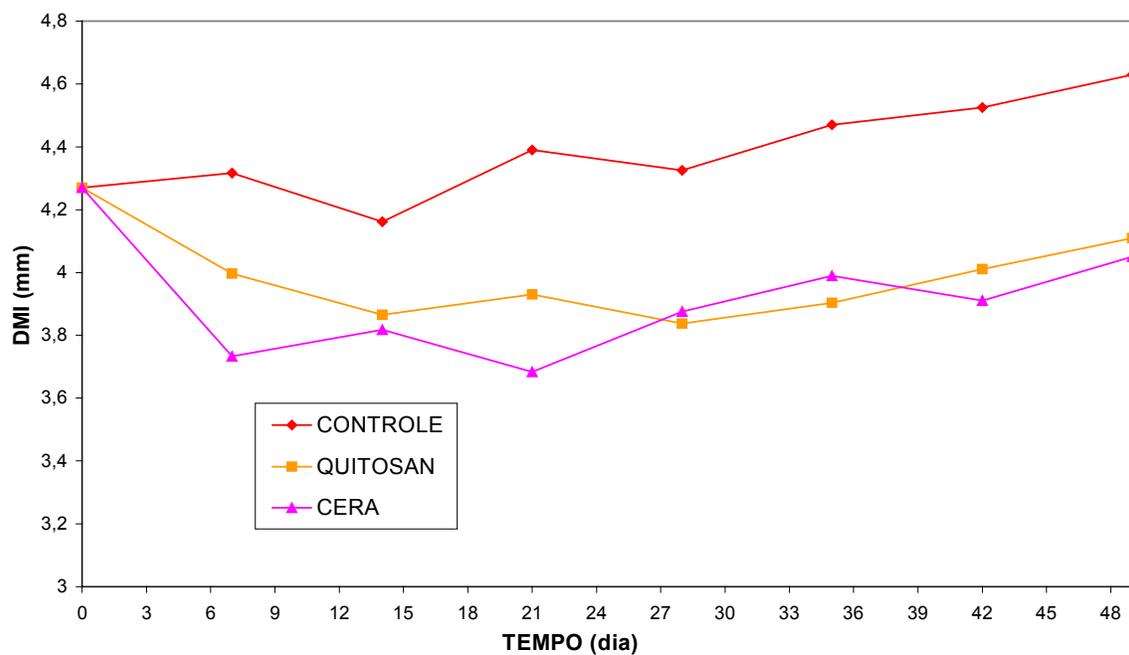


Figura 23 - Evolução da deformação máxima de impacto (DMI) aplicada sobre cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.)- ENSAIO-2

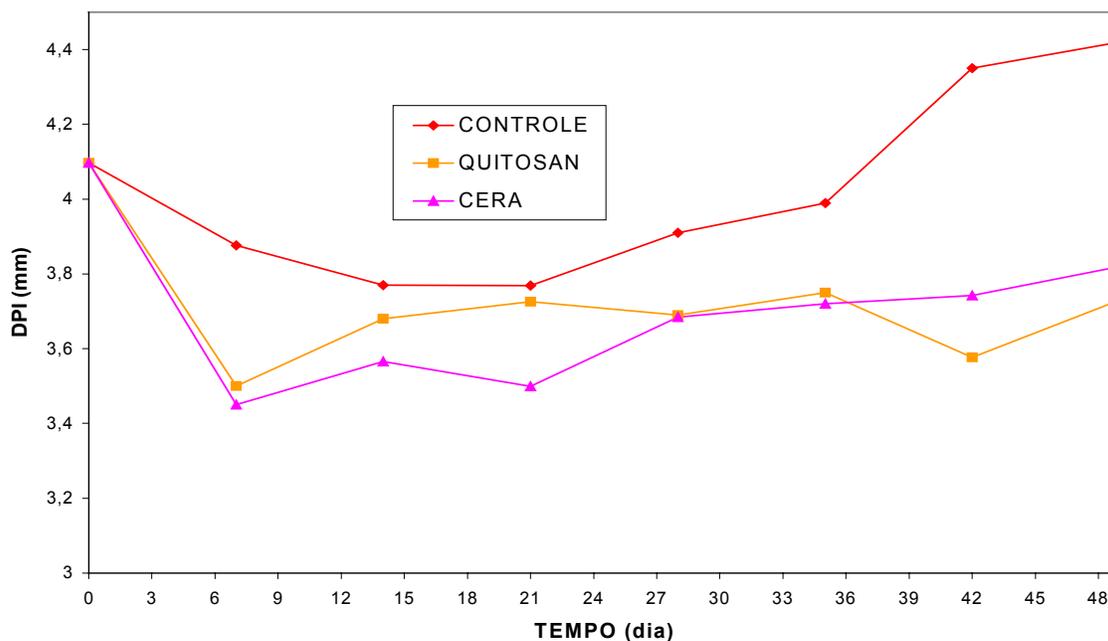


Figura 24 - Evolução da deformação permanente do impacto (DPI) em cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.) -ENSAIO-2

O parâmetro DI, que é uma medida inversa à dureza dos frutos, mostrou a mesma tendência apresentada no primeiro ensaio, tomando-se em consideração os tratamentos emulsão de cera de carnaúba e controle. Na Figura 25, observa-se que os tratamentos CERA e QUITOSAN não apresentaram diferenças significativas entre si ( $P < 0,05$ ) e que mantiveram valores equilibrados até o final do período de conservação. A partir do 35º dia de conservação, o tratamento CONTROLE apresentou aumento vertiginoso nos valores de DI muito semelhante ao ocorrido no 38º dia do primeiro ensaio deste trabalho.

Apesar de terem sido usados frutos de safras diferentes, mas conservando a mesma região, cultivar e o mesmo produtor de cereja, estes valores obtidos com o teste de simulação de impactos mostraram-se bastantes confiáveis, quanto à reprodutibilidade, e apresentaram tendências semelhantes para os tratamentos CONTROLE e CERA.

Aplicando o mesmo modelo matemático usado no primeiro ensaio, foram obtidos os seguintes coeficientes de correlação para os parâmetros de impacto aplicados nos três tratamentos (Tabela 11):

$$y = a_1 + a_2x + a_3x^2 + a_4x^3$$

onde

y = variável avaliada

x = período de amadurecimento (dias)

$a_1, a_2, a_3, a_4$  = valores da equação que representam a relação entre a variável analisada frente ao período de conservação

Tabela 11 - Coeficientes de correlação dos parâmetros de simulação de impactos aplicados em cerejas ‘Ambrunés’ e seus tratamentos (Ensaio 2).

PARÂMETROS	QUITOSAN	CONTROLE	CERA
<b>FM</b>	0,7656	0,8909	0,5760
<b>DM</b>	0,8008	0,8565	0,5903
<b>DP</b>	0,7789	0,9151	0,5833
<b>DI</b>	0,8164	0,9156	0,5609

Nos coeficientes de correlação encontrados para cada parâmetro de impacto de cada tratamento foi observado que o modelo escolhido apresentou coeficientes próximos a 90% para FM, DM, DP e DI no tratamento CONTROLE. Esta alta correlação demonstra, mais uma vez, que os frutos pertencentes a este tratamento seguiram a tendência normal de amadurecimento durante o período de conservação. Para os frutos tratados com CERA e QUITOSAN, os coeficientes de correlação foram mais baixos, em torno de 60% para CERA e 79% para QUITOSAN, indicando que estes tipos de cobertura apresentaram uma tendência de retardamento no processo de amadurecimento das cerejas, detectado pela baixa correlação com os parâmetros de impacto.

