

JOSIVAN BARBOSA MENEZES

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MELÃO TIPO GALIA
DURANTE A MATURAÇÃO E O ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças para obtenção do Título de Doutor

Orientador

PROF. Dr. ADIMILSON BOSCO CHITARRA

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Menezes, Josivan Barbosa

Qualidade pós-colheita do melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento / Josivan Barbosa Menezes. Lavras: UFLA, 1996
p. : il.

Orientador: Adimilson Bosco Chitarra.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Melão - Qualidade. 2. Parede celular. 3. Armazenamento. 4. Maturação.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 664.804774

JOSIVAN BARBOSA MENEZES

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MELÃO TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO E O ARMAZENAMENTO

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças para obtenção do Título de Doutor

Aprovada em 21 de agosto de 1996



Prof. Dr. Francisco Bezerra Neto

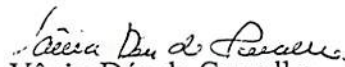


Prof. Dr. Josué Fernandes Pedrosa



Prof.^a. Dr.^a. Maria Isabel Fernandes Chitarra

(Co-orientadora)



Prof.^a. Dr.^a. Vânia Déa de Carvalho



Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra

(Orientador)

A Deus

À memória do meu cunhado

Edval Saraiva Dantas.

Aos meus filhos,

Bruno e Renata.

À minha esposa,

Lúcia de Fátima

Enfim, a minha família

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida e o entendimento.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização do curso.

A Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM - pela liberação para a realização do curso.

A CAPES-PICDT pelo apoio financeiro através de bolsa de estudos e ao CNPq pelo apoio financeiro através de taxa de bancada.

Ao prof. Adimilson Bosco Chitarra pela orientação e amizade.

A professora Maria Isabel Fernandes Chitarra pela co-orientação e apoio durante todo o curso.

Aos professores do curso pelos ensinamentos e amizade.

Aos conselheiros - Prof. Josué Fernandes Pedrosa

- Prof. Francisco Bezerra Neto

- Prof. Vânia Déa de Carvalho

Ao prof. da ESAM, Euclides Alves de Moraes, pela disponibilidade e apoio incansável antes e durante a realização do curso.

Aos demais professores do QTC -ESAM, pelas facilidades na liberação para a realização do curso.

Aos funcionários da EPAMIG, Sílvio Júlio, Laerte, Ismael, Eliane, Samuel, pela colaboração e amizade.

Ao colega Garibaldi, aluno do curso de MS em Fitossanidade, pelo apoio dado a minha família.

As laboratoristas Constantina, Sandra, Mércia Magalhães pela contribuição e companheirismo.

Aos colegas Eduardo, Luiz Carlos, Heloisa, Silvana, Andréia, Helenice, Regina, Neide Botrel, Rosimeire, Fábio Corcozza, Jorge, Poliana, Sérgio Cenci, Murilo, Josenilda, pelo convívio sadio durante esta longa jornada.

Ao amigo Ricardo Elesbão Alves - EMBRAPA - Agroindústria Tropical, pelo apoio na discussão do tema do trabalho.

A Urquiza Bicalho, professora da UNESP-Ilha Solteira, pelo apoio nas análises de laboratório.

As alunas de graduação do curso de Agronomia - UFLA, bolsistas de iniciação científica, Luciana e Juliana pelo apoio nas análises de laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, em especial a Gicelda pelo apoio.

Ao presidente da Frunorte Ltda pela grande contribuição no fornecimento de toda a infraestrutura da empresa para a realização dos testes e da pesquisa em definitivo.

Ao gerente agrícola da Frunorte Ltda, Eng. Agrônomo Lirani, pelo grande apoio na fase de instalação e condução do experimento no campo.

A Graça Fogli, responsável pelo setor de pesquisa da Frunorte Ltda pela parceria na instalação do experimento no campo e aos técnicos agrícolas envolvidos com o setor.

A Sandra Maria Santos, co-responsável pelo setor de pesquisa da Frunorte, pelo apoio na época da instalação do experimento a nível de campo.

A Elenimar Bezerra de Castro, responsável pelo laboratório da Frunorte Ltda, pelo apoio nas análises preliminares de laboratório.

Ao Departamento de Vendas da Frunorte Ltda, especialmente aos senhores Manuel Ulisses e Sérgio Rodrigues pela viabilização do transporte rodoviário e aéreo dos frutos.

A NUNHEMS ZADEN BV, especialmente ao Sr. John Willems, pelo fornecimento de informações técnicas acerca do híbrido utilizado neste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 4.....	x
LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 6.....	x
LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO 3.....	xi
LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO 5.....	xii
RESUMO.....	xiv
SUMMARY.....	xv
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 O melão: aspectos gerais.....	03
2.2 Características do melão tipo Galia.....	04
2.3. Desenvolvimento e amadurecimento do melão.....	04
2.4 Fatores de qualidade do melão.....	05
2.5 Comportamento respiratório do melão.....	09
2.6 Composição química do melão.....	12
2.7 Mudanças na composição química do melão durante o amadurecimento e armazenamento.....	13
2.8 Compostos químicos da parede celular do melão.....	16
2.9 Comportamento da membrana plasmática das células do mesocarpo do melão durante o armazenamento.....	18

2.10 Tecnologia pós-colheita para o melão.....	20
2.11 Recentes avanços nos estudos de expressão gênica durante o amadurecimento do melão.....	22
2.12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
3 CARACTERIZAÇÃO DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO.....	38
RESUMO.....	39
SUMMARY.....	40
3.1 INTRODUÇÃO.....	41
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.2.1 Caracterização da área de cultivo e obtenção dos frutos.....	43
3.2.2 Experimento e procedimento experimental.....	44
3.2.3 Avaliações físicas.....	45
3.2.4 Preparo das amostras.....	45
3.2.4.1 Pectina total e solúvel	45
3.2.4.2 ATT e pH.....	46
3.2.4.3 SST.....	46
3.2.4.4 Açúcares.....	47
3.2.4.5 Vitamina C total.....	47
3.2.4.6 Clorofila total.....	47
3.2.5 Análise estatística.....	48
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.3.1 Características físicas do fruto.....	49
3.3.2 Firmeza da polpa, pectina total e pectina solúvel.....	49
3.3.3 pH e ATT.....	52
3.3.4 SST e açúcares totais.....	53
3.3.5 Açúcares redutores e sacarose.....	55
3.3.6 Vitamina C total.....	57
3.3.7 Clorofila total.....	58
3.4 CONCLUSÕES.....	61
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

4 MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE PAREDE CELULAR DO MELÃO..	
TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO.....	66
RESUMO.....	67
SUMMARY.....	68
4.1 INTRODUÇÃO.....	69
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
4.2.1 Extração do material de parede celular.....	71
4.2.2 Fracionamento da parede celular.....	71
4.2.3 Determinação de açúcares neutros na fração hemicelulósica.....	72
4.2.4 Determinação de ácido urônico na fração péctica.....	72
4.2.5 Determinação de celulose no resíduo final.....	72
4.2.6 Determinação do grau de esterificação - GE (%).....	72
4.2.7 Determinação de cálcio.....	73
4.2.8 Separação gélica e análise das frações pécticas da parede celular.....	73
4.2.9 Preparação da fração hemicelulósica para cromatografia gasosa.....	74
4.2.9.1 Hidrólise dos polissacarídeos.....	74
4.2.9.2 Redução dos polissacarídeos.....	74
4.2.9.3 Acetilação dos polissacarídeos.....	74
4.2.10 Aplicação no cromatógrafo.....	75
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.3.1 Avaliação quantitativa do material de parede celular.....	76
4.3.2 Cálcio e parede celular.....	80
4.3.3 Esterificação das substâncias pécticas.....	81
4.3.4 Distribuição da massa molecular dos poliuronídeos durante a maturação.....	84
4.3.5 Composição em açúcares neutros da fração hemicelulósica.....	85
4.4 CONCLUSÕES.....	87
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

5 QUALIDADE DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	92
RESUMO.....	93
SUMMARY.....	94
5.1 INTRODUÇÃO.....	95
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	97
5.2.1 Caracterização da área de cultivo e obtenção dos frutos.....	97
5.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	97
5.2.3 Avaliações.....	98
5.2.3.1 Aparência externa, aparência interna e injúria pelo frio.....	98
5.2.3.2 Perda de peso.....	98
5.2.4 Análise estatística.....	99
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
5.3.1 Aparência externa, aparência interna e perda de peso.....	100
5.3.2 Firmeza da polpa, pectina total e pectina solúvel.....	102
5.3.3 pH, ATT, SST e açúcares totais.....	106
5.3.4 Açúcares redutores e sacarose.....	108
5.3.5 Vitamina C total.....	110
5.3.6 Clorofila total.....	111
5.4 CONCLUSÕES.....	114
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
6 MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE PAREDE CELULAR DO MELÃO.. TIPO GALIA DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	119
RESUMO.....	120
SUMMARY.....	121
6.1 INTRODUÇÃO.....	122
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	123
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	124
6.3.1 Componentes estruturais da parede celular.....	124
6.3.2 Teores de cálcio total e ligado.....	128

6.3.3 Grau de esterificação das substâncias pécticas.....	129
6.3.4 Massa molecular dos poliuronídeos.....	129
6.3.5. Açúcares neutros da fração hemicelulósica.....	130
6. 4 CONCLUSÕES.....	132
6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
APÊNDICE.....	138

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 4

Tabela	Página
1. Peso seco de material de parede celular (MPC), fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP), fração hemicelulósica solúvel em KOH 24 % (FHEM) e resíduo celulósico (RC) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.....	77
2. Mudanças no conteúdo de ácidos urônicos, açúcares neutros não celulósicos, grau de esterificação (GE), conteúdo de cálcio total e ligado à parede celular e teor de celulose de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.....	78
3. Composição em açúcares neutros da fração hemicelulósica (FHEM solúvel em KOH 24%) extraída da parede celular de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 em diferentes estádios de maturação. Os dados representam valores médios de análises em triplicata utilizando-se um cromatógrafo a gás equipado com coluna capilar OV-DB 225. Rha, ramnose, Fuc, fucose, Ara, arabinose, Xil, xilose, Man, manose, Gal, galactose e Gli, glicose.....	86

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 6

Tabela	Página
1. Peso seco de material de parede celular (MPC), fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP), fração hemicelulósica solúvel em KOH 24 % (FHEM) e resíduo celulósico (RC) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de	125

2. Conteúdo de ácidos urônicos, açúcares neutros não celulósicos, grau de esterificação (GE), conteúdo de cálcio total e ligado à parede celular e teor de celulose de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\pm 3\%$	126
3. Composição em açúcares neutros da fração hemicelulósica (FHEM solúvel em KOH 24%) extraída da parede celular de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 durante o armazenamento refrigerado. Os dados são valores médios de análises em triplicata, Fuc, fucose, Ara, arabinose, Xil, xilose, Man, manose, Gal, galactose e Gli, glicose.....	131

LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO 3

Figura	Página
1 Frutos de meloeiro tipo Galia, híbrido Nun 1380 em cinco estádios de maturação I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. O avanço da maturação está representado da esquerda para a direita.....	44
2. Firmeza da polpa (N) pectina total e solúvel (mg de ácidos urônicos/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.....	51
3. ATT (mg de ácido cítrico por 100 mL de suco) e pH (escala: 1-14) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.....	53

4. SST (%), Açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e Sacarose (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.....	56
5. Vitamina C total (mg/100 mL de suco de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.....	57
6. Clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 em cinco estádios de maturação.....	58

LISTA DE FIGURAS DO CAPÍTULO 5

Figura	Página
1. Aparência externa (escala: 0-4) e aparência interna (escala: 0-4) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	101
2. Perda de peso (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\pm 3\%$	103
3. Firmeza da polpa (N) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	104

4. Pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	105
5. Pectina total (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	106
6. ATT (mg de ácido cítrico/100mL de suco) e pH (escala: 1-14), de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	107
7. SST (%), açúcares totais (%), açúcares redutores e sacarose de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	109
8. Vitamina C total (mg/100 mL de suco), de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	111
9. Clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$	113

RESUMO

MENEZES, Josivan Barbosa. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento.** Lavras: UFLA, 1996. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos)*.

Instalou-se experimento com o objetivo de avaliar a qualidade do melão tipo Galia (*Cucumis melo*, L. var. *reticulatus*), híbrido Nun 1380 e caracterizar quantitativa e qualitativamente as mudanças nos componentes de parede celular associadas ao processo de maturação e ao armazenamento refrigerado. A partir dos resultados obtidos para textura e SST concluiu-se que o estágio de maturação II é o mais indicado para a colheita do melão. Neste estágio de maturação o fruto apresentou o teor mínimo de SST exigido pelo mercado importador (SST superior a 9 %) e resistência mecânica ao manuseio pós-colheita (firmeza da polpa superior a 50 N). A aparência interna limitou o tempo de vida útil pós-colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em 26 dias (1 dia da colheita até o armazenamento + 25 dias de armazenamento) quando mantido sob refrigeração (temperatura de $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR $88 \pm 3\%$). Este período é suficiente para o transporte marítimo de melão tipo Galia do Brasil para a Europa. Houve redução nos teores de celulose, ácidos urônicos e açúcares neutros durante a maturação. A principal característica durante o armazenamento foi a manutenção dos níveis de xilose e glicose na parede celular, o que indicou constância do polímero xiloglucana.

*Orientador: Prof. Adimilson Bosco Chitarra. Membros da banca: Prof^ª. Maria Isabel F. Chitarra, Prof^ª. Vânia Déa de Carvalho, Prof. Josué Fernandes Pedrosa e Prof. Francisco Bezerra Neto.

SUMMARY

MENEZES, Josivan Barbosa. **Postharvest quality of 'Galia' melons during maturation and storage.** Lavras: UFLA, 1996. (Thesis: Doctor of Science in Food Science)*.

The purpose of this study was to examine the quality of melon fruit 'Galia' (*Cucumis melo*, L. var. *reticulatus*) hybrid Nun 1380 and to characterize the changes in the cell wall compounds during maturation and refrigerated storage. The data obtained in this study for firmness and soluble solids content indicated that the maturation stage II was the best recommended for harvesting of 'Galia' melons, hybrid Nun 1380. The soluble solids content of more than 9 %, established as the minimum standard for the import market, capable of offering resistance to postharvest handling due to its firmness higher than 50 N. . The analysis of internal appearance showed that the melon fruit 'Galia' presented 26 days of shelf storage - 25 days of storage ($7^{\circ}\text{C}\pm 1$, RH 88% ± 3) plus one day prior to storage. This storage period should be adequate to make seafreight of 'Galia' melons from Brazil to Europe feasible. Neutral sugars, uronic acids and cellulose contents decreased following maturation. There was no variation in xylose and glucose contents. This was one of the main characteristics related to the softening process during storage.

*Adviser: Prof. Adimilson Bosco Chitarra. Members of the examining board: Prof. Maria Isabel F. Chitarra, Prof. Vânia Déa de Carvalho, Prof. Josué Fernandes Pedrosa and Prof. Francisco Bezerra Neto.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o terceiro produtor de melão da América do Sul depois da Argentina e do Chile, com 17 % da produção total. A Região Nordeste responde por 91% da produção total do país (FAO 1994 e IBGE 1994). Dentre os estados produtores destacam-se Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, sendo o último, a partir de 1989, o principal produtor (IBGE 1982-1994).

O interesse pela cultura do melão no Rio Grande do Norte tem aumentado nos últimos anos pela crescente exportação e condições ótimas de clima para o seu desenvolvimento (intensidade e duração de luminosidade, temperatura alta e precipitação baixa), entretanto, o desenvolvimento de tecnologias que visem o controle de qualidade e a conservação pós-colheita não têm acompanhado o ritmo da produção.

O cultivo de melões do grupo *inodorus* representa a maior extensão da área plantada. Este fato é justificado pela excelente vida de prateleira destes melões, 25 a 30 dias em condições ambiente (Silva 1992; Cunha 1993 e Gonçalves, Menezes e Alves 1996).

Nos últimos anos tem-se introduzido, na região, diversas cultivares do grupo *reticulatus*, cuja vida de armazenamento, relativamente curta, limita severamente as suas possibilidades de exportação para mercados potencialmente lucrativos como Estados Unidos e Europa (Lester e Stein 1993; Aharoni, Copel e Falik 1993).

Os melões “nobres” [variedades botânicas *reticulatus* (*Cantaloupes*), *cantaloupensis* (melões de cheiro), híbridos que envolvem as duas variedades (caso do tipo Galia) e o tipo Charentais (var. *cantaloupensis*)] são mais preferidos que os amarelos (var. *inodorus*) pelo seu sabor e coloração da polpa, valor nutritivo (excelente fonte de vitamina A) e uniformidade para embalagem; além disso, são comercializados por preços melhores e representam o principal grupo de melões consumido no Hemisfério Norte, mercado que o Brasil precisa conquistar.

Dentre os novos materiais introduzidos, o melão tipo Galia representa o principal grupo de cultivares. Apesar de se tratar de um produto com excelente sabor e aroma e com grande aceitação nos mercados interno (principalmente São Paulo) e externo (Europa), até o momento os produtores não dominam a tecnologia de pós-colheita capaz de colocá-los nesses mercados com qualidade satisfatória.

O controle de qualidade pós-colheita do melão produzido no Nordeste se faz necessário devido à distância dos principais mercados (São Paulo, 4 a 5 dias em transporte rodoviário sem refrigeração e Europa, 11 a 12 dias em transporte marítimo sob refrigeração).

Recentemente, as principais empresas exportadoras de melão do Pólo Agrícola Mossoró-Assu (principal pólo produtor e exportador de melão do Brasil) formaram um *pool* para desenvolver tecnologia de produção para o melão tipo Galia que precisa ser acompanhada de avaliação da qualidade pós-colheita. Nesse sentido, o presente trabalho se propõe a avaliar a qualidade pós-colheita do melão tipo Galia produzido naquela região durante o amadurecimento e armazenamento, tendo como objetivos gerais:

- Objetivos*
- i) determinar o estágio de maturação adequado para a colheita do melão tipo Galia produzido no Pólo Agrícola Mossoró-Assu;
 - ii) determinar a vida útil pós-colheita do melão tipo Galia produzido no Pólo Agrícola Mossoró-Assu;

e como objetivos específicos:

- i) caracterizar a qualidade pós-colheita do melão tipo Galia produzido no Pólo Agrícola Mossoró-Assu colhido em cinco estádios de maturação;
- ii) acompanhar através de análises físicas, físico-químicas e químicas as mudanças de qualidade do melão tipo Galia armazenado sob refrigeração;
- iii) caracterizar quantitativa e qualitativamente as mudanças nos polímeros de parede celular do melão tipo Galia associadas ao processo de maturação e ao armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O melão: aspectos gerais

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma espécie polimórfica, cujas formas botânicas diferenciam-se quanto aos aspectos de sensibilidade ao frio, capacidade de conservação, atividade metabólica e, sobretudo em forma, tamanho de fruto e estrutura da casca e da polpa. Esta apresenta variação desde laranja escuro até branco e verde, em função da variedade cultivada.

Em termos de importância para o Brasil, destacam-se as seguintes variedades: *Cucumis melo* var. *reticulatus* (frutos de tamanho mediano, reticulados - casca com aparência de rede e atividade metabólica intermediária); *Cucumis melo* var. *cantaloupenis* (em geral, o fruto se separa da planta quando maduro e adquire um aroma característico, tamanho pequeno a mediano, normalmente apresenta casca lisa e ondulada e polpa variando do amarelo ao salmão); *Cucumis melo* var. *inodorus* (os frutos apresentam geralmente maturação tardia, não têm casca reticulada e não são aromáticos; quando maduros permanecem aderidos à planta e representam o principal grupo de cultivares exploradas comercialmente no Brasil).

As principais cultivares do grupo *Cantaloupe* são Charentais e Ogen. Geralmente, os híbridos Hale's Best, Jumbo e Magnus 45 são classificados como *Cantaloupes*.

As principais cultivares pertencentes aos melões reticulados são: Galia, Top Score, Rock, Classic, Earl's Favourits, Napoleon, Hy-mark e Early sweet.

O tipo *C. melo* var. *inodorus* é formado, dentre outras, pelas seguintes cultivares: Honeydew, Tendral, Piel de Sapo e Verde tardio. Inclui-se nesse grupo os melões amarelos (espanhóis), bastante apreciados pelo consumidor brasileiro. Para todos os grupos de melão aparecem permanentemente no mercado novos híbridos ou cultivares, resultantes de programas de melhoramento genético tradicional ou de técnicas de Engenharia Genética.

2.2 Características do melão tipo Galia

O melão tipo Galia, objeto deste estudo, é de origem israelense com peso médio do fruto entre 850 e 1900 g. É um tipo varietal de características intermediárias entre o melão tipo Ogen (ou Haogen) - polpa verde, doce e bastante aromático - e o tipo Honey Dew - polpa verde, doce e sem aroma. A cor da casca é normalmente laranja quando o fruto está maduro; no entanto, existem alguns híbridos que não perdem a coloração verde da casca com o amadurecimento completo. A cor da polpa é verde e o aroma e sabor são semelhantes aos do "Ogen" (Odet 1993).

A textura da polpa é mediana, com cor verde-claro na zona externa e branco laranja na interna. O fruto é, geralmente, redondo, notadamente reticulado (cicatrizes nos sentidos longitudinal e transversal formando uma malha). Separa-se facilmente do pedúnculo quando maduro (Zapata et al 1989).

2.3 Desenvolvimento e Amadurecimento do melão

A vida do fruto apresenta três fases bem distintas: desenvolvimento, maturação e senescência. A maturação envolve mudanças metabólicas de síntese e degradação de inúmeros compostos, além de complexas transferências de energia química. Nesta fase, as principais transformações químicas de interesse comercial relacionam-se a carboidratos, ácidos orgânicos, pigmentos, fenóis e voláteis (Chitarra e Chitarra 1990 e Awad 1993).

O melão, a exemplo de frutos como pêra, maçã, tomate, banana, morango, tâmara, laranja e abacate, apresenta curva de crescimento sigmóide (Salisbury 1992).

As variedades de melão apresentam variações quanto ao tempo que transcorre entre o plantio e a maturação. Aquelas que requerem maior período de cultivo, geralmente apresentam maior vida útil pós-colheita que aquelas variedades mais precoces (Fundación Chile 1992).

O crescimento do fruto do meloeiro tipo *Cantaloupe* é separado em três fases bem definidas: a primeira fase termina 10 dias após a antese. É caracterizada por crescimento do ovário em modelo exponencial. Na segunda fase (10 - 20 dias após a antese), a velocidade de crescimento é constante, ocorre formação da reticulação, inicia-se a coloração da polpa, aparece a cavidade interna, as sementes atingem quase o tamanho máximo e o fruto alcança metade do seu volume final. A terceira fase é caracterizada também por crescimento constante, mas em ritmo mais lento, terminando com a abscisão do fruto (Leeper 1951; McGlasson e Pratt 1963 e McCollum, Cantliffe e Paris 1987).

Em melão 'Rio-Sweet' o período compreendido entre a formação da reticulação e a maturidade fisiológica é, em média, 23 dias (Leeper 1951) e o amadurecimento ocorre três dias após atingir a maturidade fisiológica; enquanto que em 'PMR 45' a maturidade fisiológica é atingida aos 28 dias após o início da formação da reticulação (Davis Jr et al. 1967).

O estágio de maturação denominado *full slip* (separação completa do fruto a partir do pedúnculo) é a maturação completa e representa o desenvolvimento máximo dos atributos de qualidade. Os estádios *3/4 slip* e *1/2 slip* correspondem a uma maior capacidade de armazenamento (Fundación Chile 1992).

2.4. Fatores de qualidade do melão

A qualidade de um produto agrícola (fruto ou hortaliça) pode ser definida por meio de critérios que incluem propriedades nutricionais (vitaminas, proteínas, carboidratos etc.), higiênicas (condição microbiológica, conteúdo de componentes tóxicos, etc.), tecnológicas (capacidade de armazenamento) e sensoriais (aparência, *flavor*, textura etc.). Quando se conhece o critério que caracteriza a qualidade de um produto utiliza-se métodos de mensuração que variam desde técnicas instrumentais avançadas até análise sensorial.

A qualidade do melão *Cantaloupe* tem sido objeto de numerosas investigações, começando com Rosa (1928) que publicou um trabalho sobre o conteúdo de açúcares em *Cucumis melo* e estendendo-se até Dhiman, Tarsen Lal e Bajaj (1995) e Simandjuntak, Barrett e Wrolstad (1996a).

Em melão, o termo qualidade tem sido relacionado a diferentes fatores. Uma das características mais estudadas é o conteúdo de sólidos solúveis totais- SST (Bosland, Hughes e Yamaguchi 1979 e Fady 1983). O conteúdo de SST, definido como a percentagem de sólidos solúveis no suco extraído da polpa, é um fator tradicionalmente usado para assegurar a qualidade do melão, embora em alguns casos essa característica seja considerada como um indicador de qualidade falho. Muitos países usam os valores do conteúdo de sólidos solúveis totais como um guia de mercado para a aceitação, com variação mínima típica de 8 a 10%. Aulenbach e Worthington (1974) afirmam que o conteúdo de SST nem sempre é um bom indicador de qualidade, especialmente quando está acima de 8% nas cultivares Mayne Rocky e Gold Star. Estes autores consideraram que o aroma, o sabor e a doçura deveriam ser fatores de qualidade complementares.

Lester e Shellie (1992) verificaram que o *flavor*, a doçura e a textura correlacionaram-se fortemente com a preferência do fruto de 'Honey Dew' e que o conteúdo de SST por ocasião da colheita, correlacionou-se apenas com a cor do epicarpo.

Apesar de haver diferenças de opinião, a maioria dos pesquisadores (por exemplo, Pratt 1971 e Yamaguchi et al. 1977) concordam que a qualidade comestível do melão relaciona-se, principalmente, com a doçura, o aroma e a textura. Entretanto, a correlação de indicadores químicos ou biológicos desses atributos com a qualidade comestível e com a aceitação pelo consumidor não tem sido alta (Leach et al. 1989).

A qualidade é estimada por amostragens aleatórias de melões no campo, seguida da determinação do teor de SST, o que assegura a classificação do talhão completo. Não apenas há variação entre talhões, mas também entre frutos da mesma planta e até entre diferentes regiões do mesmo fruto (Scott e MacGillivray 1940). Isto indica que o conteúdo de SST isolado pode não ser adequadamente representativo para a grande variabilidade no campo. Há, então, necessidade de outras avaliações, a nível de campo, com a finalidade de caracterizar mais adequadamente o estágio de maturação dos frutos.

Yamaguchi et al. (1977), em estudo sobre a correlação entre análise sensorial e SST em *Cantaloupe*, determinaram outros atributos de qualidade, tais como: firmeza, cor e compostos voláteis. Evensen (1983) considerou o conteúdo de ácido ascórbico como um importante fator de qualidade para o melão durante o armazenamento e Dhiman, Tarsen Lal e Bajaj (1995) determinaram o teor de ácido ascórbico como forma de avaliar a qualidade de diferentes genótipos de melão. Salunke e Desay (1984), Kader (1985) e Cohen e Hicks (1985) levaram em consideração critérios visuais, organolépticos, texturais e nutritivos. Artés et al. (1993) ampliaram os critérios de qualidade para o melão, estudando peso, tamanho, forma, espessura da casca, proporção da porção comestível, firmeza, SST, pH, acidez total titulável, açúcares redutores e não-redutores, índice de formol, nutrientes minerais e velocidade de respiração.

O uso de avaliações não destrutivas para o melão tem sido assunto de numerosas investigações (Dull 1986 e Lester e Shellie 1992), tanto se tratando de firmeza (Sugiyama 1994), quanto em relação a determinação de sólidos solúveis totais (Dull 1992), resistência à compressão (Cárdenas-Weber et al. 1991) e uso de propriedades acústicas (Mizrach et al. 1991).

Em *Cantaloupe*, a intensidade de coloração laranja na polpa é uma importante característica de qualidade, sendo a mesma devida, primariamente, a pigmentos carotenóides,

dos quais β -caroteno é o principal componente (Vavich e Kemmerer 1950 e Curl 1966). O levantamento realizado por Bruhn et al. (1991) indicou que as principais razões de insatisfação do consumidor americano com os *Cantaloupes* são, em ordem decrescente, *flavor* pobre, firmeza excessiva e custo elevado.

Mudanças em outras características durante o crescimento e o amadurecimento do melão, tais como: cor externa e interna, diâmetro da cavidade das sementes e concentração interna de etileno, são importantes na determinação da qualidade (Micollis e Saltveit 1991). Outro fator de qualidade nos melões *Cantaloupes* é a homogeneidade da reticulação (Davis Jr. et al. 1964 e Davis Jr., Baker e Kasmire 1967).

O conteúdo de açúcares em melão não aumenta após a colheita. Assim, para se obter um produto com alto teor de açúcares é necessário que o fruto permaneça na planta até a completa maturidade. No entanto, na tentativa de capitalizar lucros no início das estações de cultivo, ou aumentar o período de vida útil pós-colheita, o melão é freqüentemente colhido antes de atingir a completa maturidade. Como o consumidor não pode julgar, com confiabilidade, a qualidade do melão (conteúdo de açúcares) pela aparência externa, há necessidade de se introduzir padrões de mercado que sirvam para prevenir a venda de frutos com qualidade inferior.

De acordo com o Código de Agricultura e Alimentos da Califórnia, os melões *Cantaloupes* devem apresentar teor de SST superior a 9%, uniformidade de tamanho, de forma e de reticulação. Além disso, devem estar túrgidos e livres de queimaduras pelo sol (Kader 1992 e Bleinroth 1994). Entretanto, o Código de Regulações Federais (7CFR979.304 U.S. Gov. printing Office, Washington, D.C. - 1990) documenta que para o melão 'Honey Dew' fazer parte dos padrões U.S. número 1, deve ser maduro, apresentar no mínimo 8% de SST, estar firme, bem formado e livre de defeitos (Lester e Shellie 1992).

Na Califórnia, os melões 'Honey Dew' só podem ser comercializados legalmente com teor de SST não inferior a 10%, mas as cultivares de alta qualidade apresentam valores mais elevados (Pratt, Goeschl e Martin 1977). Por outro lado, o melão 'Honey Dew' produzido no Chile e destinado aos mercados americano e europeu deve apresentar teor de SST mínimo de 9% e 8%, respectivamente, enquanto que o melão 'Tendral' deve apresentar no mínimo 9% de SST para os dois mercados (Fundación Chile 1992).

Mutton, Cullis e Blakeney (1981) concluíram, a partir de modelos matemáticos, que o nível mínimo de SST sugerido para a colheita dos melões 'PMR 45', 'Goldpack' e

'Gulfstream' é de 10%. Neste mesmo estudo, os autores recomendam que a firmeza da polpa deve está entre 1,0 e 2,0 kg força.

Alguns frutos apresentam alta produção de substâncias alcoólicas durante o amadurecimento (Hulme 1970). Em melão, esta desordem ocorre durante a maturação e, principalmente, após o amadurecimento (Tamura et al. 1973). A alta concentração de substâncias alcoólicas é encontrada, principalmente, nos tecidos mais internos que amolecem e subsequente se degradam (Motomura 1994). A ocorrência dessa desordem depende da cultivar (Kitamura et al. 1974 e Kubo 1986) e de fatores ambientais como, área de produção e estação de cultivo (Higashi et al. 1985). Motomura (1994) reportou que o melão com concentração de substâncias alcoólicas acima de 100 μL por 100 mL de suco nos tecidos mais internos apresentavam *flavor* desagradável e eram de baixa qualidade. Os frutos com concentração de substâncias alcoólicas abaixo de 50 μL por 100 mL de suco apresentavam *flavor* normal.

A ocorrência de alta concentração de substâncias alcoólicas nos tecidos mais internos do melão sugere a participação de mudanças metabólicas nestes tecidos ou nas sementes (Agatsuma e Oshima 1981) e merece investigações.

É importante acrescentar que a qualidade do melão é influenciada por fatores pré-colheita, como práticas de irrigação e nitrogênio (Flocker 1964), método de plantio (Bhella 1985), umidade do solo (Ware e McCollum 1968 e Wells e Nugent 1980), propriedades físicas do solo (Davis e Schweers 1971), insolação (Lipton e Peterson 1987 e Forney 1990) e presença de microrganismos que reduzem a área foliar útil. As plantas sem tratamento fitossanitário são rapidamente atacadas por agentes fitopatogênicos que reduzem a área foliar, o que pode tornar o fruto injuriado, principalmente por queima pelo sol. Suspeita-se que os frutos oriundos dessas plantas amadurecem prematuramente e assim, apresentam baixa qualidade quando comparados com aqueles provenientes de plantas sadias.

Latin et al. (1994) verificaram que o aumento na severidade da injúria foliar causada por *Alternaria* resultou em substancial redução no conteúdo de sólidos solúveis totais por ocasião da colheita de melão (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naudin).

A densidade de plantio e os níveis de salinidade da água de irrigação são importantes fatores relacionados com a qualidade do fruto do meloeiro. Mendlinger (1994) verificou que a percentagem de reticulação do melão 'Galia' diminuiu com o aumento da densidade de plantio, mas não foi afetada pelo aumento nos níveis de salinidade da água de irrigação. Neste mesmo trabalho foi observado que o aumento da densidade de plantio diminuiu

significativamente a percentagem de sólidos solúveis totais e o aumento da salinidade correlacionou-se positivamente com este parâmetro de qualidade.

Fatores ligados diretamente a colheita, como estresses mecânicos (Foster 1979), horário de colheita, permanência dos frutos no campo após a colheita durante o dia, principalmente em regiões de temperaturas altas, ou durante a noite quando a umidade relativa é alta, são aspectos que devem ser considerados na obtenção de frutos de boa qualidade.

O principal fator ambiental que influencia a qualidade pós-colheita do melão parece ser a estação de cultivo. Os melões cultivados em Israel (Mizrach et al. 1994) e no Brasil, Pólo Agrícola Mossoró-Assu, durante o inverno são, particularmente, susceptíveis à degradação da polpa. Esta desordem, conhecida como *internal breakdown* é caracterizada pelo amolecimento excessivo dos tecidos começando na cavidade das sementes e resultando na degradação do fruto como um todo. Não é perceptível no fruto íntegro. Os melões atingidos são transportados juntos com os sadios que se rompem liberando o conteúdo placentar aquoso sobre os demais frutos da mesma caixa ou do mesmo *pallet*, tornando-se uma fonte rica de patógenos. Os frutos cultivados em Israel no outono (Mizrach et al. 1994) e no Brasil no período de seca, não apresentam sintomas dessa desordem, cujos fatores causais não são conhecidos. A urgência dessa questão exige um esforço multidisciplinar para encontrar a solução.

Mizrach et al. (1994) encontraram elevado conteúdo de SST na região mais interna da polpa de melões tipo Galia cultivados durante o inverno. Ele sugeriu que este pode ser um dos fatores que explicam a pré-disposição dos frutos cultivados no inverno ao *internal breakdown*.