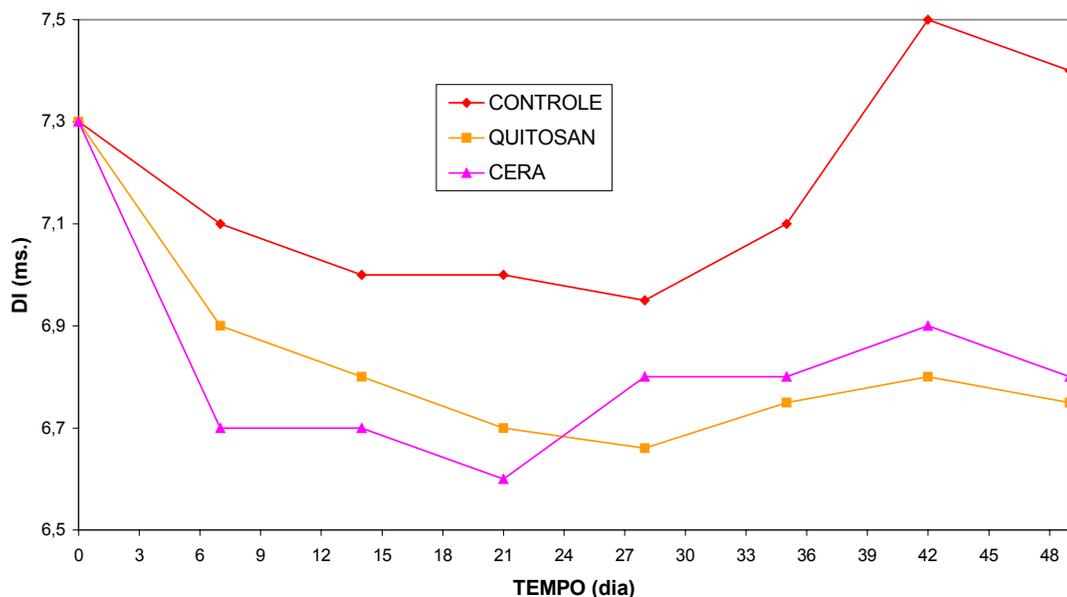


Figura 25 - Evolução da duração de impacto (DI) em cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.)- ENSAIO-2

### 5.2.2. Sólidos solúveis totais

A evolução dos SST neste segundo ensaio (Figura 26) apresentou a mesma tendência do primeiro ensaio para os tratamentos CONTROLE e CERA. O tratamento CONTROLE não foi significativamente diferente do QUITOSAN até o 21º dia de conservação, mostrando valores significativamente mais altos de SST dentre todos os tratamentos e uma tendência de aumento até o final do período de conservação. O tratamento QUITOSAN também seguiu a mesma tendência do CONTROLE, e mostrou uma influência intermediária no controle do processo de amadurecimento dos frutos. O tratamento que usou a cera de carnaúba apresentou a menor evolução na concentração dos sólidos solúveis dos frutos, demonstrando assim a capacidade desta cobertura em promover um retardo na evolução deste parâmetro que geralmente é usado para avaliar o processo de amadurecimento.

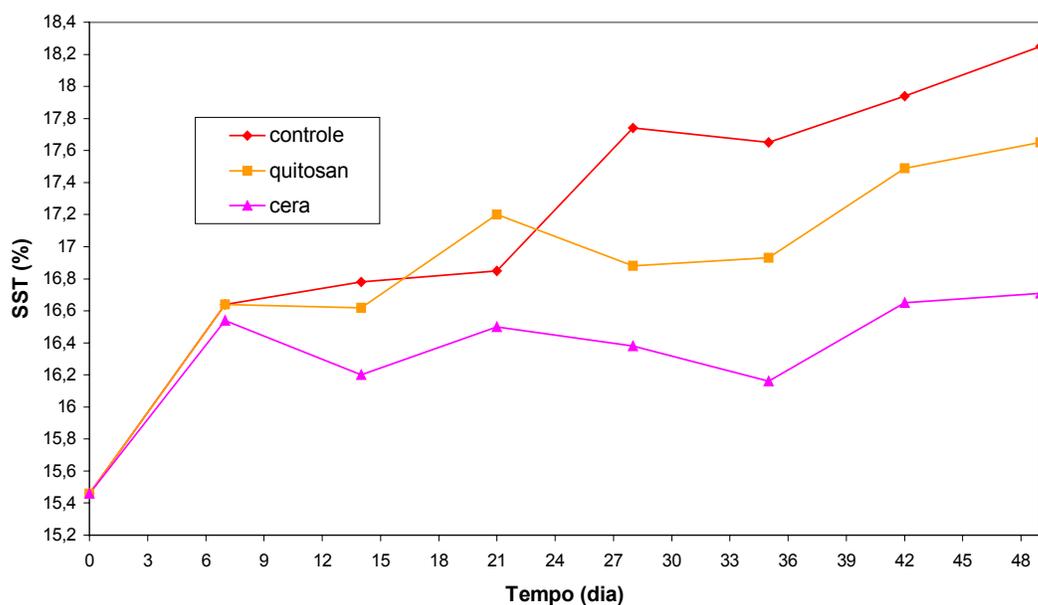


Figura 26 - Evolução dos sólidos solúveis totais (°Brix) de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.) - ENSAIO-2

### 5.2.3. Acidez total titulável e pH

A evolução da ATT no segundo ensaio (Figura 27) foi, influenciada pelo uso da cobertura à base de cera de carnaúba verificando-se decréscimo menos acentuado deste parâmetro nos frutos cobertos do que nos frutos sem cobertura (CONTROLE) e os que usaram QUITOSAN. Até o 21º dia de conservação não houve diferenças significativas entre os tratamentos CERA e QUITOSAN. O tratamento CONTROLE apresentou diminuição de acidez e finalizou a pesquisa apresentando frutos com valores significativamente menores que dos outros tratamentos ( $P < 0,05$ ).

A evolução do pH (Figura 28) não apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os três tratamentos até o 28º dia do período de conservação. A partir deste dia o tratamento CONTROLE apresentou uma diferenciação significativa, finalizando o período de conservação com o maior valor de pH alcançado pelos frutos ( $\text{pH} = 4,46$ ). Os tratamentos CERA e QUITOSAN começaram a se diferenciar significativamente a

partir do 35º dia do período de conservação e os frutos tratados com a emulsão à base de cera de carnaúba apresentaram os menores valores no final do período de avaliação.