Welles e Buitelaar (1988) concluíram que fatores como baixa temperatura noturna durante o desenvolvimento do fruto do meloeiro *Cantaloupe*, área foliar intensa e a escolha de cultivares de amadurecimento tardio são importantes quando se deseja a produção de frutos com alto teor de sólidos solúveis totais.

Esta discussão indica que há inúmeros fatores relacionados com a qualidade pós-colheita do melão e não entendimento dos mesmos por parte dos produtores poderá desvalorizar substancialmente o produto a nível de consumidor.

2.5. Comportamento respiratório do melão

Em frutos climatéricos, o amadurecimento é caracterizado pela produção de etileno, a qual é aparentemente auto-catalítica (Brady e Young 1987). Esta é uma das características mais marcantes deste grupo de frutos. McMurchie, McGlasson e Gaks (1972) introduziram o

conceito de dois sistemas para a produção de etileno. O sistema 1 é comum para frutos climatéricos e não-climatéricos e opera naqueles até o início do amadurecimento. A indução do sistema 2 resulta na produção maciça de etileno pelos tecidos, seguida do amadurecimento e senescência. Frutos climatéricos são agora distinguidos como aqueles nos quais o sistema 2 de etileno opera. O conhecimento detalhado do mecanismo de biossíntese do etileno, incluindo a identificação e operação de todos os intermediários, e em menor extensão das enzimas-chave, tem fornecido oportunidades para manipular a sua produção (Yang e Hoffmann 1984; Field 1990; Kende 1993, Pech et al. 1994 e Mathooko 1996).

Em alguns frutos, por exemplo, maçã ou kiwi, a transição da fase imatura para a matura ocorre bem antes da indução autocatalítica de etileno. Em outros, como, pêsego e abricó, a transição ocorre um pouco antes. Já em melão, especialmente, o 'Charentais' esta transição ocorre imediatamente após a produção autocatalítica de etileno (Pech et al. 1994). Estas considerações fisiológicas apontam para a importância crucial da data de colheita, especialmente para aqueles frutos em que a transição ocorre mais tardiamente, como é o caso do melão 'Charentais'.

Os melões tipo *Cantaloupe* e tipo *Honey Dew* apresentam modelo climatérico de respiração (Lyons, McGlasson e Pratt 1962 e Biale e Young 1981). Lyons, McGlasson e Pratt (1962) mostraram que o etileno é produzido pelo *Cantaloupe* a partir dos primeiros estádios de desenvolvimento, com aumento de 10 vezes na concentração entre 30 e 37 dias após a antese e de 100 vezes entre 37 e 40 dias após a antese. Este último coincidiu com o aumento na produção de CO₂ entre o mínimo pré-climatérico e o pico climatérico.

Há considerável diferença no amadurecimento entre melão reticulado e não reticulado (*Honey Dew*). Os frutos reticulados separam-se da planta no pico climatérico (Webster 1975) enquanto que aqueles não reticulados separam-se da planta apenas depois do pico climatérico e apresentam menor velocidade de respiração e produção de etileno (Kendall e Ng 1988). Híbridos entre variedades reticuladas e não reticuladas exibem velocidades intermediárias de produção de etileno, quando calculadas pelo nível deste gás encontrado na cavidade interna. Por exemplo, os níveis de etileno interno para melões reticulados e híbridos foram 43, e 33 µL/L, respectivamente, (Kendall e Ng 1988). A presença de etileno na cavidade interna pode ser responsável pela observação de que o amolecimento ocorre a partir desse local (Abeles et al. 1992) e a aplicação exógena de etileno resulta em amadurecimento mais uniforme (McGlasson e Pratt 1964).

A velocidade de respiração ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) do melão *Cantaloupe* é superior a do melão Honey Dew', independente da temperatura (Pratt 1971). Miccolis e Saltveit Jr. (1991) e Artés et al. (1993) confirmaram a existência do climatérico respiratório em melão após estudo da produção de etileno e do CO_2 em 11 cultivares. Entretanto, o melão 'Casaba' é o único tipo entre as variedades cultivadas que apresenta comportamento respiratório não-climatérico (Kader 1987)

Todas as observações do climatérico respiratório em melão reticulado têm sido feitas com frutos após a colheita (Lyons, McGlasson e Pratt 1963; McGlasson e Pratt 1964 e Pratt 1971). Entretanto, quando Miccolis e Saltveit Jr. (1991) mediram a atividade respiratória imediatamente após a colheita de 7 cultivares de melão (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naud.) amadurecidas na planta, não observaram aumento nem na concentração nem na produção de CO_2 relacionado com o amadurecimento, apesar do aumento climatérico na produção de etileno. Recentemente, Shellie e Saltveit Jr. (1994) estudaram a atividade respiratória de três cultivares de melão reticulado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.), Caravelle, Explorer e Mission e novamente não observaram aumento na concentração interna de CO_2 em frutos amadurecidos na planta, a qual foi observada apenas após a excisão. Assim, a exemplo de frutos como tomate (Saltveit Jr. 1993), vê-se que o climatérico respiratório não é obrigatório durante o amadurecimento de alguns frutos climatéricos e que em melão, parece que o etileno não estimula diretamente a respiração. Entretanto, ao contrário dos resultados apresentados acima, Hadfield, Rose e Bennett (1995) detectaram que o melão *Charentais* (*Cucumis melo* L. cv. *reticulatus* F1 Alpha) apresentou climatérico respiratório acompanhado de elevação na produção de etileno tanto antes, quanto após a colheita. Os resultados desses últimos estudos, mostram que há uma variação no comportamento respiratório entre diferentes cultivares. Assim, a extrapolação do comportamento de uma cultivar para outras cultivares relacionadas pode representar um risco, já que o comportamento respiratório do melão durante o amadurecimento é dependente da cultivar.

Em melões *Cantaloupe* no pré-climatérico, o etileno promove a conversão de ACC a etileno (Hoffman e Yang 1982 e Liu, Hoffman e Yang 1985) por induzir o desenvolvimento ACC oxidase (Hoffman e Yang 1985).

Os resultados obtidos por Dunlap e Robacker (1994) indicaram que o mecanismo de produção de etileno em melão reticulado induzido por injúria é regulado pelo estágio de maturação do fruto, pelo tempo de desenvolvimento da injúria e pela distância do sítio da injúria. A capacidade para produção de etileno em resposta à injúria aumenta com a

maturidade do fruto, independente da idade. Não ocorre produção de etileno no tecido sadio antes do amadurecimento.

A relação do etileno com outros fitohormônios endógenos, como o ácido abscísico (ABA) ainda não é clara. O único artigo que descreve esta relação em melão (Zhang e Yang 1987) mostrou que o ABA endógeno acumulou-se durante a maturação. A partir do nível crítico, a produção auto-catalítica de etileno foi desencadeada. Recentemente, Larrigaudiere, Guillen e Vendrell (1995) observaram que a atividade da ACC oxidase em melão imaturo (cv. Alpha) pode ser estimulada por níveis elevados de ABA. Estes resultados indicam uma relação direta entre a atividade da ACC oxidase e o conteúdo de ABA, entretanto, isto não foi demonstrado e necessita de investigações futuras.

2.6. Composição química do melão

O conteúdo médio de umidade dos melões *Cantaloupe* e 'Honey Dew' é de 90%. Os melões 'Honey Dew' apresentam valores médios de proteína, lipídeos e cinzas inferiores aos *Cantaloupes* (0,40%, 0,03% e 0,58% nesta ordem, contra 0,61%, 0,23% e 0,84%). O teor médio de ácido ascórbico no melão *Cantaloupe* é de 28 mg/100g de peso fresco contra 15 mg/100g nos melões 'Honey Dew' (Enter Miller et al. 1985 e Enter Miller et al. 1987). O teor de vitamina C no melão aumenta com a concentração de sólidos solúveis totais (Odet 1993).

O conteúdo de sólidos solúveis totais do melão pode chegar a até 18% (Elmstrom e Maynard 1992). De acordo com Bianco e Pratt (1977), mais de 97% dos sólidos solúveis totais no melão são açúcares, com a sacarose representando 50% dos açúcares solúveis totais. Em média, o conteúdo de açúcar total representa 5% do peso fresco da polpa.

Comparado a outros frutos e hortaliças, o melão é especialmente rico em elementos minerais, particularmente potássio, sódio e fósforo (Munsell 1950; Artés 1993 e Franco 1992).

Ao contrário de frutos como maçã (Hulme e Rhodes 1971), banana (Palmer 1970) e outros que podem amadurecer a partir da degradação do amido no ambiente pós-colheita (Whiting 1971), o melão não tem reserva de amido e assim depende de fotoassimilados translocados a partir das folhas.

Em geral, o melão apresenta quantidades substanciais dos ácidos cítrico e málico, com predominância do primeiro (Pratt 1971). Mendlinger e Pasternak (1992) reportam teores de ácido cítrico variando de 0,051% a 0,35% . As frações de ácidos orgânicos de todas as

cultivares de melão (Arava, Galia, Baladi, Crete, Alice, entre outras) investigadas por Leach et al. (1989) revelaram que o ácido cítrico foi o principal componente.

Algumas cultivares de melão podem ser prontamente distinguidas pelo aroma. Diferenças inter- e intravarietal no aroma surgem de variações qualitativas e/ou quantitativas na mistura complexa de compostos voláteis que formam os perfis cromatográficos. A importância dos perfis aromáticos na preferência do consumidor pode ser ilustrada pela observação de que os melões tipo Galia, similares em aparência externa e em parâmetros químicos ao 'Rockmelon australiano', é o mais aceito pelo consumidor e alcança preços excelentes.

A maioria dos compostos voláteis encontrados no melão são álcoois e ésteres de ácidos graxos (Bliss e Pratt 1979; Meredith e Pratt 1979 e Buttery et al. 1982).

O pigmento predominante nas cultivares de melão de polpa alaranjada é o β - caroteno (Pratt, 1971). Além deste, tem sido encontrado em proporção considerável o β -criptoxantina e o α -caroteno (Homnava 1990). O melão *Cantaloupe* é uma excelente fonte de vitamina A (2500 UI/100g), enquanto que o melão 'Honey Dew' apresenta apenas cerca de 300 UI/100g desta vitamina (Entermiller et al. 1985).

O valor energético do melão é relativamente baixo, 20 a 40 kcal/100g de polpa e a porção comestível representa 55% do fruto.

2.7. Mudanças na composição química do melão durante o amadurecimento e o armazenamento

Os carboidratos mudam tanto em qualidade como em quantidade durante o amadurecimento de melão. O acúmulo de açúcares neste estágio é de interesse especial por causa da forte correlação entre o seu conteúdo e a qualidade subjetiva do fruto. Além disso, o conteúdo de açúcares é o principal critério utilizado no estabelecimento de padrões de qualidade nas regulamentações de mercado.

O açúcar predominantemente sintetizado nas folhas do meloeiro é a estaquiase o qual é transportado para o fruto via pecíolo, mas o fruto praticamente não contém este açúcar (Hughes e Yamaguchi 1983). Presume-se que o fruto contenha um sistema enzimático capaz de metabolizar este oligossacarídeo. Gross e Pharr (1982) mostraram em extrato do pedúnculo de pepino (*Cucumis sativus*) que há conversão de galactose-1-fosfato e frutose a sacarose *in vitro* na presença de frutose, evidentemente via UDP-galactose-pirofosforilase (EC 2.7.7.10), UDP-galactose-4-epimerase (EC 5.1.3.2) e sacarose sintase (EC 1.4.1.13). Isto

também implicaria que β -galactosidase (EC 3.2.1.23) e galactosidase (EC 2.7.1.6) estão presentes para completar o mecanismo de conversão de estaquiose a sacarose (Knee et al. 1991). Outros açúcares, como rafinose e galactose são também translocados e metabolizados no fruto para formar sacarose, glicose, frutose e vários açúcares fosfatados.

O conteúdo de açúcares é função do tempo em que o melão fica preso a planta. (Hughes e Yamaguchi 1983; Huber 1983 e Kroen, Pharr e Huber 1991). Welles e Buitelaar (1988) reportaram que o período de maturação do fruto, isto é, o período entre a formação e a colheita, está correlacionado positivamente com o conteúdo de sólidos solúveis totais para as cultivares de melão *Cantaloupe* Haon e Polidor.

O conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) durante os primeiros estádios de desenvolvimento do melão é baixo, sendo composto de glicose e frutose em iguais concentrações (Bianco e Pratt 1977 e Hughes e Yamaguchi 1983). No início do amadurecimento, há uma elevação rápida nos teores devido predominantemente a um aumento de sacarose, com os conteúdos de glicose e frutose diminuindo ou permanecendo constantes (Rosa 1928 e Lingle, Lester e Dunlap 1987).

Em melão reticulado 'Perlita' os níveis de glicose e frutose aumentaram entre 10 e 30 dias após a antese e em seguida, diminuíram durante a abscisão e senescência. A sacarose aumentou intensamente entre 30 e 40 dias após a antese que coincidiu com a abscisão do fruto por volta do 40º dia.. O nível de glicose diminuiu mais rapidamente do que o nível de frutose (Lester e Dunlap 1985). Estes resultados indicaram que o acúmulo de sacarose ocorreu em função do *pool* de glicose e frutose.

A composição de açúcares solúveis em etanol para o melão 'Galia' até os primeiros 30 dias após a antese é fornecida basicamente pelos teores de glicose e frutose em iguais proporções. A partir dos 24 dias após a antese acumula-se sacarose até a abscisão (Schaffer, Aloni e Fogelman 1987). O acúmulo de sacarose está estreitamente ligado à redução na atividade da invertase ácida, enzima responsável pela hidrólise da sacarose e ao aumento na atividade da sacarose sintetase, enzima que catalisa as reações de compartimentalização da sacarose (McCollum, Huber e Cantliffe 1988).

Hubar, Huber e Phar (1989) verificaram que a sacarose fosfato sintase cujo aumento na atividade foi registrado entre 15 e 35 dias após a antese, é importante para a doçura, pois está relacionada com o acúmulo de sacarose durante o amadurecimento de melão de polpa laranja.

Cunha (1993) reportou aumento no teor de SST para a cultivar Valenciano Amarelo quando submetida a pulverizações de ácido giberélico no campo, nas concentrações de 30 e 60 ppm. Aharoni et al (1993) encontraram teor médio de 12,5% de SST para melão 'Galia' armazenado em atmosfera controlada (10% de CO₂ e 10% de O₂ com absorvente de etileno) por 14 dias a 6°C, seguido de 6 dias a 20°C.

Em geral, não observa-se mudanças consideráveis no conteúdo de açúcares solúveis durante o armazenamento de melão (Ogle e Christopher 1957 e Evensen 1983). No entanto, Lingle, Lester e Dunlap (1987) verificaram redução no conteúdo de sacarose após a colheita e pouca variação nos níveis de açúcares redutores, glicose e frutose. Cohen e Hicks (1986) verificaram diminuição nas concentrações de glicose e frutose em função do aumento na temperatura de armazenamento (5°C, 12,5°C e 20°C). Pode-se afirmar, que o conteúdo de sacarose no fruto colhido é determinado pelo equilíbrio estabelecido entre os níveis relativos de atividades das enzimas sacarose sintase, sacarose fosfato sintase e invertase. Assim, nenhuma enzima individual pode estar altamente correlacionada com as mudanças que ocorrem no conteúdo de sacarose do melão após a colheita (Knee et al. 1991).

Miccolis e Saltveit, Jr (1991) reportaram aumentos consideráveis no teor de SST a partir de 30 dias após a antese nas cultivares Amarelo, Golden Beauty Casaba, Honey Dew, Honey Loupe, Juan Canary, Paceco e Santa Claus Casaba.

Reid et al. (1970) avaliaram diversos critérios de desenvolvimento em 3 cultivares de melão (PMR 45, Crenshaw e Persian) e observaram acúmulo de carotenóides a partir de, pelo menos, 10 dias antes do pico climatérico.

Os carotenóides, medidos como β -caroteno na polpa, aumentaram de 0,3% (p/p) aos 30 dias após a antese até 2,7% (p/p) aos 50 dias após a antese em melão reticulado 'Perlita' (Lester e Dunlap 1985).

Muitos ácidos orgânicos ocorrem em frutos, estando em solução no vacúolo, parcialmente livres ou parcialmente como sais, sendo o potássio, o principal cátion envolvido (Burton 1982). Eles participam do metabolismo como substrato respiratório, atuando como doadores de íons hidrogênio nos processos de oxidação-redução. Durante o desenvolvimento até o início do amadurecimento ocorre aumento do teor de ácidos livres que gradualmente diminuem após o amadurecimento. Esta mudança no conteúdo de ácido total expressa variações quantitativas nos principais ácidos componentes do fruto (Sass 1993).

Oliveira (1992), trabalhando com o melão tipo Galia armazenado durante 21 dias em condições ambiente (30°C e 61% de UR), reporta uma diminuição na ATT de

aproximadamente 29% e Gonçalves (1994) reporta uma diminuição de 42% na ATT para o melão 'Piel de sapo' armazenado durante 49 dias sob condições ambiente (25°C e 51% de UR). Costa (1987) e ErmLand Júnior (1986) não verificaram alteração na ATT durante o armazenamento sob condições ambiente do melão 'Valenciano Amarelo CAC'.

As vitaminas, como outros compostos bioquímicos, são vulneráveis às mudanças, particularmente após a colheita (Watada 1987). Em melão, Evensen (1983) reporta diminuição significativa no conteúdo de ácido ascórbico durante o amadurecimento e armazenamento.

2.8. Compostos químicos da parede celular do melão

A parede celular, envolvida pela lamela média, consiste de diversas camadas. A lamela média, oriunda da placa celular, é depositada durante a divisão celular e conecta células adjacentes, atuando como um cimento entre elas. É composta primariamente de substâncias pécnicas e tem influência decisiva na textura dos tecidos de frutos. A primeira camada, chamada parede primária, é depositada durante a divisão celular enquanto a célula está crescendo. É preferencialmente fina e apresenta alto grau de organização em relação à lamela média. Além de pectina, apresenta em sua composição, hemicelulose, celulose e algumas proteínas.