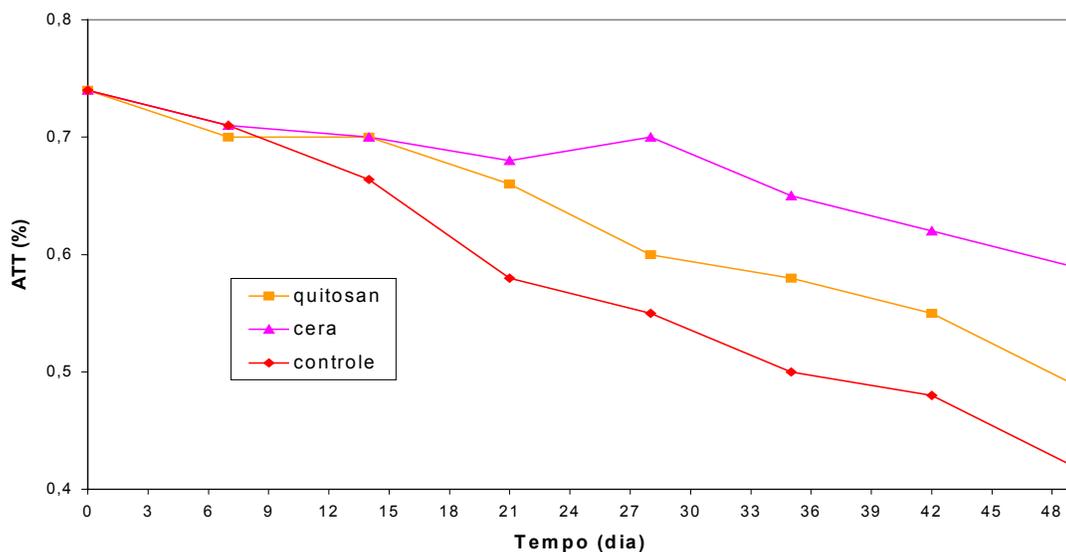


Figura 27 - Evolução da acidez total titulável (ATT) de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}C$  / 90-95% U.R.) - ENSAIO-2

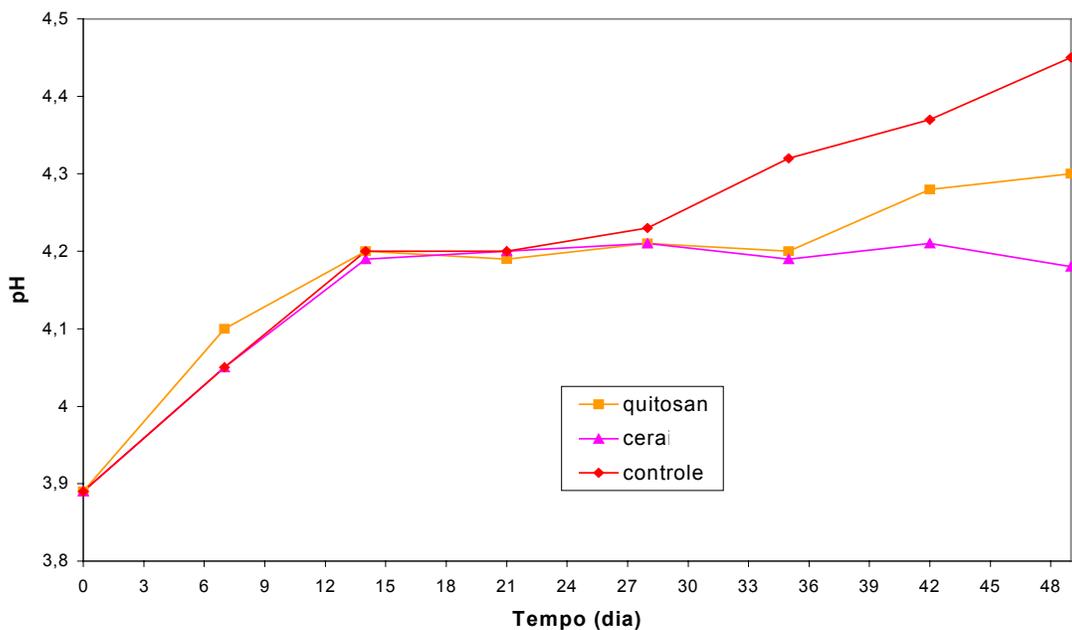


Figura 28 - Evolução do pH de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}C$  / 90-95% UR) - ENSAIO-2

#### 5.2.4. Relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável

A relação SST / ATT apresentou a mesma tendência de aumento do primeiro ensaio, para os tratamentos CONTROLE e CERA. Durante o período de armazenamento a emulsão de cera de carnaúba não apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) até o 28º dia de conservação, e a partir do 14º dia de conservação mostrou valores significativamente diferentes dos outros dois tratamentos. Este tratamento também revelou os menores resultados (28,32) no final do trabalho.

O maior valor deste parâmetro, ocorrido ao final do período de avaliação, foi atribuído ao tratamento CONTROLE (43,45), seguido da cobertura QUITOSAN (36,02), todos apresentando diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre si (Tabela 12).

Tabela 12 – Relação entre sólidos solúveis totais / acidez total titulável de cerejas ‘Ambrunés’ (Ensaio 2)

<b>Tempo (dia)</b>	<b>QUITOSAN</b>	<b>CERA</b>	<b>CONTROLE</b>
0	20,89 a A	20,89 a A	20,89 a A
7	23,77 b A	23,30 b A	23,44 b A
14	23,74 b B	23,14 b B	25,27 c A
21	26,06 c B	23,26 b C	29,05 d A
28	28,13 d B	23,40 b C	32,25 e A
35	29,19 e B	24,86 c C	35,30 f A
42	31,80 f B	26,85 d C	37,38 g A
49	36,02 g B	28,32 e C	43,45 h A

\* Para valores médios com a mesma letra minúscula (a -h) não existem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de Tukey, ao longo do tempo.

\*\* Para valores médios com a mesma letra maiúscula (A - C) não existem diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de Tukey, entre tratamentos.

#### 5.2.5. Perda de peso

No segundo ensaio os tratamentos CONTROLE e CERA não mostraram resultados diferentes dos apresentados no primeiro ensaio. O tratamento a base de cera

de carnaúba foi o que menor perda de peso mostrou durante a pesquisa e apresentou diferenças significativas em relação aos outros dois tratamentos (Figura 29).

Os tratamentos QUITOSAN e CONTROLE não apresentaram diferenças significativas entre si ( $P < 0,05$ ) até o final do período de conservação, sendo registradas as maiores perdas de peso com os frutos testados. Este fato pode estar associado à maior incidência de deformações (picados) apresentadas pelos frutos tratados com quitosan neste mesmo período. Estas injúrias, que provocaram uma alteração na epiderme dos frutos, podem ter afetado o metabolismo respiratório dos mesmos, fazendo com que o gasto de energia e as perdas de água se agravassem durante o período de armazenagem.