Usualmente, distingue-se dois tipos de pectina de acordo com a sua localização na matriz da parede celular (Selvedran e O'Neil 1987): - Os polímeros pécnicos da lamela média são essencialmente lineares com apenas cadeias laterais curtas consistindo de diferentes açúcares neutros, principalmente, arabinose e galactose, que são presos aos resíduos de ramnose da cadeia de ramnogalacturonanas. Apresentam, em geral, alto grau de metilesterificação. As cadeias de ramnogalacturonanas são formadas de regiões com resíduos não esterificados intercalados com regiões que são altamente esterificadas e altamente ramificadas. As regiões não esterificadas são mantidas juntas por ligações com íons cálcio, e assim, podem ser extraídas por agentes quelantes que removem o cálcio por complexação. Os polímeros pécnicos da parede celular primária são mais altamente ramificados e as cadeias laterais são mais longas. A cadeia de ramnogalacturonanas tem baixo grau de metilesterificação.

Três tipos de tecidos de plantas são reconhecidos: parênquima, colênquima e esclerênquima. O parênquima é o principal tipo presente nas plantas ou órgãos de planta que servem como alimentos (principalmente frutos e hortaliças). O esclerênquima e o colênquima

formam uma pequena porção do tecido da planta ingerido e há poucos casos onde estes tipos de tecidos são utilizados como alimentos (McDougall et al. 1996).

A maioria dos frutos está sujeita à perda substancial na firmeza da polpa (células parenquimáticas) durante o amadurecimento e o armazenamento. O amolecimento é, primariamente, devido a mudanças nos carboidratos durante o metabolismo da parede celular, resultando na perda de certos componentes estruturais. Na maioria dos frutos, a mudança mais aparente e intensivamente estudada na composição da parede celular é a perda de polímeros de ácidos urônicos (Pilnik e Vorage 1970 e Wade 1993). Em adição à solubilização de pectina, ocorre também perda de resíduos de açúcares neutros não-celulósicos (Knee 1973; Gross e Wallner 1979; Labavitch 1980 e Holland 1993).

Hard (1977) reportou, para o melão, valores das frações pectina solúvel em água, pectatos-pectinatos e protopectina de 57,57; 32,51 e 32,33 mg/100g, respectivamente.

A parede celular de melão é caracterizada por altos níveis de galactose e baixos níveis de arabinose e xilose (Gross e Sams 1984), com a fração hemicelulósica representando, aproximadamente, 4% do resíduo insolúvel em etanol, nos estádios imaturo, maduro e supermaduro (McCollum, Huber e Cantliffe 1989).

Em todos os estádios de desenvolvimento do melão 'Galia', a galactose, a xilose e a glicose aparecem como açúcares neutros predominantes na parede celular (McCollum, Huber e Cantliffe 1989).

Lester e Dunlap (1985) não encontraram mudanças no conteúdo de pectina total durante o amadurecimento de melão, enquanto que McCollum, Huber e Cantliffe (1989) verificaram apenas uma ligeira diminuição do estágio imaturo para o supermaduro, com os poliuronídeos solúveis representando cerca de 40%, 68% e 72% da pectina total nos estádios imaturo, maduro e supermaduro, respectivamente.

O mecanismo que controla o amolecimento do melão não tem sido claramente definido. A maioria das pesquisas têm focado o amadurecimento induzido pelo etileno (Bianco e Pratt 1977 e Pratt, Goeschl e Marfin 1977). A pectinametilesterase e a poligalacturonase, enzimas capazes de degradar as substâncias pécticas encontradas na parede celular e na lamela média, não têm apresentado atividade substancial durante o amadurecimento do melão. Em melão reticulado 'Perlita', Lester e Dunlap (1985) observaram que apenas a pectinametilesterase e a celulase apresentaram atividade, a qual permaneceu constante ou diminuiu durante o período de desenvolvimento e senescência, quando ocorreu redução significativa na firmeza do fruto.

As ligações cruzadas envolvendo o cálcio com os polímeros da parede celular têm sido citadas como o mecanismo que controla o amolecimento em tomate (Poovaiah 1979). Em melão 'Perlita', os níveis de cálcio total e cálcio ligado permaneceram relativamente inalterados durante o período de 10 - 50 dias após a antese, indicando que a concentração deste elemento não esteve associada com o processo de amolecimento (Lester e Dunlap 1985). A ausência de qualquer relação entre as enzimas de degradação da parede celular e o amadurecimento não exclui mudanças nos pesos moleculares dos polímeros da parede celular e re-arranjos estruturais como mecanismos que regulam o amolecimento do fruto.

Na maioria dos frutos, o aumento na solubilidade de pectinas durante o amadurecimento tem sido relacionado à atividade da poligalacturonase (Huber 1983). Em melão, no entanto, as mudanças no peso molecular de pectinas não são atribuídas à atividade da poligalacturonase (Hobson 1962). Acredita-se que a solubilidade da pectina pode aumentar em função da clivagem de ligações entre pectinas e hemiceluloses (McCollum, Huber e Cantliffe 1989).

Hinton e Pressey (1980) e Rawalla et al. (1992) relatam que β -galactosidases estão envolvidas na modificação dos componentes de parede celular durante o amadurecimento do melão.

2.9. Comportamento da membrana plasmática das células do mesocarpo do melão

Caracteristicamente, o melão reticulado tem vida de armazenamento inferior a 14 dias, dependendo da cultivar e do estágio de maturação na colheita. Comparado ao fruto 'Honey Dew' que tem uma vida de armazenamento de aproximadamente 4 semanas, o melão reticulado é altamente perecível (Ryall e Lipton 1979).

O comportamento pós-colheita do melão é de grande interesse para produtores, comerciantes e consumidores. As características morfológicas do epicarpo (Webster e Craig 1976) e a permeabilidade de membrana do mesocarpo influenciam fortemente a vida de armazenamento. A principal diferença anatômica entre os frutos de melão 'Honey Dew' e reticulados, além da superfície reticulada, é o tamanho das células do epicarpo que no 'Honey Dew' medem, cerca de $150 \times 30\mu\text{m}$, com núcleo definido até 50 dias após a antese; enquanto que nos melões reticulados medem, aproximadamente, $60 \times 30\mu\text{m}$ e não apresentam núcleo definido (Lester 1988).

A microscopia luminosa tem sido utilizada como forma de se investigar a relação entre a estrutura da casca do fruto e o comportamento durante o armazenamento (Leach et al.

1989). Nesse sentido, admite-se que aquelas cultivares que apresentam epicarpo sem reticulação têm vida de armazenamento mais longa em relação aos melões reticulados. Nesta classe incluem-se os melões amarelos (espanhóis) bastante apreciados pelo consumidor brasileiro. Entre os melões reticulados, tem sido verificado que aqueles que possuem reticulação mais intensa apresentam vida útil pós-colheita mais curta.

A integridade do tecido mosocárpico-hipodermal parece estar altamente correlacionada com a vida de armazenamento do melão. Na determinação da permeabilidade da membrana deste tecido por vazamento de eletrólitos, Lester (1988) observou que o melão reticulado é altamente susceptível a perda de integridade da membrana. Esta perda de integridade durante a senescência tem sido atribuída à atividade da lipoxigenase, que é responsável pelos distúrbios nas membranas microssomais (Lester 1990). Assim, o amolecimento e a senescência do melão reticulado podem ser regulados pela integridade da membrana. O estudo de Lester e Stein (1993) demonstrou que o aumento na permeabilidade da membrana coincide com aumentos na proporção de esteróis livres totais: fosfolípidos da membrana plasmática, sugerindo que as mudanças nos lipídeos da membrana plasmática podem ser responsáveis pela sua perda de permeabilidade em melão reticulado. A partir desse estudo e do trabalho de Lester, Dunlap e Zinale (1988) tornou-se claro que o ambiente pós-colheita (principalmente temperatura e umidade relativa) afeta a permeabilidade da membrana do melão reticulado. Assim, a manutenção do produto em microatmosfera saturada com água retarda as mudanças relacionadas à senescência tais como deterioração da integridade da membrana e o amolecimento (Lester e Bruton 1986).

Lester (1995) verificou que a aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em discos de melão afeta a senescência. Concentração de 0,04M de cloreto de cálcio retardou a senescência, enquanto que concentração de 0,16M acelerou este processo. A aplicação de cloreto de cálcio (0,04M) contribuiu para manter o nível de fosfolípidos totais e de proteínas da membrana plasmática, enquanto que a concentração de 0,16M reduziu significativamente o conteúdo destes componentes da membrana. O mecanismo pelo qual o cálcio controla a senescência do melão requer investigações futuras.

Os resultados recentemente publicados por Lacan e Baccou (1996) sugerem que o amadurecimento e a senescência de melão não reticulado estão relacionados com as mudanças nos lipídeos de membrana. Parece que neste tipo de melão a mudança na composição dos lipídeos de membrana está associada à formação de uma fase gel na membrana o que pode ser responsável pela perda de permeabilidade e, conseqüentemente, afetar a vida útil pós-colheita.

Assim, são necessários trabalhos futuros para o entendimento dos mecanismos envolvidos na proteção da membrana durante o amadurecimento.

2.10. Tecnologia pós-colheita para o melão

Os melões *Cantaloupe* têm vida útil de armazenamento relativamente curta. Sob as técnicas de manuseio comercial normais, o valor comercial é perdido dentro de apenas 2 semanas (Ryall e Lipton 1979), ao passo que os melões 'Honey Dew' apresentam vida de armazenamento de 3-4 semanas. Os principais problemas encontrados no prolongamento da vida útil pós-colheita deste grupo são a alta taxa de respiração e senescência a temperaturas acima de 5°C e a susceptibilidade à injúria pelo frio abaixo de 5°C (Edwards e Blennerhassett 1994).

Diversos estudos têm demonstrado a eficácia de tratamentos com água quente e fungicidas no controle de injúrias fúngicas pós-colheita de melão (Stewart e Wells 1970 e Carter 1981). Um dos principais fatores que limitam a vida de armazenamento dos melões *Cantaloupe* é a sua pré-disposição à perda de umidade. Lester e Bruton (1986) mostraram que o fruto mantido a 4°C e a 85-90% de umidade relativa (condições de armazenamento comercial típicas) perdem 5,7 % de peso fresco dentro de 20 dias, com redução na firmeza, no peso seco e em açúcares solúveis, além da perda de integridade de membrana. O armazenamento de frutos que tinham sido envolvidos em filmes plásticos para manter uma microatmosfera saturada propiciou a perda de apenas 0,6 % de peso fresco em 30 dias, sem perda significativa nas características acima. Estes pesquisadores consideraram que 87 % dos melões embalados estavam com boa aparência depois de 30 dias de armazenamento.

A aplicação da tecnologia de embalagem com filmes plásticos para a comercialização do melão *Cantaloupe* a nível de mercados interno e externo é limitada por fatores tais como: custo, maquinaria altamente especializada e operação lenta a nível de galpões de embalagem. Além disso, podem surgir problemas de ataque fúngico quando o produto é removido do armazenamento refrigerado e mantido no ambiente para a venda no varejo. Esta técnica de armazenamento tem sido pesquisada tanto para melões *Cantaloupes* como 'Honey Dew' (Lingle, Lester e Dunlap 1987; Rij e Ross 1988; Collins et al. 1990; Edwards e Blennerhassett 1990; Mayberry e Hartz 1992, Yahia e Rivera 1992).

Yahia e Rivera (1992) descobriram que o uso de polietileno de baixa densidade (cerca de 75 µm de espessura) com permeabilidade em torno de 1300 mL O₂. min⁻¹.dia.atm e 0,27 g H₂O. mL⁻¹.m².dia.atm pode ser recomendado como tratamento pós-colheita para a cv.

Durango durante o transporte em *containers*. Os frutos utilizados nesse sistema devem ser colhidos no estágio pré-climatérico e receber tratamento contra microrganismos (água quente). Além disso, devem ser utilizados KMnO_4 e NaCl para remoção do etileno e para o controle de umidade, respectivamente.

Mayberry e Hartz (1992) estudaram a combinação de imersão em água quente ($60\text{ }^\circ\text{C}$ por 3 minutos) e embalagem de polietileno ($15\text{ }\mu\text{m}$ de espessura) no prolongamento da vida de armazenamento de melão *Cantaloupe*, a qual permitiu a manutenção da qualidade dos frutos pelo período de 28 dias.

Os principais fungos que atacam o melão 'Galia' durante o transporte e comercialização são: *Alternaria alternata*, *Fusarium spp*, *Penicillium spp*, *Cladosporium herbarum*, *Sthempylium*, *Monilla sp.* e *Trichothecium roseum* (Zuñiga, Perez e Ortiz 1983).

Teitel, Aharoni e Barkai-Golan (1989) e Teitel et al. (1991) demonstraram que a imersão em água quente (52 ou $55\text{ }^\circ\text{C}$) é um tratamento físico efetivo na redução de injúrias por microrganismos em melão 'Galia', sem causar escaldadura. Barkai-Golan et al. (1993) verificaram que a combinação de água quente (52 , 55 ou $60\text{ }^\circ\text{C}$) com γ -irradiação ($0,5\text{ kGy}$) atuam sinergisticamente sobre a inibição do crescimento fúngico em melão 'Galia' durante o armazenamento.

Diversos fungicidas têm sido utilizados para o controle de injúrias pós-colheita em melão tais como: imazalil, benomil, guazatine, captan, dimetilditiocarbamato de sódio, etaconazole, fenapanil e prochloraz. Porém, este último tem-se mostrado como de maior eficiência (controle de injúria por unidade de concentração do ingrediente ativo), conforme Wade e Morris (1983). Zuñiga, Perez e Ortiz (1983) utilizaram, com sucesso, sulfato de imazalil (500 mg.L^{-1} i.a.) em imersão por um minuto, ou Tiabendazol (1600 mg.L^{-1} i.a.) como tratamento antifúngico para as cultivares Amarillo Oro e Tendral Negro.

O melão 'Galia' produzido em Israel destinado ao mercado europeu é normalmente submetido ao tratamento pós-colheita com imazalil ($2000\text{ }\mu\text{L.L}^{-1}$) em suspensão de cera (Aharoni, Copel e Fallik 1994). Esta concentração é suficiente para a retenção do nível residual deste fungicida da ordem de $3 - 5\text{ }\mu\text{L.L}^{-1}$. Porém, ultimamente, diversos países europeus estabeleceram nível máximo de resíduo para o Imazalil de apenas $0,5\text{ }\mu\text{L.L}^{-1}$. Como alternativa ao uso do Imazalil, Aharoni, Copel e Fallik (1994) testaram o uso de Sanosil-25 (48% de peróxido de hidrogênio e $500\text{ }\mu\text{L.L}^{-1}$ de sais de prata), um produto utilizado universalmente e altamente efetivo contra fungos, bactérias, algas e viroses. Estes

pesquisadores verificaram que a concentração de 2000 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de Sanosil-25 apresentou os melhores resultados no controle de injúrias fúngicas no melão 'Galia'.

Apesar de existirem muitas pesquisas sobre os efeitos da atmosfera controlada em inúmeros frutos e hortaliças, em melão há poucas investigações. Os resultados obtidos por Stewart (1979) em *Cantaloupe* 'PMR 45' indicaram que atmosferas enriquecidas com CO_2 , especialmente a 20%, reduziram a severidade de ataque fúngico, injúrias superficiais e degradação da polpa quando comparada com atmosfera comum. O efeito foi mais benéfico após a manutenção dos frutos por 14 dias a 5°C seguido de 3 dias no ambiente (20°C). O armazenamento dos frutos em atmosfera com 40% de CO_2 provocou injúria fisiológica e a liberação de sabor e odor desagradáveis.

A proteção de melão 'Galia' com cera contendo Imazalil (1000 ppm do i.a.) ofereceu proteção contra injúrias fúngicas durante o armazenamento a 6°C (Tenkin-Gorodeiski et al. 1982), mas não reduziu a senescência fisiológica e o amolecimento.

Estudos feitos por Aharoni et al. (1990) com atmosfera controlada em melão 'Galia' indicaram que o CO_2 a 20% mostrou-se mais efetiva do que as concentrações de 5% ou 10%, no entanto, provocou mudanças no sabor e aroma. A combinação de 10% de CO_2 e 10% de O_2 prolongou a armazenabilidade do fruto sem causar prejuízos ao sabor e no aroma.

Os dados obtidos por Aharoni, Copel e Falik (1993) mostram que é vantajoso o armazenamento de melão 'Galia' em atmosfera com 10% de CO_2 e 10% de O_2 com absorvente de etileno. Esta condição reduziu o amolecimento dos frutos e a incidência de ataque fúngico sem provocar mudanças no sabor e no aroma.

Outro aspecto interessante na tecnologia de pós-colheita dos melões *Cantaloupes* é a necessidade do pré-resfriamento, o que deve ser feito entre 11 e 20 horas após a colheita dependendo do tamanho do fruto (Kays 1991).

2.11. Recentes avanços nos estudos de expressão gênica durante o amadurecimento do melão

Um dos principais objetivos do biólogo molecular aplicado à qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças é identificar e isolar os genes-chaves relacionados com o processo de amadurecimento e as respectivas enzimas codificadas. Muito progresso nesta área tem ocorrido com tomate, onde cDNAs ou genes específicos relacionados com o amadurecimento têm sido identificados para as hidrolases da parede celular, poligalacturonase e pectinametilsterase, e para as enzimas biossintéticas do etileno, ACC sintase (S-adenosil-

metionina metiltioadenosinaliase; EC 4.4.1.14) e ACC oxidase, entre outras. O desenvolvimento das técnicas de DNA recombinante tem permitido investigar a natureza e o controle de genes específicos. O tomate, é, sem dúvida, o fruto mais estudado. As principais razões para isso, são: fácil cultivo, ciclo curto e mapa genético razoavelmente bem definido; é um dos principais produtos comerciais e pode ser transformado usando-se derivados do plasmídeo Ti a partir de *Agrobacterium tumefaciens*.