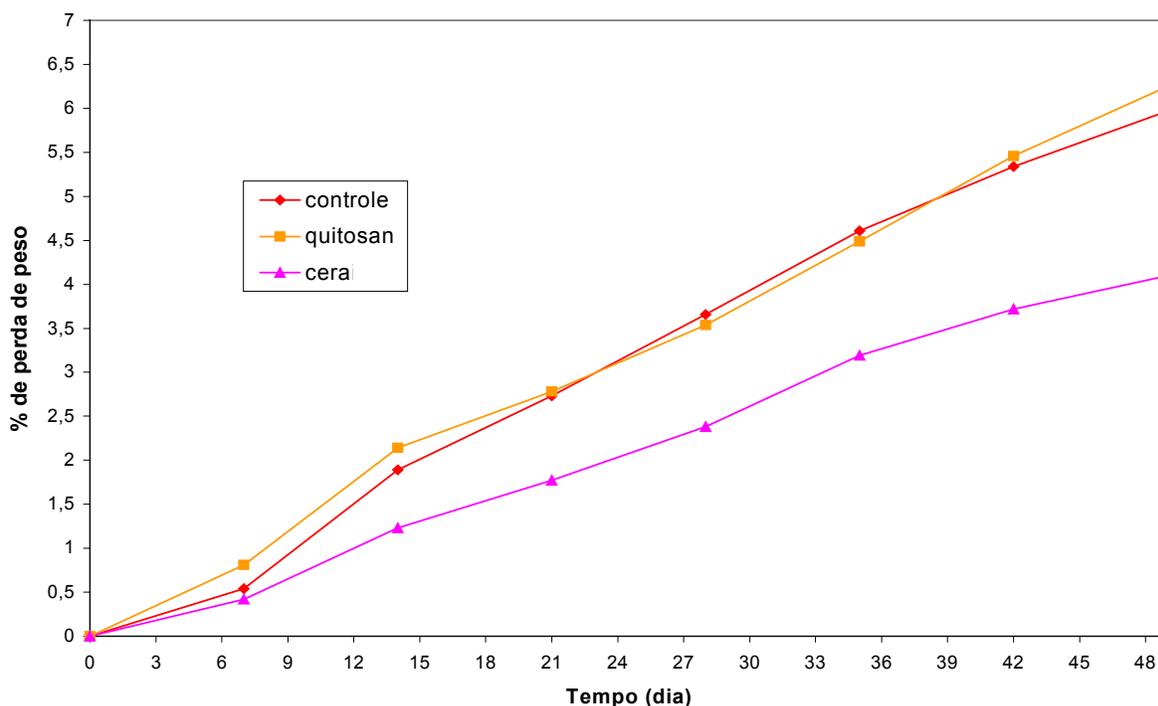


Figura 29 - Evolução da perda de peso de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento (5° ± 0,5°C / 90-95% U.R.)- ENSAIO-2

#### 5.2.6. Punção da epiderme

A Figura 30 mostra o comportamento dos tratamentos frente à força máxima de punção da epiderme dos frutos. Nota-se a influência que exercem as coberturas a base de cera e quitosan na resistência dos frutos. Esta observação também foi comprovada no primeiro ensaio, onde se destacaram os frutos cobertos com a emulsão de cera de carnaúba. Em outro trabalho realizado por EL GHAOUTH *et al.* (1991), foi também detectado uma retenção da firmeza e retardamento no amadurecimento de morangos frescos cobertos com quitosan.

Os tratamentos CERA e QUITOSAN não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) até o 28º dia de conservação. Após este período, verificou-se nos frutos cobertos com QUITOSAN, aumento significativo na resistência à punção, que coincidiu com o mesmo período em que foram registradas as maiores perdas de água no período de armazenamento. Este aumento da resistência da epiderme do fruto, está mais relacionado à perda de turgescência dos seus tecidos, tornando-os mais flexíveis, do que um suposto ganho de resistência por parte dos frutos, e também por uma “mumificação” apresentada pelo uso desta cobertura. Esta tendência também foi observada no primeiro ensaio com os frutos que foram imersos na emulsão.

O tratamento CONTROLE apresentou a menor resistência à punção e mostrou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) em relação aos outros tratamentos.

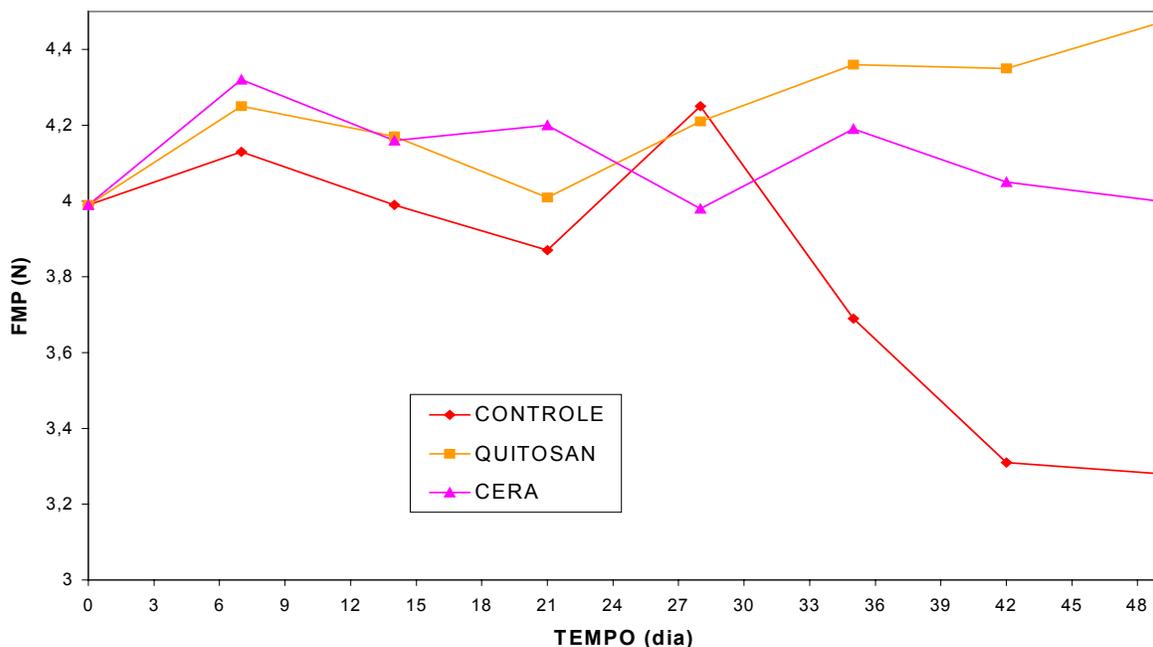


Figura 30 - Evolução da força máxima de punção (FMP) na epiderme de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.)- ENSAIO-2

### 5.2.7. Compressão dos frutos

Assim como ocorreu com o teste de punção, o parâmetro compressão foi usado para avaliar mudanças na textura dos frutos durante o processo de maturação. Neste segundo ensaio a tendência do comportamento dos frutos controle e dos que usaram a emulsão de cera foi a mesma verificada na primeira ensaio. O tratamento CONTROLE apresentou valores significativamente mais baixos de resistência à compressão ( $P < 0,05$ ) quando comparados aos outros dois tratamentos. Com valores ligeiramente superiores, o tratamento que usou a emulsão de cera apresentou menor variabilidade durante o período de conservação e apresentou diferenças significativas dos outros tratamentos a partir do 42º dia (Figura 31).

O tratamento que usou QUITOSAN apresentou valores intermediários de resistência à compressão e foi significativamente diferente do tratamento CONTROLE ( $P < 0,05$ ).

Mais uma vez, ficou evidenciado a importância de coberturas que são eficazes no retardo do processo de amadurecimento dos frutos, como no caso da emulsão de cera de carnaúba que atuou de forma positiva num dos fatores de qualidade mais importantes destes produtos, que são as mudanças de textura provocadas nos tecidos durante seu desenvolvimento.

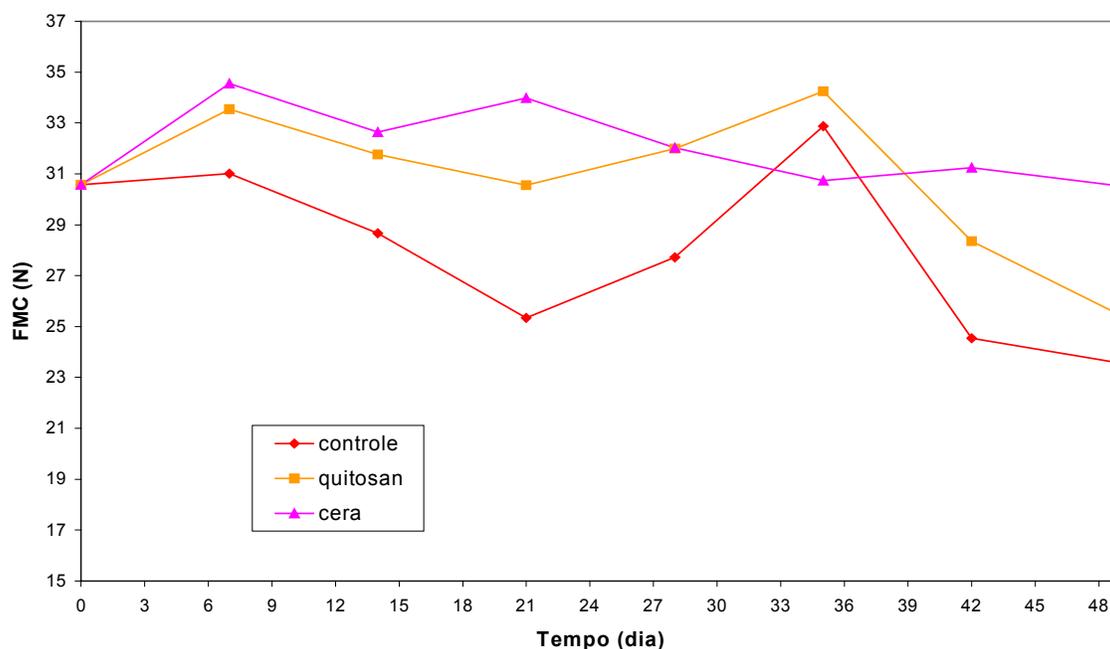


Figura 31- Evolução da força máxima de compressão (FMC) em cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.)- ENSAIO-2

#### 5.2.8. Cor

Através do índice de cor (Figura 32), verificou-se, que os frutos que receberam a cobertura de emulsão a base de cera de carnaúba foram os que mais conservaram os parâmetros originais de cor. Estes frutos além de apresentarem os menores valores do índice de cor, apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) em relação aos outros dois tratamentos. Esta tendência também foi notada no primeiro ensaio, onde os valores do tratamento que utilizou a emulsão de cera na forma de imersão se mostraram mais estáveis e significativamente melhores que os outros tratamentos.

Os frutos CONTROLE (sem coberturas) apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), com relação aos tratamentos QUITOSAN e CERA, valores maiores de IC até o final do período de conservação.

Para o tratamento QUITOSAN os valores obtidos foram intermediários entre os outros dois tratamentos, e a eficácia desta cobertura só não foi melhor devido às deformações (picados) que apareceram na epiderme dos frutos, as quais foram agravando-se com o passar do tempo, e que tiveram influência direta nas leituras de cor destes frutos.

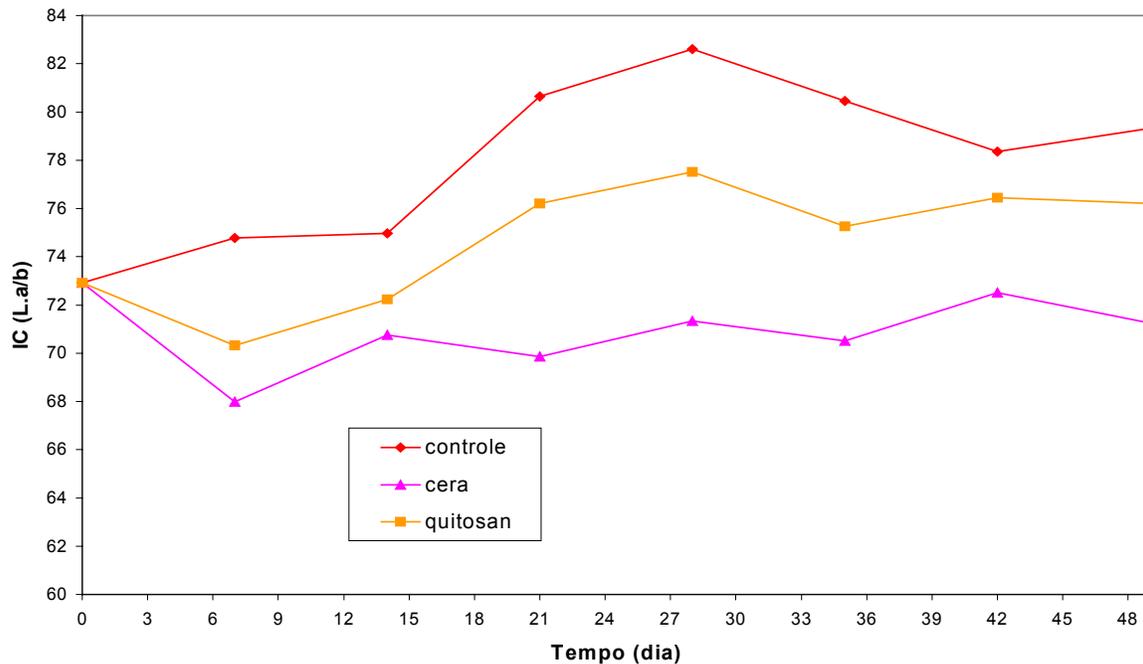


Figura 32 - Evolução do índice de cor (IC) de cerejas 'Ambrunés' durante o armazenamento ( $5^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R.) - ENSAIO-2

### 5.2.9. Índice de deterioração

O principal motivo da inclusão de uma segunda ensaio neste trabalho foi a de utilizar uma cobertura com propriedades comprovadas na inibição do crescimento fúngico, que geralmente ocorre nos frutos durante o período de conservação, e que apresentasse funções de proteção mecânicas e barreira seletiva a gases, semelhantes ao melhor tratamento testado no primeiro ensaio. A cobertura QUITOSAN foi testada e os valores obtidos dos parâmetros físicos e químicos foram comparados com os valores da cobertura à base de cera de carnaúba.