O retardamento do amadurecimento de frutos através da redução da biossíntese de etileno é feito através de duas estratégias de engenharia genética: a inibição da expressão de genes que codificam as enzimas biossintéticas do etileno através da transformação com genes antisenses respectivos ou a redução a nível celular do ACC pela introdução de genes provenientes de bactérias que codificam a ACC desaminase.

Os estudos de biologia molecular aplicados ao amadurecimento do melão são ainda muito limitados e restringem-se ao isolamento de cDNAs relacionados com as enzimas biossintéticas do etileno e à determinação dos níveis de mRNAs para estas enzimas (Miki et al. 1995).

Ververidis e John (1991) foram os primeiros pesquisadores a estudar a atividade *in vitro* da ACC oxidase a partir de melão 'Ogen'. Eles demonstraram que a EFE necessita de Fe^{2+} e ascorbato tanto no meio de extração quanto durante o doseamento. Entretanto, a dependência de Fe^{2+} não foi demonstrada quando estudou-se a atividade desta enzima parcialmente purificada a partir de melão 'Galia' (Smith, Ververidis e John 1992).

Dialinas e Canelas (1994) sugeriram que a expressão do gen para a ACC oxidase precede aquela para a ACC sintase durante o amadurecimento do melão.

Yamamoto et al. (1995) revelaram através de análises de RNA que o mRNA para a ACC oxidase aparece primeiro apenas no tecido placentar do melão no estágio pré-climatérico e, em seguida, ele aparece no tecido mesocárpico durante o aumento climatérico na produção de etileno. Estes resultados mostraram que a produção de etileno nos estádios iniciais de amadurecimento começou na região central (tecido placentar e sementes) e depois expandiu-se para o tecido mesocárpico com o aumento climatérico. Estes autores verificaram que os mRNAs para a ACC sintase (transcritos do ME-ACS1 e do ME-ACS2) foram detectados no tecido placentar e nas sementes no dia da colheita (55 dias após a antese). Apesar de Yamamoto et al. (1995) não registrarem qualquer formação de etileno no dia da colheita, o tecido placentar do fruto já havia amolecido. É provável que o baixo nível de ACC sintase no

tecido placentar cause a produção de etileno que induz os genes para as enzimas de degradação da parede celular, e conseqüentemente, cause o amolecimento deste tecido antes da colheita.

2.12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT Jr, M.E. **Ethylene in Plant Biology**. 2^a ed. London: Academic Press, 1992,., 414p.
- AGATSUMA, M.; OSHIMA, E. Quality and chemical composition of fruits of melon 'Yuhbari King': relations between deterioration and volatiles emanated. **Research Bulletin Hokkaido National Agricultural Experiment Station**, Hokkaido, v.130, p.145-152, 1981.
- AHARONI, Y.; BARKAI-GOLAN,R.; TAMGKIN-GORODEISKI, N.;COPEL, A.; DAVIDSON, H. Prolonging the storage life of 'galia' melons for export (in Hebrew). **Rpt. Dept. of Fruit and Veg. Storage, Agr. Res. Organization, The volcani Center, Bet-Dagan**, 1990,14p.
- AHARONI, Y. COPEL, A.; FALIK, E. Storing 'Galia' melons in a controlled atmosphere with ethylene absorbent. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.7, p.725-726, 1993.
- AHARONI, Y. COPEL, A.; FALIK, E. The use of hydrogen peroxide to control postharvest decay on 'Galia' melons. **Annual Applied Biology**, v.118, p.189-194, 1994.
- ARTÉS, F.; ESCRICHE, A. J.; MARTINEZ, J.A.; MARIN, J. G. Quality factors in four varieties of melons (*Cucumis melo*, L.). **Journal of Food Quality**, Westport, v.16, n.2, p. 91-100, 1993.
- AULENBACH, B.B.; WOORTINGTON, J. T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index. **HortScience**, Alexandria, v.9, n.2, p.136-137, 1974.
- AWAD, M. **Fisiologia Pós-colheita de frutos**, São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BARKAI-GOLAN, R.; PADOVA, R.; ROSS, I.; LAPIDOT, M.; COPEL, A.; DAVIDSON, H. Influence of hot water dip and γ irradiation on postharvest fungal decay of Galia melons. **Tropical Science**, London, v.33, p.386-389, 1993.
- BHELLA, H.S. Muskmelon growth, yield, and nutrition as influenced by planting method and trickle irrigation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.6, p.793-796, 1985.
- BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits: retrospect and prospect. In: Friend, J.; Rhodes, M. J. C., eds. **Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and vegetables**, London: Academic Press, 1981. cap. 1, p. 1-37.

- BIANCO, V. V.; PRATT, H. K. Composition changes in muskmelon during development and in response to ethylene treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, n.2, p.127-133, 1977.
- BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: Netto, A.G. **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: MAARA/FRUPEX, 1994. 37p. (Série Publicações técnicas FRUPEX; 6).
- BLISS, M.L.; PRATT, H.K. Effect of ethylene, maturity, and attachment to the parent plant on production of volatile compounds by muskmelons. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.104, n.2, p.273-277, 1979.
- BOSLAND, J.M.; HUGHES, D.L.; YAMAGUCHI, M. Effects of glyphosine and triacontanol on growth, yield, and soluble solids content of 'PMR 45' muskmelons. **HortScience**, Alexandria, v.14, n.6, p.729-730, 1979.
- BRADY, C.J.; YOUNG, R. E. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.38, p.155-178, 1987.
- BRUHN, C.M. et al. Consumer perceptions of quality: apricots, *Cantaloupes*, peaches, pears, strawberries, and tomatoes. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v.14, p.187-195, 1991.
- BURTON, W. G. **Post-harvest Physiology of Food Crops**, London: Longman, 1982. 339p.
- BUTERY, R. G.; SEIFERT, R.C.; LING, L.C.; SODERSTROM, E.L.; OGAWA, J.M.; TURNBAUGH, J.G. Additional aroma componentes of honeydew melon. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.30, n.6, p.1208-1211, 1982.
- CÁRDENAS-WEBER, M.; STROSHINE, R.L.; HAGHIGHI, K.; EDAN, Y. Melon material properties and finite element analysis of melon compression with application to robot gripping. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.34, n.3, p.921-929, 1991.
- CARTER, W. W. Postharvest treatment for control of stem-car, rind and decay fungi on *Cantaloupe*. **Plant Disease**, St. Paul, v.65, p.815-816, 1981.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 289p.
- COHEN, R.A.; HICKS, J.R. Effect of roadside market display method on weighth loss of selected vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.4, p.697-698, 1985.
- COHEN, R. A.; HICKS, J. R. Effect of storage on quality and sugars in muskmelon. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.553-557, 1986.
- COLLINS, J.K.; BRUTON, B.D.; PERKINS-VEAZIE, P. Organoleptic evaluation of shrink-wrapped muskmelon. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.11, p.1409-1412, 1990.

- COSTA, J. E. S. **Análise físico-química do melão produzido em casa de vegetação e irrigação pelos sistemas de jato-pulsante e gotejamento**, Jaboticabal: UNESP, 1987. 52p. (Monografia de graduação).
- CUNHA, P. M. G. **Efeito do ácido giberélico sobre algumas características pós-colheita do melão cv. Valenciano Amarelo**, Mossoró: ESAM, 1993, 35p. (Monografia de graduação).
- CURL, A.L. The carotenoids of muskmelon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, p.759-761, 1966.
- DAVIS Jr, R. M.; et al. Development aspects of field-to-field variations in selected *Cantaloupe* characteristics (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) **Hilgardia**, Berkeley, v.38, n.3, p.165- 180, 1967.
- DAVIS Jr, R. M. ; BAKER, G. A.; KASMIRE, R. F. Muskmelon quality characteristics - their variability and interrelationships. **Hilgardia**, Berkeley, v.35, n.16, p.478-479, 1964.
- DAVIS, Jr. R.M.; SCHWEERS, V.H. Associations between physical soil properties and soluble solids in *Cantaloupes*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.96, n.2, p.213-217, 1971.
- DHIMAN, J.S.; TARSEM LAL; BAJAJ, K.L. Evaluation of muskmelon (*Cucumis melo* L.) genotypes for multiple disease resistance, yield, and quality characteristics. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v.72, n.1, p.58-62, 1995.
- DIALINAS, G; KANELLIS, A.K. A phenylalanine ammonia-lyase gene from melon fruit: cDNA cloning, sequence and expression in response to development and wounding. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.26, p.473-478, 1994.
- DULL, G.G. Nondestructive evaluation of quality of stored fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, p.106-110, 1986.
- DULL, G.G.; LEFFLER, R.G.; BIRTH, G.S.; SMITTLE, D.A. Instrument for nondestructive measurement of soluble solids in honeydew melon. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.35, n.2, p.735-737, 1992.
- DUNLAP, J.R.; ROBACKER, K.M. Wound induced ethylene production from excised muskmelon fruit tissue. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v.69, n.1, p.189-195, 1994.
- EDWARDS, M.E.; BLENNERHASSETT, R.M. Evaluation of wax to extend the postharvest storage life of honeydew melons (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud.). **Australian Journal of Experimental Agriculturae**, East Melbourne, v.34, p.427-429, 1994.
- EDWARDS, M.E.; BLENNERHASSETT, R.M. The use of postharvest treatments to extend storage life and to control postharvest wastage of honeydew melons (*Cucumis melo* L var. *inodorus* Naud.) in cool storage. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 30, p.693-697, 1990.

- EITENMILLER, R. et al. Nutrient composition of *Cantaloupe* and Honey Dew melons. *Journal of Food Science*, Chicago, v.50, n.1, p. 137-138, 1985.
- EITENMILLER, R. et al. Nutrient composition of Red Delicious apples, peaches, Honey Dew melons, *Cantaloupes*, Florida Pink and Texas ruby Red grapefruit, and Florida oranges. Athens: The university of Georgia, 1987. 15p. (Research report 526).
- ELMSTROM, G.W.; MAYNARD, D.N. Exotic melons for commercial production in humid regions. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.318, p.117-123, 1992.
- ERMLAND JUNIOR, F.K.V. Efeito do cultivo em casa de vegetação com cobertura de filme de polietileno sobre a qualidade tecnológica e conservação pós-colheita de melão (*Cucumis melo* L.) cv. Valenciano Amarelo CAC, com uso de irrigação por jato-pulsante. Jaboticabal: UNESP, 1986. 46p. (Monografia de graduação).
- EVENSEN, K. B. Effects of maturity at harvest, storage temperature and cultivar on muskmelon quality. *HortScience*, Alexandria, v.18, n.6, p.907-908, 1983.
- FADY, C. Critères objectifs de la qualité gustative des fruits: utilisation commerciale de ces critères. *Fruits*, Paris, v.38, n.7-8, p.547-551, 1983.
- FAO. *Production Yearbook - 1994*. Rome, 1994. n.48. 243p. (FAO Statistics Series, 112).
- FIELD, R. J. Influence of chilling stress on ethylene production. In: WANG, C.Y. *Chilling injury of horticultural crops*. Boca Raton: CRC Press, 1990. 313p.
- FLOCKER, W.J.; LINGLE, J.G.; DAVIS, R.M.; MILLER, R.J. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on yield, quality, and size of *Cantaloupes*. *Proceeding American Society for Horticultural Science*, New York, v.86, p.424-431, 1964.
- FORNEY, C.F. Ripening and solar exposure alter polar lipid fatty acid composition of 'Honey Dew' muskmelon. *HortScience*, Alexandria, v.25, n.10, p.1262-1264, 1990.
- FOSTER, R.E.; GENTRY, J.P.; BESSEY, P.M.; HARRIOTT, A.L. Mechanical stress and muskmelon fruit quality. *HortScience*, Alexandria, v.14, n.1, p.25-26, 1979.
- FRANCO, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 1992. 230p.
- FUNDACIÓN CHILE. *Manejo de cosecha y post cosecha de principales productos hortícolas*. Santiago: Fundación Chile, 1992. n.p.
- GONÇALVES, F. C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Vida útil pós-colheita de melão 'Piel de Sapo' armazenado em condição ambiente. *Horticultura Brasileira*, v.14, n.1, p.49-52, 1996.
- GROSS, K.C.; PHARR, D.M. A potential pathway for galactose metabolism in *Cucumis sativus* L., A stachyose transporting species. *Plant Physiology*, Washington, v.69, p.117-121, 1982.

- GROSS, K.C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry**, Elmsford, v.23, n.11, p.2457-2461, 1984.
- GROSS, K.C.; WALNER, S.J. Degradation of cell wall polysaccharides during tomato fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v.63, p.117-120, 1979.
- HADFIELD, K.A.; ROSE, J.K.C.; BENNETT, A.B. The respiratory climacteric is present in Charentais (*Cucumis melo* cv. *reticulatus* F1 Alpha) melons ripened on or off the plant. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.46, n.293, p.1923-1925, 1995.
- HARD, M.M. ZAEBRINGER, M.V.; BOWMAN, F.; MACKEY, A.C. **Predicting texture of fresh fruits and vegetables by chemical and physical methods**. Washington: Washington State University, 1977. 27p. (Bulletin 836).
- HIGASHI, T.; OGAWA, Y.; KUBO, K; OTA, J. Preventive measures against the abnormal fermented fruit of 'Prince' melon. **Bulletin of the Kumamoto Agricultural Experiment station**, Kumamoto, v.10, p.47-63, 1985.
- HINTON, D.M.; PRESSEY, R. Glucanases in fruits and vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.4, p.499-502, 1980.
- HOBSON, G. E. Determination of polygalacturonase in fruits. **Nature**, London, v.195, n.25, p.804-805, 1962.
- HOFFMAN, N. E.; YANG, S. F. Enhancement of wound-induced ethylene synthesis ethylene by ethylene in preclimacteric *Cantaloupe*. **Plant Physiology**, Washington, v.69, n.2, p.317-322, 1982.
- HOFFMAN, N. E.; YANG, S. F. Promotion by ethylene of the capability to convert 1-aminocyclopropane-1- carboxylic acid to ethylene in preclimacteric tomato and *Cantaloupe* fruits. **Plant Physiology**, Washington, v.77, n.2, p.407-411, 1985.
- HOLLAND, N. **Conservação pós-colheita de pêssegos (cv. Biuti): interação entre cálcio e temperatura**. Lavras: ESAL, 1993. 116p. (Dissertação de Mestrado).
- HOMNAVA, A.; ROGERS, W.; EITENMILLER, R.R. Provitamin A activity of Specialty fruit marketed in the United States. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.3, p.119-133, 1990.
- HUBAR, N.L.; HUBER, S.C.; PHARR, D.M. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. **Plant Physiology**, Washington, v.91, p.1527-1534, 1989.
- HUBER, D. J. Polyuronide degradation and hemicelulose modifications in ripening tomato fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.3, p.405-409, 1983.
- HUGHES, D.L.; BOSLAND, J.; YAMAGUCHI, M. I. Movement of photosynthates in muskmelon plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.2, p.189-192, 1983.

- HUGHES, D. L.; YAMAGUCHI, M. I. Identification and distribution of some carbohydrates in the muskmelon plant, **HortScience**, Alexandria, v.18, n.5, p.739-740, 1983.
- HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970, v.1, 620p.
- HULME, A. C.; RHODES, M. J. C. Pome fruits. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971, v.2, p.333-369.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, 1982- 1992.
- KADER, A. A. Fruit maturity, ripening & quality relationships. IN: UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Perishables handling newsletter**, Davis, , 1994. n.80, p.2.
- KADER, A.A. Quality factors: definição e evaluation for fresh horticultural crops. In: KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 1985, p. 118-121.
- KADER, A. A. Respiration and gas exchange of vegetables. In: WEICHMANN, J. **Postharvest Physiology of Vegetables**. New York: Marcel Dekker, Inc. 1987, 597p.
- KADER, A. A. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 1992, p. 191-200.
- KAYS, J.S. **Postharvest Physiology of Perishables Plant Products**. New York: AVI, 1991. 543p.
- KENDALL, S.A.; NG, T.J. Genetic variation of ethylene production in harvest muskmelon fruits. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.4, p.751-761, 1988.
- KENDE, H. Ethylene biosynthesis. **Annual review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.44, p.283-307, 1993.
- KITAMURA, T. studies on the storage of melon fruits.I. Changes in respiration, ethylene production and volatiles production during ripening with reference to cultivars. **Bulletin University, Yamagata: Agr. Sic.**, v.7, n.1, p.253-257, 1974.
- KNEE, M. Polysaccharide changes in cell wall of ripening apples. **Phytochemistry**, Elmsford, v.12, p.1543-1549, 1973.
- KNEE, M; PAULL, R E.; ARIE, R.B.; HAWKER, J.S. Enzymes in fruits. In: FOX, P.F. **Food Enzymology**, New York: Elsevier Applied Science, 1991. p.545-598.
- KROEN, W.K.; PHARR, D.M.;HUBER, S.C. Root flooding of muskmelon (*Cucumis melo* L.) affects fruit sugar concentration but not leaf carbon exchange rate. **Plant Cell Physiology**, Hamikyoku, v.32, n.4, p.467-473, 1991.

- KUBO, K. Studies on the abnormal fermentation in Prince melon fruit. **Bulletin of the Kumamoto Agricultural Experiment Station**, Kumamoto, v.11, p.1-42, 1986.
- LABAVITCH, J. M. Cell wall turnover in plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.32, p.385-406, 1981.
- LACAN, D.; BACCOU, J.C. Changes in lipids and electrolyte leakage during nonnetted muskmelon ripening. **Journal of the American for Horticultural Science**, Alexandria, v.121, n.3, p.554-558, 1996.
- LARRIGAUDIERE, C.; GUILLEN, P.; VENDRELL, M. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, p.73-80, 1995.
- LATIN, R.; RANE, K.K.; EVANS, K.J. Effect of alternaria leaf blight on soluble solids content of muskmelon. **Plant Disease**, St. Paul, v.78, n.10, p.979-982, 1994.
- LEACH, D.N.; SARAFIS, V. SPOONER-HART, R.; WYLLIE, S.G. Chemical and biological parameters of some cultivares of *Cucumis melo*. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.247, p.353-357, 1989.
- LEEPER, P.W. Growth and days from first net to maturity of Rio-Sweet *Cantaloupe*. **Proceeding American Society Horticultural Science**, New York, v.58, p.199-200, 1951.
- LESTER, G. Regulation of muskmelon fruit senescence by calcium. **Acta Horticulturae**, Wageningen.398, p.41-45, 1995.
- LESTER, G.E. comparisons of 'Honey Dew' and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.1, p.180-182, 1988.
- LESTER, G. E. Lipoxigenase activity of hipodermal- and middle- mesocarp tissues from netted muskmelon fruit during maturation and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, p. 612-615, 1990.
- LESTER, G. E.; BURTON, B. D. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.5, p.727-731, 1986.
- LESTER, G. E.; DUNLAP, J. R. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. **Scientia Horticultural**, Amsterdam, v.26, p.323-331, 1985.
- LESTER, G.E. ; DUNLAP, J. E.; LINALE, S. Effect of postharvest heating on electrolyte leakage and fresh weight loss from stored muskmelon fruit. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.2, p.407, 1988
- LESTER, G.E.; SHELLIE, K.C. Postharvest sensory and physicochemical attributes of Honey Dew melon fruits. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.9, p.1012-1014, 1992.
- LESTER, G.E.; STEIN, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postaharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.2, p.223-227, 1993.

- LINGLE, S.E.; LESTER, G.E.; DUNLAP, J.R. Effect of postharvest heat treatment and storage on sugar metabolism in polyethylene-wrapped muskmelon fruit. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.917-919, 1987.
- LIPTON, W.J.; PETERSON, S.J. Solar radiation influences solar yellowing, chilling injury, and ACC accumulation in 'Honey Dew' melons. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.3, p.503-505, 1987.
- LIU, Y.; HOFFMAN, N.E.; YANG, S.F. Promotion by ethylene of the capability to convert 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene in preclimateric tomato and *Cantaloupe* fruits. **Plant physiology**, Washington, v.77, p.407-411, 1985.
- LYONS, J.M.; McGLASSON, W. B.; PRATT, H. K. Ethylene production, respiration, internal gas concentrations in canataloupes fruits at various stages of maturity. **Plant physiology**, Washington, v.37, p.31-36, 1962.
- MATHOOKO, F.M. Regulation of ethylene biosynthesis in higher plants by carbon dioxide. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.7, n.1., p.1-26, 1996.
- MAYBERRY, K.S.; HARTZ, T.K. Extension of muskmelon storage life through the use of hot water treatment and polyethylene wraps. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.4, p.324-326, 1992.
- McCOLLUM, T.G.; CANTLIFFE, D. J.; PARIS, H.S. Flowering fruit set, and fruit development in birdsnest-type muskmelons. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, n.1, p.161-164, 1987.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.76, p.303-309, 1989.
- McDOUGALL, G.J.; MORRISON, I.M.; STEWART, D.; HILLMAN, J.R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science and Food Agricultural**, London, v.70, p.133-150, 1996.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development, **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.113, n.3, p.399-403, 1988.
- McGLASSON, W. B.; PRATT, H. K. Fruit-set patterns and fruit growth in *Cantaloupe* (*cucumis melo* L. var. *reticulatis* Naud). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.83, p. 495-505, 1963.
- McGLASSON, W. B.; PRATT, H. K. Effect of ethylene on *Cantaloupes* fruits harvested of various ages. **Plant Physiology**, Washington, v.39, n.1, p.120-127, 1964.
- McMURCHIE, E. J. ; McGLASSON, W. B.; GAKS, I. L. Treatment of fruits with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. **Nature**, London, v.237, p.235-236, 1972.

- MENDLINGER, S. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.57, p.41-49, 1994.
- MENDLINGER, S.; PASTENAK, D. Effect of time of salination of flowering, yield and fruit quality factors in melon, *Cucumis melo* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.67, n.4 p.529-534, 1992.
- MEREDITH, L. B.; PRATT, H. K. Effect of ethylene, maturity and attachment to the parent plant on production of volatile compounds by muskmelons. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.104, n.2, p.273-277, 1979.
- MICCOLIS, V.; SALTVEIT JR, M. E. Morphological and physiological changes during fruit growth and maturation of seven melon cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.116, n.6, p.1025-1029, 1991.
- MIKI, T.; YAMAMOTO, M.; NAKAGAWA, H.; OGURA, N.; MORI, H.; IMASEKI, H.; SATO, T. Nucleotide sequence of cDNA for 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase from melon fruits. *Plant Physiology*, Washington, v.107, p.297-298, 1995.
- MIZRACH, A.; GALILI, N.; ROSENHOUSE, G.; TEITEL, D.C. Acoustical, mechanical, and quality parameters of winter-grown melon tissue. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, v.34, n.5, p.2135-2138, 1991.
- MIZRACH, A. GALILI, N.; TEITEL, D.C.; ROSENHOUSE, G. Ultrasonic evaluation of some ripening parameters of autumn and winter-grown 'Galia' melons. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.56, p.291-297, 1994.
- MOTOMURA, Y. Formation of alcohol substances in muskmelon: variation among cultivars and maturity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.58, p.343-350, 1994.
- MUNSELL, H.E. et al. Composition of food plants of Central America. IV. El Salvador. *Food Research*, Illinois, v.15, n.4, p.263-296, 1950.
- MUTTON, L.L.; CULLIS, B.R.; BLAKENEY, A.B. The objective definition of eating quality in rockmelons (*Cucumis melo* L.). *Journal Science Food Agricultural*, London, v.32, p.385-391, 1981.
- ODET, J. *Le melon*. Paris: Ctifl, 1993, 295p.
- OGGLE, W. L.; CHRISTOPHER, E. P. The influence of maturity, temperature and duration of storage on quality of *Cantaloupes*. *Proceeding American Society Horticultural Science*, New York, v.70, p.319-324, 1957.
- OLIVEIRA, S. B. *Armazenamento refrigerado do melão (Cucumis melo L.) tipo Galia*. Mossoró: ESAM, 1992. 35p. (Monografia de graduação).
- PALMER, J.K. The banana. In: HULME, A. C. *The biochemistry of fruits and their products*. London: Academic Press, 1971, v.2, p.65-105.

- PECH, J.; BALAGUE, C.; LATCHE, A.; BOUZAYEN, M. Postharvest Physiology of climacteric fruits: recent developments in the biosynthesis and action of ethylene. **Sciences des Aliments**, Paris, v.14, p.3-15, 1994.
- PILNIK, W.; VORAGEN, A. J.G. Pectic substances and other uronides. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**, London: Academic Press, 1970. v.1, p. 53-87.
- POOVAIAH, B.W.; NUKAYA, A. Polygalacturonase and cellulase enzymes in the rutgers and mutant rin tomato fruits and their relationship to the respiratory climateric. **Plant Physiology**, Washington, v.64, p.534-537, 1979.
- PRATT, H. K. Melons. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971, v.2, p.207-232.
- PRATT, H. K. ; GOESCHL, J. D.; MARTIN, F. W. Fruit growth and developement, ripening, and the role of ethylene in the 'Honey Dew' muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v.102, n.2, p. 203-210, 1977.
- PROTRADE. **Melones - Export Manual: Tropical fruits and vegetables**. Eschborn: GTZ, 1995. 36p.
- RANWALA, A.P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidases in the modification of cell wall componentes during muskmelon ripening. **Plant Physiology**, Washington, v.100, p.1318-1325, 1992.
- REID, M.S.; LEE, T.H.; PRATT, H.K.; CHICHESTER, C.O. Chlorophyll and carotenoid changes in development muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.95, n.6, p.814-815, 1970.
- RIJ, R. E.; ROSS, S. R. Effects of shrink film wrap on internal gas concentrations, chilling injury, and ripening of Honeydew melons. **Journal of Food Quality**, Westport, v.11, p.175-182, 1988.
- ROSA, J. T. Changes in composition during ripening and storage of melons. **Hilgardia**, Berkeley, v.3, n.15, p.419-443, 1928.
- RYALL, A. L.; LIPTON, W. J. **Handling trasportations and storage of fruits and vegetables: vegetables and melons**, westport: AVI, 1972. v.1, 473p.
- SALISBURY, B. F.; ROSS, W. C. **Plant physiology**, 4. ed. Washington: Wadsworth Publishing company,, 1992. 682p.
- SALTVEIT, Jr., M.E. Internal carbon dioxide and ethylene levels in ripening tomato fruit attached to or detached from the plant. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.89, 204-210, 1993.
- SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of vegetables**. Florida: CRC Press, 1984, v. 2. 147p.

- SASS, P. **Fruit storage**, Budapest: Mezőgazda Kiado, 1993, 347p.
- SCHAFFER, A. A.; ALONI, B.; FOGELMAN, E. Sucrose metabolism and accumulation in developing fruit of *Cucumis*. **Phytochemistry**, Elmsford, v.26, n.7, p.1883-1887, 1987.
- SCOTT, G.W.; MacGILLIVARY, H. H. Variation in solids of the juice from different regions in melon fruits. **Hilgardia**, Berkeley, v.13, n.2, p.69-79, 1940.
- SELVENDRAN, R.R.; O'NEILL, M.A. Isolation and analysis of cell wall from plant material. **Methods of biochemical analysis**, New York, v.32, p.25-153, 1987.
- SHELLIE, K.C.; SALTVEIT Jr., M.E. The lack of a respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the plant challenges the definition of climacteric behaviour. **Journal of Experimental Botany**, London, v.44, n.265, p.1403-1406, 1993.
- SILVA, G. G. **Armazenamento de melão, híbridos Gold Mine e Duna sob condições ambiente**. Mossoró: ESAM, 1992, 32p. (Monografia de graduação).
- SIMANDJUNTAK, V.; BARRETT, D.M.; WROLSTAD, R.E. Cultivar and maturity effects on muskmelon (*Cucumis melo*) color, texture and cell wall polysaccharide composition. **Journal of the Science and Food Agricultural**, London, v.71, p.282-290, 1996.
- SMITH, J.J.; VERVERIDIS, P.; JOHN, P. Characterization of the ethylene-forming enzyme partially purified from melon. **Phytochemistry**, Elmsford, v.31, n.5, p.1495-1494, 1992.
- STEWART, J. K.; WELLS, J.M. Heat and fungicide treatments to control decay of *Cantaloupes*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.95, p.226-229, 1970.
- STEWART, J.K. Decay of muskmelon stored in controlled atmospheres. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.11, p.69-74, 1979.
- SUGIYAMA, J.; OTOBE, K.; HAYASHI, S.; USUI, S. Firmness measurement of muskmelons by acoustic impulse transmission. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.37, n.4, p.1235-1241, 1994.
- TAMURA, T.; NAKASHIMA, T.; IMAKAWA, S.; HIGUCHI, K.; MINO, Y. Studies on melon storage. II. Effects of maturity and gas component on the quality during storage. **Memoirs of the Faculty of Agriculture Hokkaido University**, Sapporo, v.9, n.1, p.47-53, 1973.
- TEITEL, D.C.; AHARONI, Y.; BARKAI-GOLAN, R. The use of heat treatments to extend the shelf life of 'Galia' melons. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v.64, p.367-372, 1989.
- TEITEL, D.C.; BARKAI-GOLAN, R.; AHARONI, Y.; COPEL, Z.; DAVIDSON, H. Toward a practical, postharvest heat treatment for 'Galia' melons. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.45, p.339-344, 1991.

- TEMKIN-GORODEISKI, N.; ZISSMAN, U.; GRINBERG, S.; DAOS, A. Prevention of decay in 'Galia' melons designed for export (in Hebrew). **Rpt. Dept. of Fruit and Veg. Storage, Agr. Res. Organization, The volcani Center, Bet-Dagan, 1982, 18p.**
- WADE, N.L.; MORRIS, S.C. Efficacy of fungicides for postharvest treatment of muskmelon fruits. **HortScience, Alexandria, v.18, n.3, p.344-345, 1983.**
- WADE, N. L.; SATYAN, S.H. Increase in low molecular size uronic acid in ripening banana fruit. **Journal of the Science and Food Agricultural, London, v. 63, p. 257-259, 1993.**
- WARE, G.W.; McCOLLUM, J.P. Muskmelon (Cantaloups). In:_____. **Producing vegetable crops, Danville: The Interstate Printer & Publishers, 1968. p.323-336.**
- WATADA, A. E. Vitamins. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables.** New York: Marcel Dekker, Inc., 1987, p.455-468.
- WEBSTER, B. D. Anatomical and histochemical modifications associated with abscission of *cucumis* fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.100, n.2, p.180-184, 1975.**
- WEBSTER, B. D.; CRAIG, M. E. Net morphogenesis and characteristics of the surface of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.101, n.4, p.412-415, 1976.**
- WELLS, G.W.H.; BUITELAAR, K. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Netherlands Journal of Agricultural Science, Wageningen, v.36, p.239-246, 1988.**
- WELLS, J.A.; NUGENT, P.E. Effect of high soil moisture on quality of muskmelon. **HortScience, Alexandria, v.15, n.3, p.258-259, 1980.**
- WHITING, G.C. Sugars. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products.** London: Academic Press, 1971. v.1, p.1-31.
- YAMAGUCHI, M.; HUGHES, D. L. YABUMOTO, K.; JENNINGS, W. G. Quality of cantaloupe muskmelon: variability and attributes, **Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.6, p.59-70, 1977.**
- YAMAMOTO, M.; MIKI, T.; ISHIKI, Y. et al. The synthesis of ethylene in melon fruit during the early stage of ripening. **Plant and Cell Physiology, Kamikyoku, v.36, n.4, p.591-596, 1995.**
- YANG, S.F.; HOFFMAN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation higher plants. **Annual Review Plant Physiology, Palo Alto, v.35, p.155-189, 1984.**
- YAHIA, E.M.; RIVERA, M. Modified atmosphere packaging of muskmelon. **Lebensm.-Wiss.u.-Technol., v.25, p.38-42, 1992.**
- VAVICH, M.G.; KEMMERER, A.R. The carotenes of *Cantaloupes*. **Food Research, Illinois, v.15, p.494-497, 1950.**

- VERVERIDIS, P.; JPHN, P. Complete recovery *in vitro* of ethylene-forming enzyme activity. **Phytochemistry**, Elmsford, v.30, n.3, p.725-727, 1991.
- ZAPATA, N. M. ; CABRERA, P. ; BANÓN, S; ROTH, P. **El melon**, Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 173p.
- ZUÑIGA, F.J.P.; PEREZ, J.L.; ORTIZ, L.M. Estudio de la fisiología post-recolección y de la evolución de la calidad, durante la conservación frigorífica en atmósferas normal y controlada, de melón (*Cucumis melo* L.) CVS. "Amarillo Oro" y "Tendral Negro". **Alimentaria**, v.142, p.17-70, 1983.
- ZHANG, W.; YANG, Z.T. Relationship between changes in endogenous phytohormones and respiration during ripening and senescence of *Cantaloupes* (*Cucumis melo* var. *reticulatus*). **Acta Botanica Sinica**, Peking, v.29, p.48-52, 1987.

3 CARACTERIZAÇÃO DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO

Instalou-se plantio no Pólo Agrícola Mossoró-Assu - RN com o objetivo de avaliar a qualidade do melão tipo Galia (*Cucumis melo*, L. var. *reticulatus*), híbrido Nun 1380, durante a maturação. O plantio foi realizado no espaçamento de 2,00 m x 0,33 m e conduzido por irrigação e fertilização controladas conforme práticas comerciais padrões para a cultura do melão na região durante o verão. O clima da região é quente e seco, temperatura máxima de 33°C e mínima de 29°C, sem precipitação pluviométrica durante a condução do experimento. Os frutos foram colhidos após 15:00 h em cinco estádios de maturação (I - V). Imediatamente após a colheita e seleção (frutos com boas características externas de qualidade) os melões foram embalados e transportados via terrestre para Natal - RN, distante 230 km do local de produção. Em seguida, transportou-se via aérea para Belo horizonte -MG, de onde foram transportados novamente via terrestre para Lavras - MG, distante 220 km de Belo Horizonte onde foram submetidos a avaliações de qualidade. Montou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado, composto de 5 tratamentos (5 estádios de maturação), com 8 repetições por tratamento. Devido a homogeneidade do material experimental, utilizou-se um fruto por parcela, totalizando 40 frutos (5 x 8). Os frutos apresentaram reticulação uniforme e peso médio de 1351,20 ± 122,27 g. Houve tendência de redução na firmeza da polpa durante a maturação, entretanto, não se observou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) nos níveis de pectina solúvel e total. O estádio de maturação I apresentou os valores mais baixos de pH, SST, açúcares totais e vitamina C e os valores mais elevados de ATT e clorofila total. O estádio de maturação I apresentou o teor de açúcares redutores mais elevado (2,92 %) e o estádio V revelou o teor mais baixo (1,67 %). A redução no teor de açúcares redutores foi concomitante à elevação na concentração de sacarose. A partir dos resultados obtidos para textura e SST concluiu-se que o estádio de maturação II é o mais indicado para a colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380. Neste estádio de maturação o fruto apresentou o teor mínimo de SST exigido pelo mercado importador (SST superior a 9 %) e resistência mecânica ao manuseio pós-colheita (firmeza da polpa superior a 50 N).