Com relação ao índice de deterioração, ficou comprovada (Tabela 13) que a ação da cobertura a base de quitosan no controle do crescimento de fungos, durante o período de conservação deste segundo ensaio, foi semelhante à emulsão de cera de

carneúba. Já o tratamento CONTROLE apresentou uma taxa de infecção da ordem de 8% para os 49 dias de armazenamento. Esta taxa apresentou uma tendência semelhante à do primeiro ensaio, onde os frutos controle, armazenados sob as mesmas condições de temperatura e umidade relativa, registraram um índice de deterioração em torno de 6% nos 52 dias de armazenamento.

Tabela 13 – Índice de deterioração de cerejas ‘Ambrunés’ armazenadas a  $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e 90 - 95% de U.R. (Ensaio 2).

TEMPO (dia)	TOTAL DE CEREJAS ANALISADAS* / TOTAL DE CEREJAS CONTAMINADAS**					
	CERA	%	QUITOSAN	%	CONTROLE	%
0	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
7	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
14	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
21	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
28	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 0	0
35	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 1	2
42	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 2	4
49	50 / 0	0	50 / 0	0	50 / 4	8

- Análise visual dos frutos antes da realização dos testes de Cor, ATT, SST Compressão, Punção da epiderme, Impacto.

\*\* Comprovação visual de frutos contaminados por fungos

#### 5.2.10. Aspecto geral

Apesar da eficácia apresentada pela cobertura a base de quitosana na inibição do crescimento fúngico em frutos neste segundo ensaio, não foi possível avaliar os atributos de qualidade através da análise sensorial, entretanto, foi realizada uma avaliação subjetiva do aspecto geral dos frutos fazendo uma simples avaliação visual dos mesmos quanto à deformação da epiderme (picado) e a presença de regiões infectadas com fungos. A escolha da não realização de uma análise sensorial foi

adotada por medidas de segurança, pois a autorização para o uso de quitosan como cobertura comestível ainda não foi regulamentada pela FDA (*Food and Drug Administration-EUA*).

Através desta simples avaliação do aspecto geral dos frutos observou-se que aqueles tratados com a solução de quitosan, como cobertura protetora, apresentaram muitas deformações na epiderme tornando-os menos atrativos (Figura 33).

Em trabalho realizado por EL GHAOUTH *et al* (1991), onde foi estudado o efeito de uma cobertura à base de quitosan sobre a qualidade e conservação de morangos frescos, constatou-se que esta cobertura realmente apresenta um potencial para prolongar a vida de armazenagem destes frutos e possui propriedades fungistáticas. Entretanto, nenhuma análise foi realizada para avaliar os atributos de qualidade nem com relação à aceitação por parte dos consumidores. Talvez pela própria superfície irregular natural da epiderme que apresentam os morangos, ou por características intrínsecas à espécie, o efeito das deformações (picados) não foi mencionado.

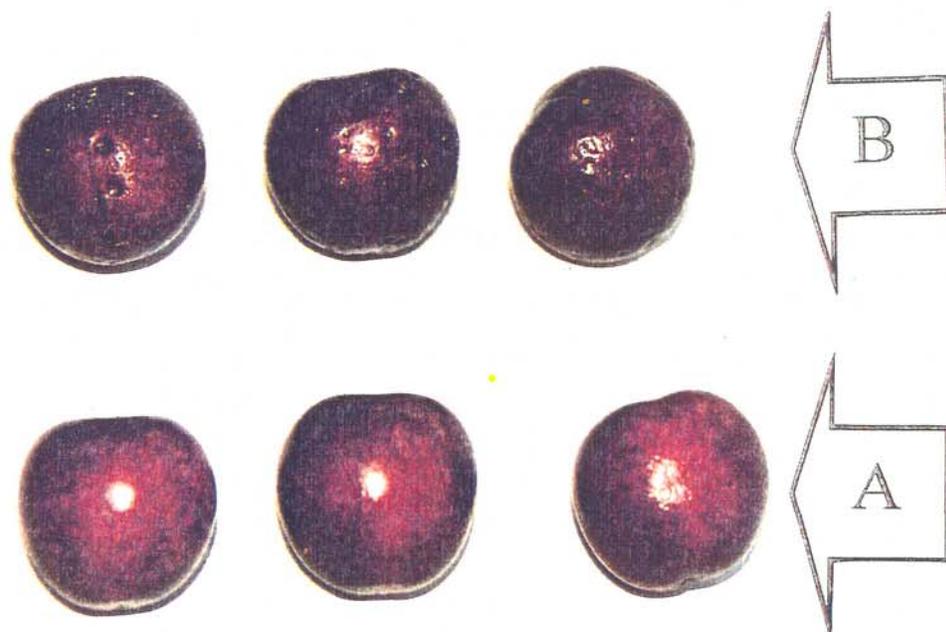


Figura 33 – Comparação entre cerejas ‘Ambrunés’ cobertas com emulsão de CERA (A) e cobertas com QUITOSAN (B), onde se mostram as lesões na epiderme (picado).

## 6. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos se pode extrair as seguintes conclusões:

- Foi constatada a baixa eficácia das coberturas a base de zeína aplicadas sobre as cerejas quando comparadas aos valores obtidos dos parâmetros físico-químicos e sensoriais do tratamento que usou a emulsão de cera de carnaúba.
- Os tratamentos que usaram zeína como cobertura deixaram os frutos esbranquiçados, totalmente fora de padrão, e apresentaram alto índice de rejeição na análise sensorial. A forma mais diluída do tratamento com zeína (ZEÍNA 500) foi a que registrou os piores resultados dos parâmetros analisados.
- A cobertura a base de zeína provocou um efeito danoso nos frutos, pois os mesmos sofreram uma possível desordem fisiológica na epiderme, que pode ter interferido no processo de amadurecimento.
- Os tratamentos que usaram a emulsão de cera de carnaúba como cobertura apresentaram os melhores resultados nos parâmetros físico-químicos e sensoriais, tornando os frutos mais atrativos e preferidos pelos provadores. A melhor forma de aplicação da emulsão de cera de carnaúba foi por imersão dos frutos (CERAI).
- No caso específico da emulsão de cera de carnaúba o período de conservação conseguido foi de 7 semanas.
- Com a perda de turgescência ocasionada pela perda de água dos tecidos, os frutos apresentaram um comportamento mais elástico, podendo ter interferido nos testes de medição de textura, principalmente na força máxima de punção da epiderme.
- Tanto a CERA quanto o QUITOSAN inibiram o crescimento fúngico durante 49 dias de conservação a  $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R. no segundo ensaio.
- Os frutos cobertos com QUITOSAN apresentaram deformações na epiderme (picados), que poderiam ser classificados como fora do padrão.

- Como alternativa tecnológica para pós-colheita de cerejas da cv. Ambrunés, simulando condições de armazenamento durante o transporte ( $5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  / 90-95% U.R), pode-se dizer que a emulsão de cera de carnaúba apresentou os melhores resultados quando comparados com os tratamentos ZEÍNA e QUITOSAN.