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF 'GALIA' MELONS DURING MATURATION

The purpose of this study was to characterize and evaluate the quality of 'Galia' melons during maturation (*Cucumis melo*, L. var. *reticulatus*), hybrid Nun 1380. Plants were grown spaced at 2,00 m x 0,33 m. The irrigation and fertilization regimes followed those recommended for the region during summer growing season. The area is characterized by hot dry summer (daily maximum and minimum temperature as 33° C and 29° C, respectively) with no rain. Fruits were harvested at five stages after 15:00 h. Immediately after harvesting and selection (fruits presenting good external characteristics of quality) the fruits were packaged and transported to Lavras - MG for analysis. The experiment carried out in design randomized and repeated eight times with one fruit per replication. Fruits showed homogeneous reticulation and average weight of 1351.09 g \pm 122.27 g. Firmness of melon decreased during maturation, however, no significant statistical difference ($p < 0.05$) was noticed in total and soluble pectin. The maturation stage I presented the lower values of pH, soluble solids contents, total sugars and vitamin C and the highest values of titrable acidity and total chlorophyll. The maturation stage I presented the highest value of reducing sugar (2.92%) and the maturation stage V showed the lower value (1.67%). The accumulation of sucrose was concomitant with the decreasing of reducing sugar. The data obtained in this study for firmness and soluble solids contents indicated that the maturation stage II was the best recommended for harvesting of 'Galia' melons, hybrid Nun 1380. The soluble solids content of more than 9 %, established as the minimum standard for the import market, capable of offering resistance to postharvest handling due to its firmness higher than 50 N.

3.1 INTRODUÇÃO

O interesse pela cultura do melão no Rio Grande do Norte tem aumentado nos últimos anos devido à crescente exportação e às condições ótimas de clima para o seu desenvolvimento (intensidade e duração de luminosidade, temperatura alta e precipitação baixa), entretanto, o desenvolvimento de tecnologias que visem controle de qualidade e conservação pós-colheita não têm acompanhado o ritmo da produção (Souza, Menezes e Alves 1994).

Nos últimos anos tem-se introduzido na região diversas cultivares do grupo *reticulatus*, com especial destaque para o melão 'Galia' cujas sementes são oriundas, principalmente, de Israel, Espanha, Holanda e Grécia. Entretanto, a comercialização tem sido prejudicada pela alta perecibilidade, com vida útil pós-colheita não ultrapassando 14 dias (Lester e Stein 1993).

O melão 'Galia', objeto deste estudo, é de origem israelense com peso médio entre 850 e 1900 g. É um tipo varietal de características intermediárias entre o melão tipo Ogen (ou Haogen) - polpa verde, doce e bastante aromático - e o tipo Honey Dew - polpa verde, doce e sem aroma. A cor da casca é normalmente laranja, no entanto existem híbridos que não perdem a coloração verde da casca com o amadurecimento completo. A cor da polpa é verde e o aroma e sabor são semelhantes aos do Ogen (Odet 1993).

A textura da polpa é mediana, com cor verde-claro na zona externa e branco laranja na interna. O fruto é geralmente redondo e reticulado (cicatrizes nos sentidos longitudinal e transversal formando uma malha), separando-se facilmente do pedúnculo quando maduro (Zapata et al. 1989).

Em melão, o termo qualidade tem sido relacionado a diferentes fatores. Uma das características mais estudadas é o conteúdo de sólidos solúveis totais - SST (Bosland, Hughes e Yamaguchi 1979, Fady 1983 e Protrade 1995). O conteúdo de SST, definido como a percentagem de sólidos solúveis no suco extraído da polpa, é um fator tradicionalmente usado para assegurar a qualidade do melão, embora em alguns casos essa característica seja considerada como um falso indicador de qualidade. Aulenbach e Worthington (1974) indicaram que o conteúdo de SST nem sempre é um bom indicador de qualidade, especialmente quando está acima de 8 % nas cultivares Mayne Rocky e Gold Star. Estes autores consideraram que aroma, sabor e doçura deveriam ser fatores de qualidade complementares.

Lester e Shellie (1992) encontraram que o *flavor*, a doçura e a textura correlacionaram-se fortemente com a preferência do fruto de 'Honey Dew' e que o conteúdo de SST por ocasião da colheita, correlacionou-se apenas com a cor da superfície exterior do fruto.

Em consequência da variação entre talhões e também entre frutos da mesma planta e, até entre diferentes regiões do mesmo fruto (Scott e MacGillivray 1940), o conteúdo de SST isolado pode não ser adequadamente representativo para a grande variabilidade que ocorre no campo. Há, então, necessidade de outras avaliações, a nível de campo, com a finalidade de definir mais adequadamente o estágio de maturação dos frutos. A escolha do estágio ideal de maturação por ocasião da colheita, representa, sem dúvida, uma das principais dificuldades para os produtores de melão (Vaulx e Aubert 1977). Este fator torna-se mais importante, quando trabalha-se com material genético desconhecido.

Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade pós-colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, durante a maturação e determinar o estágio de maturação adequado para colheita.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da área de cultivo e obtenção dos frutos

A área de cultivo para a obtenção dos frutos foi plantada na Fazenda Água Branca I, da FRUNORTE Ltda, no município de Carnaubais-RN. O plantio foi realizado no mês de setembro de 1994, em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico Latossólico de textura arenosa. A análise química de amostra do solo revelou os seguintes valores: pH em água, 7,6; pH em CaCl_2 , 7,0; matéria orgânica, 0,9 %; P (resina), $95 \mu\text{g}/\text{cm}^3$; Ca, $3,5 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$; Mg, $0,79 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$; K, $0,34 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$; Na, $0,17 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$ e Al, $0,00 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$.

O espaçamento de plantio utilizado foi de 2,00 m x 0,33 m, provendo uma população de 15 mil plantas por hectare. A área total utilizada foi de 0,46 ha (29 linhas de 80 m).

A adubação de fundação foi feita com esterco, $15 \text{ m}^3/\text{ha}$; superfosfato simples, $1000 \text{ kg}/\text{ha}$; calcário dolomítico, $500 \text{ kg}/\text{ha}$; e magnesita, $100 \text{ kg}/\text{ha}$.

A fertirrigação até os 74 dias de plantio (época do segundo corte) foi feita com N, $51,5 \text{ kg}/\text{ha}$; P_2O_5 , $160 \text{ kg}/\text{ha}$, K_2O , $268 \text{ kg}/\text{ha}$, Ca, $31,35 \text{ kg}/\text{ha}$, água, $2068 \text{ m}^3/\text{ha}$. Este processo foi repetido 3 vezes ao dia (8:00, 10:00 e 12:00 h).

A adubação foliar foi conduzida com Nutrifolha, $2,73 \text{ kg}/\text{ha}$; mistura de micros, $4,56 \text{ kg}/\text{ha}$; molibdato de sódio, $0,29 \text{ kg}/\text{ha}$; Nutrimins CaB, $20,46 \text{ kg}/\text{ha}$ e sulfato de potássio, $19,6 \text{ kg}/\text{ha}$.

O controle de ervas daninhas foi realizado de dois modos: químico: podium ($0,7 \text{ L}/\text{ha}$ aos 9 dias de plantio e mecânico: 17, 34 e 53 dias após o plantio. Durante o experimento não ocorreu precipitação pluviométrica.

A colheita foi feita em duas etapas: primeiro corte (69 dias) e segundo corte aos 74 dias após o plantio. Utilizou-se frutos apenas do primeiro corte para a instalação dos experimentos de laboratório..

Os frutos foram colhidos após 15:00 h conforme o estágio de maturação a seguir: I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo (Figura 1).

Imediatamente após a colheita e seleção (frutos com boas características externas de qualidade) os melões foram embalados em caixas de mercado externo tipo telescópica ou peça única feita de papelão ondulado de parede dupla, onda BC, com 5 % de área de ventilação

(diâmetro dos furos, 25 mm) - Fabricante: Ponsa; Código: 2544 - MIG -4/9 - D-3, - 145; tara: 0,16 Kg; capacidade líquida: 6 Kg; apresentando as seguintes dimensões, em mm: internas, comprimento = 453, largura = 354, altura = 154; externas, comprimento = 483, largura = 388, altura = 160. Em seguida, foram transportados via terrestre para Natal - RN, distante 230 km do local de produção e depois foram transportados via aérea para Belo Horizonte - MG, de onde foram transportados novamente via terrestre para Lavras - MG, distante 220 km de Belo Horizonte.

Em Lavras - MG, os frutos foram submetidos às avaliações de qualidade. A polpa foi cortada em cubos com uma parte sendo congelada em nitrogênio líquido, embalada em sacos transparentes de polietileno de baixa densidade (27,0 cm X 31,0 cm) com fecho hermético e mantida a -18°C e outra utilizada para as análises iniciais.

3.2.2 Experimento e procedimento experimental

Foi conduzido um experimento para avaliar a qualidade dos frutos, no Laboratório de Pós-colheita da UFLA. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 8 repetições.

os tratamentos consistiram de 5 estádios de maturação: I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo (Figura 1).

Utilizou-se 1 fruto por parcela, totalizando 40 frutos no experimento.



Figura 1. Frutos de meloeiro tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação. I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. O avanço da maturação está representado da esquerda para a direita.

3.2.3 Avaliações físicas

Para a avaliação das características físicas dos frutos (peso do fruto, peso da parte não comestível e peso do endocarpo), utilizou-se balança semianalítica e para o comprimento do pedúnculo, espessura da polpa e espessura da polpa não comestível, diâmetro da cavidade interna e diâmetro do fruto, usou-se um paquímetro comum.

A firmeza da polpa foi medida como resistência à penetração usando-se penetrômetro Magness-Taylor modelo 30 A (valor máximo de leitura 30 lb) com *plunger* de ponta cônica (diâmetro, 0,83 cm e comprimento, 0,67 cm) em regiões equatoriais (3 determinações por fruto) da superfície do fruto desprovido da casca, conforme McCollum, Huber e Cantlife (1989).

3.2.4 Preparo das amostras

Após as avaliações físicas realizadas nos frutos íntegros ou seccionados longitudinalmente, foram separadas quatro fatias equidistantes de cada fruto com 2 cm de largura, extraíndo-se a polpa das mesmas até a região delimitante da parte comestível com a casca. Após homogeneização em liquidificador doméstico, uma porção da polpa foi filtrada, utilizando-se parte do suco para análises imediatas de pH, ATT e SST e o restante para o doseamento de vitamina C total e açúcares, conforme descrito nos itens 3.2.3.5 e 3.2.3.6, respectivamente. A outra porção foi acondicionada em saco impermeável de polietileno com lacre adesivo, congelada em nitrogênio líquido e armazenada a -18°C para as análises posteriores.

A casca de cada fruto foi congelada em N₂ líquido e mantida a -18 °C até ser usada para a análise do teor de clorofila total.

3.2.4.1 Pectina total e solúvel

A polpa foi desintegrada em homogeneizador de tecidos (Tissumizer - Tekmar company, tipo SDT 1880).

As frações pectina total e solúvel foram extraídas pelo método de McCready e McComb (1952) a partir de 5 e 25 gramas de polpa homogeneizada, respectivamente.

Para a hidrólise enzimática de pectina total utilizou-se pectinase (EC.3.2.1.15) de origem fúngica -*Aspergillus niger*, 1,0 U/mg (Merck).

Para a determinação de pectina total e da solúvel utilizou-se, após a extração, uma diluição de 1:20 e de 1:4, respectivamente e usou-se uma alíquota de 0,2 mL para comparar com as leituras obtidas na curva padrão. Para evitar a interferência de açúcares (glicose, frutose, sacarose e celulose) (Kintner e Van Buren 1982) durante a determinação da fração pectina solúvel em água, a polpa foi mantida sob agitação em álcool etílico 95% durante 1 h antes da filtração.

A análise foi feita por colorimetria através da reação de condensação do m-fenilfenol (m-hidroxibifenil - Eastman Kodak Company ou Sigma Company), segundo técnica adaptada de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973).

Observações pessoais revelaram que o cromóforo perdia coloração a partir da superfície em poucos minutos (cerca de 30 minutos). Para evitar a instabilidade da reação e conseqüentemente a obtenção de resultados inconsistentes, adotou-se como padrão efetuar-se as leituras entre 15 e 30 minutos de repouso do sistema. As análises foram feitas em ambiente com temperatura média de 25°C e umidade relativa inferior a 60 %. Estas condições foram consideradas ideais para a realização do ensaio de ácidos urônicos usando o método do m-hidroxibifenil recentemente por Ben-Shalom et al. (1994) em estudo sobre o efeito do conteúdo de água na sensibilidade e estabilidade do cromóforo.

O processo foi monitorado espectrofotometricamente (modelo DU 640 B - Beckman Instruments Inc. USA) a 520 nm operando com o sistema "Power Up Diagnostics Window". O aparelho foi calibrado para fornecer leituras resultantes da média de 10 leituras no intervalo de 0,5 segundos. Os resultados foram expressos em mg de ácidos urônicos por 100 g de polpa.

3.2.4.2 ATT e pH

O pH foi registrado em medidor de pH digital e a ATT foi obtida por titulação do suco (diluição 1:5) com NaOH 0,1 N e expressa como mg de ácido cítrico por 100 mL de suco, conforme Artés et al.(1993).

3.2.4.3 SST

Determinou-se o conteúdo de sólidos solúveis totais por leitura em refratômetro digital, modelo PR - 100, Palette (Atago Co., LTD., Japão) com compensação de

temperatura automática. Os sólidos solúveis foram registrados com precisão de 0,1 a 25 °C (Kramer 1973).

3.2.4.4 Açúcares

As análises de açúcares foram feitas após 24 h a partir da extração com o suco tendo sido mantido em *freezer*. Os açúcares redutores e não-redutores foram analisados pelo método de Somogy-Nelson (Southgate, 1991). Partiu-se inicialmente com uma alíquota de 3 mL de suco, a qual foi diluída para 100 mL, usando-se 10 mL para hidrólise da sacarose e, em seguida, 3 mL para desproteïnização. O doseamento foi monitorado a partir de 0,2 mL ou 0,3 mL do extrato desproteïnizado no caso dos açúcares redutores e 1 mL da solução após hidrólise da sacarose desproteïnizada. Os resultados foram expressos em g de glicose por 100 mL de suco.

3.2.4.5 Vitamina C total

Em parte do suco acrescentou-se o ácido oxálico e o *kiesselgur* (seguido de filtração) e manteve-se a -18 °C para a avaliação, dentro de no máximo 24 h, do teor de vitamina C.

Padronizou-se tomar 20 mL do suco obtido por filtração comum após desintegração da polpa e adicionar 80 mL de ácido oxálico (0,5%) e usar para o doseamento 1 mL do filtrado para 3 mL da solução de ácido oxálico 0,5%.

O ácido ascórbico (após oxidação a ácido dehidroascórbico) foi doseado pelo método colorimétrico com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg por 100 mL de suco.

3.2.4.6 Clorofila total

Foi determinada na casca (espessura de aproximadamente 1 mm). Utilizou-se para desintegração em homogeneizador de tecidos, conforme recomendação de Bruinsma (1963), 1 g do material contendo 10 mL de água destilada. Ao volume do extrato, após a homogeneização, adicionou-se acetona p.a. até completa descoloração, seguida de filtração. O volume final do extrato foi de 50 mL.

A leitura da absorbância foi efetuada a 652 nm. Os níveis de clorofila total foram determinados em mg/100 g de casca, segundo a equação adotada por Engel e Poggiani (1991):

$$\text{clorofila total} = [(A_{652} \times 1000 \times v/1000w)/34,5] \times 100 \quad (1)$$

onde:

v = volume final do extrato clorofila-acetona

w = peso da casca em gramas.

3.2.5 Análise estatística

As análises de variância das características avaliadas foram efetuadas através do *software* SPSSPC (Norusis 1990). A comparação entre os estádios de maturação foi realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Pimentel Gomes 1987).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Características físicas do fruto

O peso médio dos frutos foi de 1351,20 g, o que permite classificação do produto entre os tipos 4 e 5 (caixas de mercado externo para o melão 'Galia' com capacidade média de 6 kg). Estes resultados foram semelhantes aos reportados por Mendlinger (1994) em estudo sobre a qualidade de melão 'Galia' o qual verificou que a maioria dos frutos apresentou peso médio superior a 1200 g.

O consumidor europeu prefere o melão com peso entre 600 e 900 g (Odett 1993), entretanto, isso corresponde apenas a 39% como fator indicado pelo consumidor europeu na decisão da compra de frutos e hortaliças (Cook 1992). Dessa forma, analisando isoladamente em função desse atributo, o melão 'Galia' objeto deste estudo pode ser utilizado para a exportação visando o mercado europeu.

O valor médio obtido para o peso do fruto é muito semelhante aquele indicado pela Nunhems (199-) para o melão tipo Galia, híbrido Deltex e pela Petoseed (199-) para o melão tipo Galia, híbrido Gallicum; no entanto, é muito superior aquele reportado recentemente por Artés et al. (1993) para o melão 'Galia' cultivado na região de Murcia, Espanha. Os principais fatores que, possivelmente, estão relacionados com esta diferença são as condições edáficas e climáticas, a irrigação e a fertilização, (Bhella 1985), a densidade de plantio e o material genético.