## PERSPECTIVAS PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

- Aplicação de coberturas comestíveis em frutos tropicais (Norte – Nordeste)
  - Enriquecimento das coberturas comestíveis com nutrientes
  - Ensaios combinados usando coberturas comestíveis com embalagens sintéticas
  - Testar novos materiais de coberturas comestíveis
  - Pesquisar a aplicação em escala produtiva destas coberturas
-

## ANEXO 1

### FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DE CEREJA (cv. AMBRUNÉS)

Marque com uma cruz, o número correspondente.

DATA:

Obrigado por sua colaboração

HORA:

ATRIBUTOS			AMOSTRAS				
			A	B	C	D	E
A S P E C T O	Muito Atraente	5					
	Atraente	4					
	Moderado	3					
	Pouco Atraente	2					
	Não Atraente	1					
C O R	Gosto muito	5					
	Gosto	4					
	Nem gosto nem desgosto	3					
	Me desagrada	2					
	Me desagrada muito	1					
Nº DA COR DE REFERÊNCIA MAIS PRÓXIMO							
T E X T U R A	Muito Agradável	5					
	Agradável	4					
	Aceitável	3					
	Passada	2					
	Desagradável	1					
S A B O R	Gosto muito	5					
	Gosto	4					
	Nem gosto nem desgosto	3					
	Me desagrada	2					
	Me desagrada muito	1					
<b>OBSERVAÇÕES:</b>							

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, M.F.; JUAN, M.F.; ALMELA, V.º; ANDREU, I.C. e SPERONI, C.B. Ameixa, Cereja, Damasco e Pêssego. Ed. Cinco Continentes, Porto Alegre-RS, 1999, 91p.

ALONSO, J.; CANET, W. e RODRÍGUEZ, M.T. Efecto de diferentes tratamientos térmicos y la congelación en la textura y color de cerezas (*Prunus avium* L.) cv. "Pico Colorado". **In:** I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas vol. IV – Fruticultura / Viticultura Lisboa, 18-21/jun, p.161-166, 1996.

ALONSO, J.; CANET, W. e RODRÍGUEZ, M.T. Mechanical assessment of texture of sweet cherries: effects of freezing. J. Sci. Food Agric. N.66, p. 1-7, 1994.

ANDRÉ, P.; BALC, R.; BURET, M.; CHAMBROY, Y.; FLAZY, C.; PELISSÉ, C. e DAUPLÉ, P. Storage trials of red cherries for fresh consumption. Review Hort. N. 226, p.35, 1982.

AYDT, T.P.; WELLER, C.L. e TESTIN, R.F. Mechanical and barrier properties of edible corn and wheat protein films. American Society of Agricultural Engineers vol.34, p. 207-211, 1991.

BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. e BAKER, R.A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. HortScience vol. 30, n. 1, p. 35-38, 1995.

BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; HAGENMAIER, R.D. e BAKER, R.A. Use of lipids in coatings for food products. Food Technology vol. 51, n. 6, p.56-63, 1997.

BARRERO, P. e RUIZ-ALTISENT, M. Propiedades mecánicas y calidad de frutos. Definiciones y medidas instrumentales. Fruticultura Profesional, n. 77, p. 48-55, 1996.

BARRET, D.M. e GONZALEZ, C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. Journal of Food Science vol.59, n.3, p.574-577, 1994.

BERNALTE, M.J.; HERNÁNDEZ, M.T. e GERVASINI, C. Almacenamiento refrigerado de cereza con diferente grado de maduración. **In:** VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Tomo III, p.268-273, Murcia, abril, 1999.

- BERTÓ, N.R.; CANNET, J.J.G. e ORIHVEL, E.I. Índices de madurez en tres variedades de cereza. Fruticultura Profesional n. 72, p. 14-22, 1995.
- CARRAMIÑANA, A.C. Frutas. In: YÚFERA, E.P. Química Agrícola III – Alimentos Ed. Alhambra, Madrid, p. 240-291, 1987
- CHEN, P., RUIZ-ALTISENT, M. e BARREIRO, P. 1996. Effect of impacting mass on firmness sensing of fruits. Transactions of the ASAE 39(3):1019-1023, 1996
- CHEN, P.; TANG, S. e CHEN, S. Instrument for testing the response of fruit to impact force. Trans. of the ASAE n. 30, vol. 1, p.249-254, 1985.
- CHEN,H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. J. Dairy Science vol. 78, n.11, 1995.
- CHEN, P. e SUN, Z. A review of non-destructive methods for quality evaluation and sorting of agricultural product. J. Agric. Eng. Res. N. 49, .85-98p.,1989.
- CHITARRA, M.I.F. e CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 320 p. Lavras-MG, ESAL/FAEPE, 1990.
- CORREA, P.C. Estudio de los índices de madurez y calidad del aguacate tratado por frío mediante ensayos no destructivos. Tese de Doutorado Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1992, 160p.
- CORRÊA, P., RUIZ-ALTISENT, M. e DE LA PLAZA, J.L. Physical parameters in relation to physiological changes of avocado during ripening (20°C) and cold storage (6°C) in different conditions. **In:** AGENG 92. Paper n. 9211 16. Uppsala, 1992
- CORTÉS PEREZ, R. Comercio exterior de productos hortícolas Hortofruticultura, 9, p.44-51, 1991
- COUEY, H.M.; WILLIAMS, M.W.; BERLAGE, A.C. e LARSON, R.P. Effects of ethephon and harvest method on quality of stemless sweet cherries harvest for fresh market. HortScience v.9, n.587, 1974.
- DRAKE, S.R. e FELLMAN, J.K. Indicators of maturity and storage quality of “Rainier Sweet” Cherry. HortScience, vol. 22, n. 2, p. 283-285, 1987.
- DRAKE, S.R. The cherry. In: MICHAEL ESKIN, N.A. Quality and preservation of fruits CRC, Florida, p170-180, 1991.

DEL RÍO, M.A.; MONTERDE, A.; NAVARRO, P. e CASTAÑER, M. Influencia de atmósferas enriquecidas con CO<sub>2</sub> en la conservación de cerezas (*Prunus avium* L.) cv. Burlat. Fruticultura Profesional , n. 96, p.101-108, 1998.

DELWICHE, M.S.; McDONALD, T. e BOWERS, S.V. Determination of peach firmness by analysis of impact force. Trans. of the ASAE n. 30, vol.1, p.249-254, 1987

DELWICHE, M.J.; TANG, S. e MEHLSCHAU An impact force response fruit firmness sorter. Trans. of the ASAE 32 (1): 321-326, 1989.

DO, J. Y.; SALUNKHE, D.K.; SISSON, D.V. e BOS, A. A. Effects of hydrocooling, chemical and packaging treatments on refrigerated life and quality of sweet cherries. Food Technology n. 20, p. 115, 1966.

EL GHAOUTH, A.;ARUL, J.;PONNAMPALAN,R. e BOULET, M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. J. of Food Science vol.56, n. 6, p. 1618-1620, 1991.

FLEMING, R.A. Use it more than once. Chemtech p. 333-335, June, 1992.

GARCÍA-ALONSO, C.R. Impacto mecánico en frutos: técnicas de ensayo y aplicación a variedades de pera y manzana. Tese de Doutorado. Universidad Politécnica de Madrid, 1988, 137p.

GELLA, R.F. La elección varietal en cerezo. HortoFruticultura, n. 10, p. 45-50, 1994

GELLA, R.F. Importancia del cultivo del cerezo en Aragón. HortoFruticultura n.5, p. 54-59, 1992.

GENNADIOS, A. e WELLER, C.L. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. Food Technology p. 63-69, oct. 1990.

GIRARD, B. e KOPP, T.G. Physicochemical characteristics of selected sweet cherry cultivars. J. Agric. Food Chem. N. 46, p.471-476, 1998.

GOMIS, F.J.D.C.; BRUGAROLAS, M.M.B.; MARTÍNEZ, L.M.C. La cereza. Situación del sector en la Comunidad Valenciana. Fruticultura Profesional, n. 96, p. 84-88, 1998.

GRAELL, J.; RECASENS, I. e CASER, T. Relación entre calidad y contenido mineral durante la maduración de manzanas Golden Delicious. Fruticultura Profesional n. 22, p. 45-50, 1989.

- GREENER, I. e FENNEMA, O. Lipid-based edible films and coating. Lipid Technology, march-april, p.34-38, 1992.
- GUERRERO, L. La textura de los alimentos. Medidas sensoriales e instrumentales. Alimentación, equipos y tecnología 12(10): 45-48, 1993.
- HERNÁNDEZ, M.T.M., BERNALTE, M.J.G., FAGÚNDEZ, J.M.F. e MACÍAS, P.L. Evolución de algunos parámetros físico-químicos durante la maduración de dos variedades de cereza (Van y Ambrunés). Alimentaria mayo, p.53-57, 1996.
- HEVIA, F.; WILCKENS, R.; LANUZA, P.; MUJICA, C. e OLAVE, Y. Influence of hydrocooling and fruit color on the behavior of “Bing sweet” cherries after refrigerated storage. Acta Hortícola, 468, p. 731-736, 1998.
- JARÉN, M.C.C. Detección de la textura de frutos por medio de impactos no destructivos: desarrollo y aplicaciones del procedimiento de clasificación. Tese de Doutorado. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos – Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 1994, 220p.
- JARÉN, C.; RUIZ-ALTISENT, M.; PÉREZ, R., R. Sensing physical stage of fruits by their response to non-destructive impacts. **In:** AGENG 92. Paper n. 9211 113. Uppsala, 1992
- JUAN DELHOM, M. Índices de madurez de la fruta: su determinación Curso de frigo-conservación de manzanas y peras. Col·legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya. p. 85-99, 1986a
- JUAN DELHOM, M. La calidad de la fruta: conceptos fundamentales Curso de frigo-conservación de manzanas y peras. Col·legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya. p. 277-290, 1986b
- KAPPEL, F.; FISHER-FLEMING, B. e HOGUE, E. Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. HortScience n.31, vol.3, p.443-446, 1996.
- KESTER, J.J. e FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. Food Technology n. 40, p. 47-59, dec. 1986.
- KROCHTA, J.M. e MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technology vol.51, n. 2, p.61-74, 1997.
- MAPA Normas de Calidad para las Cerezas Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaria General de Alimentación, 27 pags., Madrid, 1991.

McGUIRE, R.G. e HALLMAN, G.J. Coatings guavas with cellulose or carnauba based emulsions interferes with postharvest ripening, Hortscience vol. 30, n.2, 294-295, 1995.

McHUGH, T.H. e KROCHTA, J.M. Sorbitol-vs glycerol- Plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. American Chemical Society v.42, n.4, p.841- 845, 1994.

MEHERIUK, M.; GIRARD, L.; MOYLS, L.; BEVERIDGE, H.J.T.; MCKENZIE, D.L.; HARRISON, J.; WEINTRAUB, S. e HOCKING, R. Modified atmosphere packaging of “Lampins” sweet cherry. Food Research International , n.3, vol. 28, p. 239-244, 1995.

MIRANDA, M.E.J. e GONZALEZ, P.P. Características, producción y utilización de pectinas. Alimentación, equipos e tecnología , noviembre, p.61-66, 1993.

MOHSENIN, N.N. Engineering techniques for avaluation of texture of solid food materials – A Review. J. Texture Studies n. 31, 1970.

MOHSENIN, N.N. Physical properties of plant and animal materials. Vol. I Gordon and Breach Science Publishers, London, 2º edición, 1989

Nova Embalagem. “O consumidor quer tudo da embalagem” vol.6, n.44 ago/set. 1991, São Paulo-SP.

PANTASTICO, E.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. AVI Publ. Co..Westport, 1975. 560 pag.

PARK, H.J.; CHINNAN, M.S. e SHEWFELT, R.L. Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. J. of Food Science, vol. 59, n. 3, p. 568-570, 1994a.

PATERNIANI, E. Melhoramento e produção de milho no Brasil. 2ª ed., Fundação Cargill, Capinas-SP, 1987.

PULEO, S. e PETERS, T.R. Natural waxes: past, present and future. Lipid Technology, p.82-90, jul-aug, 1992.

RUIZ ALTISENT, M. Las propiedades físicas de los productos hortícolas en relación con su recolección y manipulación mecánica. **In:** 18 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. 20 F.I.M.A. 113-123 Zaragoza, 1986.

RUIZ ALTISENT, M. Calidad de los frutos. Resistencia a los daños mecánicos. El Cultivador Moderno Sept., n. 827, p.26-28, 1988.

RUIZ ALTISENT, M. Impact parameters in relation to bruising and other fruit properties. **In:** 22 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Vol. 2, p.27-33, Zaragoza, 1990.

RUIZ ALTISENT, M.; GARCÍA ALONSO, C. e MARTÍNEZ, R.I. Control de la madurez en frutos por medio de ensayos de impacto. 21 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza, 1989.

RUIZ ALTISENT, M e VALERO, C. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. Fruticultura Profesional n. 95, p. 38-45, jul/ago 1998

SÁNCHEZ, M.T. Food texture: concept and measurement Alimentaria , mayo,p.29-33, 1996.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; ALVES, R.M.V.; OLIVEIRA, L.M. e GOMES, T.C. Embalagens com atmosfera modificada. Centro de Tecnologia de Embalagens de Alimentos/ITAL, Campinas - 1996. 114 pag.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. e SOLER, R.M. Embalagens com atmosfera modificada/controlada. In: Novas Tecnologias de Acondicionamento de Alimentos. Centro de Tecnologia de Embalagens de Alimentos/ITAL, Campinas - 1988. 162 pag.

SHIH, F.F. Protein-rich edible coatings for food. Agricultural Research May, 1992.

VALERO, C e RUIZ ALTISENT, M. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas Fruticultura Profesional ,n 95, p.38-45, 1998

VIDRIH, R; ZAURTANIK, M. e HRIBAR, J.J. Effect of low O<sub>2</sub>, high CO<sub>2</sub> or added acetaldehyde and ethanol on postharvest physiology of cherries. Acta Hortícola p. 695-703, Third International Cherry Symposium, 23-29 july, 1997.

VOSS, D.H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. HortScience vol.27 (12), p.1256- 1260, 1992.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. e GRAHAM, D. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección Ed. Acribia, Zaragoza, 1984, 195p.