Os frutos apresentaram reticulação uniforme. As principais características físicas dos frutos foram: peso da parte não comestível: $507,77 \pm 50,09$ g; peso do endocarpo: $80,34 \pm 11,55$ g; comprimento do pedúnculo, 0,5 - 1 cm; espessura da polpa: $4,6 \pm 0,52$ cm; espessura da polpa não comestível: $0,5 \pm 0,1$ cm; diâmetro da cavidade interna: $5,04 \pm 0,60$ cm; diâmetro do fruto: $13,3 \pm 0,43$ cm.

3.3.2 Firmeza da polpa, pectina total e pectina solúvel

A mudança na firmeza da polpa por estágio de maturação e os valores de pectina total e solúvel estão mostrados na Figura 2. Os resultados indicam declínio de 54% na firmeza da polpa similar ao verificado por Lester e Dunlap (1985) durante o desenvolvimento e amadurecimento de *Cucumis melo* L. var. *reticulatus* e por Bianco e Pratt (1977) para o melão cantaloupe 'PMR 45' durante o amadurecimento.

Os valores máximo e mínimo obtidos para a firmeza da polpa estão dentro daquela faixa encontrada por Miccolis e Saltveit (1991) para as cultivares Amarelo, Golden Beauty Casaba, Honey Loupe, Juan Canary, Paceco e Santa Claus Casaba, porém são ligeiramente elevados em relação aqueles reportados recentemente por esses autores em outro estudo com as mesmas cultivares (Miccolis e Saltveit 1995). A firmeza da polpa correspondente aos estádios de maturação II até V é similar àquela obtida por Artés et al. (1993) para o melão 'Galia' colhido no estágio de maturação comercial.

O amolecimento durante a maturação é uma característica comum a muitos tipos de frutos, o que tem sido atribuído, com frequência, à hidrólise de vários polissacarídeos estruturais, sendo as substâncias pécticas o principal. Entretanto, neste experimento não se observou diferença significativa ($p < 0,05$) nos níveis de pectina solúvel durante a maturação. Os valores médios de pectina total e pectina solúvel encontrados foram, respectivamente, 187 e 25 mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa (Figura 2).

Em geral, a degradação de polissacarídeos da parede celular é acompanhada por aumento na atividade de hidrolases tais como poligalacturonases (PG - enzimas responsáveis pela solubilização de pectina), pectinametilerases (PME - grupo de enzimas que catalisa a desesterificação de metilésteres galactosil uronatos da pectina a grupos carboxilas livres) e endo- β -(1-4) glucanases. Porém, no tecido mesocárpico de melão não há evidências que relacionem o processo de amolecimento com a atividade das poligalacturonases e das pectinametilerases.

Lester e Dunlap (1985) investigaram as principais alterações responsáveis pelo amolecimento de melão *reticulatus* e constataram que não houve mudanças nos conteúdos de pectina, hemicelulose e celulose. Esses pesquisadores não conseguiram explicar o mecanismo que controla o amolecimento do melão através de correlação com as enzimas de degradação da parede celular. A atividade das duas principais (PG e PME) permaneceu constante ou declinou durante o período de desenvolvimento e senescência do fruto; entretanto, Gross e Sams (1984) e McCollum, Huber e Cantlife (1989) reportaram diminuição no tamanho molecular das pectinas, perda de resíduos de galactosil e mudanças no tamanho molecular dos polímeros hemicelulósicos durante o amadurecimento do melão.

A ligação cruzada dos polímeros pécticos mediada pelo cálcio tem sido citada como um mecanismo controlador do amolecimento em maçã (Wiley 1977) e em tomate (Poovaiah e Nukaya 1979). Porém, Lester e Dunlap (1985) não encontraram alterações nos níveis de cálcio total e cálcio solúvel durante a maturação do melão, indicando que a concentração deste elemento também não parece estar associada com a firmeza do melão.

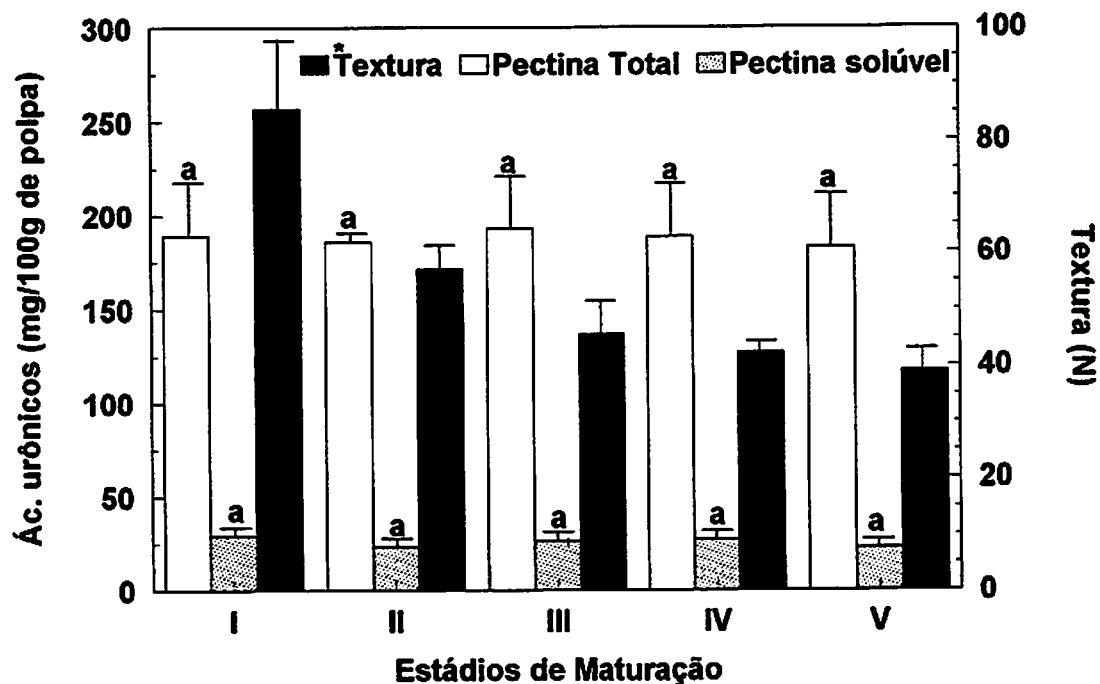


Figura 2. Firmeza da polpa (N), pectina total e solúvel (mg de ácidos urônicos/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação. I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. As linhas verticais acima das barras representam o desvios padrões. *: Não submetida à análise de variância por não atender aos testes de normalidade e homogeneidade.

Pouco se sabe acerca do comportamento de outros polissacarídeos da parede celular, além das substâncias pécticas. O metabolismo da celulose tem sido apontado como uma importante característica do processo de amolecimento durante o amadurecimento, especialmente, em manga variedades Zebda e Baladi, goiaba, tâmara, e morango (El-zoghbi, 1994). Esse autor verificou aumento de atividade da celulase durante o amadurecimento desses

frutos acompanhado de redução no teor de celulose. Segundo esse pesquisador, a celulase é também uma importante enzima responsável pelo amolecimento durante o amadurecimento de frutos. Porém, em melão, esta enzima não tem sido objeto de estudos anteriores.

Apesar das tentativas de elucidar o mecanismo envolvido no amolecimento do melão (Lester 1988 e Lester 1990), pouco se sabe acerca da atuação de enzimas específicas diretamente relacionadas com o processo. A parede celular é extremamente complexa e assim, muitas enzimas podem influenciar na sua integridade estrutural, sugerindo que são necessários ensaios bioquímicos futuros sobre as enzimas hidrolíticas menos conhecidas.

3.3.3 pH e ATT

Houve diferença significativa para o comportamento do pH e da ATT (Figura 3) ($p < 0,05$). O estágio de maturação I apresentou o menor valor de pH (5,70), concordante com a maior proporção de acidez total titulável (13 mg de ácido cítrico anidro (100 mL)⁻¹ de suco). Em função desses resultados, é possível afirmar que ambos não são bons indicadores do estágio de maturação do melão tipo Galia, pois a variação está limitada a uma faixa bastante estreita. A variação nos níveis de ATT durante a maturação do melão tem pouco significado prático em função da baixa concentração. Assim, o teor de ácidos orgânicos apresenta pouca contribuição para o sabor e o aroma, o que justifica a ausência de estudos sobre o metabolismo dos ácidos orgânicos durante a maturação do melão. A explicação mais lógica para a pouca variação observada no pH pode ser dada pela própria natureza dos ácidos predominantes na seiva vacuolar das células do fruto. Estes ácidos são di- e tri-básicos e mostram valores múltiplos de pK e capacidade tamponante numa faixa ampla de pH. Na célula intacta os ácidos estão localizados, principalmente, no vacúolo, separado da maioria das enzimas do citoplasma ou da parede celular que são mantidas com valores de pH superior aquele do vacúolo.

O teor médio de ATT (12 mg de ácido cítrico anidro (100 mL de suco)⁻¹ representa praticamente o dobro daquele encontrado por Artés et al. (1993) para o melão 'Galia', porém o valor médio do pH (6,03) é, relativamente, aproximado.

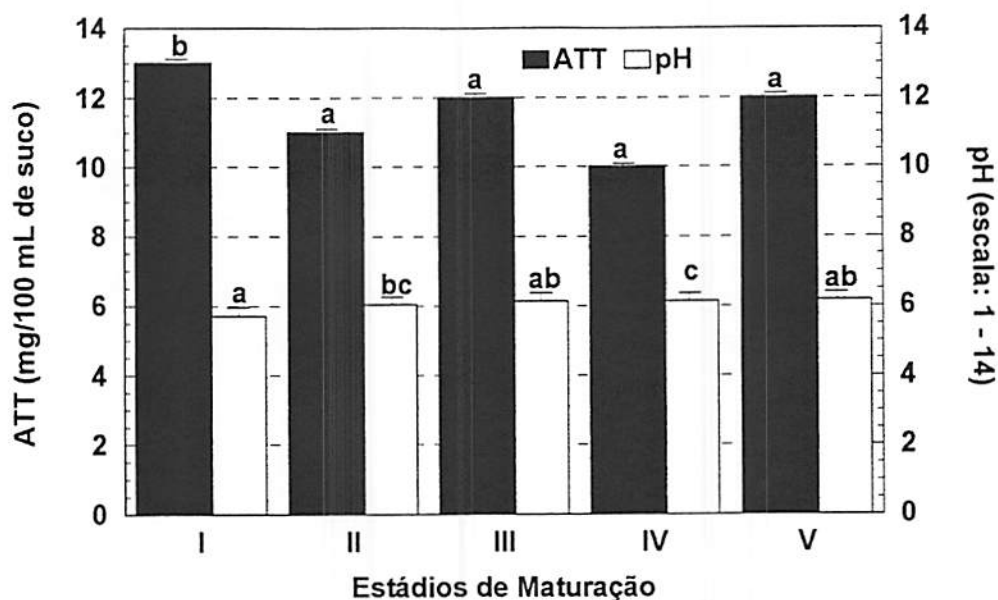


Figura 3. ATT (mg de ácido cítrico por 100 mL de suco) e pH (escala: 1-14) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação. I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. As linhas verticais acima das barras representam o desvios padrões.

3.3.4 SST e açúcares totais

Houve variação estatística ($p < 0,05$) para ambos os atributos nos diferentes estádios de maturação. O teor mais baixo de SST (6,99 %) foi registrado no estágio de maturação I, diferindo significativamente dos demais, porém, o conteúdo mais baixo de açúcares totais foi observado nos estádios I e II (Figura 4).

Pratt, Goeschl e Marfin (1977) também observaram aumento no teor de SST em melão colhido em diferentes estádios de maturação. Oggle e Christopher (1957) encontraram aumento no conteúdo de SST entre os estádios de maturação *full-slip* e *half-slip* de diferentes cultivares de melão *cantaloupe*. Isto indica que quando o melão amadurece no campo há aumento de SST no final da maturação e assim, deve-se atentar para a colheita dos frutos no estágio de maturação adequado.

O teor de açúcares totais correspondeu, em média, a 64 % do conteúdo de SST, sendo o estágio de maturação III o que apresentou maior proporção (74%). Artés et al. (1993)

verificaram proporções variando de 57 % (cultivar Piel de Sapo) até 86 % (cultivar Galia); enquanto que Cohen e Hicks (1986) encontraram valores de 57, 52 e 59 %, respectivamente, para as cultivares Gold Star, Saticoy e Superstar.

O aumento no conteúdo de SST durante a maturação do melão pode ser atribuído a síntese de estaquiose nas folhas e o conseqüente transporte para o fruto, onde é convertido a sacarose (Hughes e Yamaguchi 1983). É presumível que o fruto contenha um sistema de enzimas capaz de metabolizar este oligossacarídeo. Gross e Pharr (1982) mostraram que um extrato do pedúnculo do fruto foi capaz de converter *in vitro* galactose-1-fosfato e frutose a sacarose, evidentemente, via UDP-galactose-pirofosforilase (EC 2.7.7.10), UDP-galactose-4-epimerase (EC 5.1.3.2.) e sacarose sintase (EC 1.4.1.13). Isto também implicaria que β -galactosidase (EC 3.2.1.23) e galactokinase (EC 2.7.1.6) participam da reação completando a conversão de estaquiose a sacarose (Knee et al. 1991).

Pode ser inferido, principalmente, a partir dos resultados obtidos para textura (Figura 2) e SST (Figura 4) que o estágio de maturação II (fruto verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso) é o mais indicado para a colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, nas condições de cultivo deste experimento. Nesse estágio de maturação o fruto apresentou o teor mínimo de SST exigido pelo mercado importador (SST superior a 9 %) e apresentou resistência mecânica ao manuseio pós-colheita (firmeza da polpa superior a 50 N). Além disso, nos estádios de maturação mais avançados não se registrou elevação no teor de SST. Entretanto, como o estágio de maturação III apresentou o teor mais elevado de açúcares totais, pode-se também utilizá-lo como ponto de colheita, principalmente, quando o fruto destinar-se a mercados mais próximos. É importante acrescentar também que o estágio de maturação III apresentou menor teor de clorofila total (Figura 6).

O estágio de maturação do fruto na colheita influencia a qualidade, o desenvolvimento de componentes do aroma e a vida útil pós-colheita. Muitos estudos sobre a maturação de melões reticulados recomendam a colheita no estágio de maturação *full slip* (fruto totalmente separado do pedúnculo). Neste ensaio, observou-se que o referido estágio apresentou teor de SST comparável ao estágio II, no entanto, resistência mecânica ao manuseio pós-colheita inferior àquela do estágio II. É evidente que a colheita dos melões reticulados (fruto altamente perecível) em maturação avançada aumenta o risco de deterioração e pode favorecer a penetração de patógenos, reduzindo acentuadamente o período de comercialização.

É importante ainda considerar que a maturidade na colheita é o mais importante fator que determina a vida de armazenamento e a qualidade final do fruto. Os frutos imaturos são

mais propícios ao murchamento e apresentam qualidade inferior quando da utilização pelo consumidor. Os frutos supermaduros aparentam moles e possuem sabor insípido. Os frutos colhidos em estágio inadequado são mais susceptíveis às desordens fisiológicas e apresentam vida de armazenamento mais curta do que aqueles colhidos na maturidade ótima. Além disso, quando o melão é colhido com pedúnculo diminui o risco de injúria causada por microrganismos nessa área do fruto. Niculescu (1980) observou que, aproximadamente, 86 % dos melões sem pedúnculo, apresentaram infecção fúngica na região do pedúnculo durante o armazenamento refrigerado, contra 18 % para os frutos colhidos com pedúnculo.

Todos os frutos, com poucas exceções (tais como: pêra, abacate e banana) alcançam sua melhor qualidade comestível quando amadurecem ligados à planta (Kader 1994); no entanto, quando é necessário o transporte marítimo a longas distâncias, é essencial a colheita do produto maduro.

No caso do melão cultivado no Pólo Agrícola Mossoró-Assu destinado ao mercado da Comunidade Econômica Européia, é necessário que apresente resistência ao manuseio pós-colheita por, no mínimo, 21 dias em ambiente refrigerado (7 dias em câmara fria/ *container* durante a permanência na fazenda, transporte para o porto e carregamento; 11 dias para o transporte marítimo e 3 dias para o desembarque e distribuição para os supermercados europeus). Nesse sentido, justifica-se claramente a recomendação do estágio de maturação II como mais adequado.

3.3. 5 Açúcares redutores e sacarose

Houve variação estatisticamente em ambos os parâmetros durante o amadurecimento do fruto. O estágio de maturação I apresentou o teor de açúcares redutores mais elevado (2,92 %) e o estágio V revelou o teor mais baixo (1,67 %). A redução no teor de açúcares redutores foi concomitante à elevação na concentração de sacarose. No estágio de maturação inicial os açúcares redutores corresponderam a, aproximadamente, 70 % dos açúcares totais; enquanto que no último estágio de maturação este correspondeu, aproximadamente, a apenas 26 % (Figura 4).

Bianco e Pratt (1977) também verificaram aumento na concentração de sacarose e redução no teor de açúcares redutores durante o amadurecimento de melão cantaloupe 'PMR 45'.

Alguns pesquisadores (Hughes e Yamaguchi 1983; Lingle, Lester e Dunlap 1987 e McCollum, Huber e Cantlife 1988) têm mostrado que a sacarose é o principal açúcar livre

encontrado no melão maduro. Seu nível continua aumentando durante o desenvolvimento do fruto e os níveis de glicose e frutose permanecem inalterados ou mostram tendência de diminuição. Estes pesquisadores têm verificado que o aumento na concentração de sacarose está bem correlacionado com declínio na atividade da invertase ácida (EC 3.2.1.26), a qual apresenta níveis de atividade muito baixos no fruto maduro.

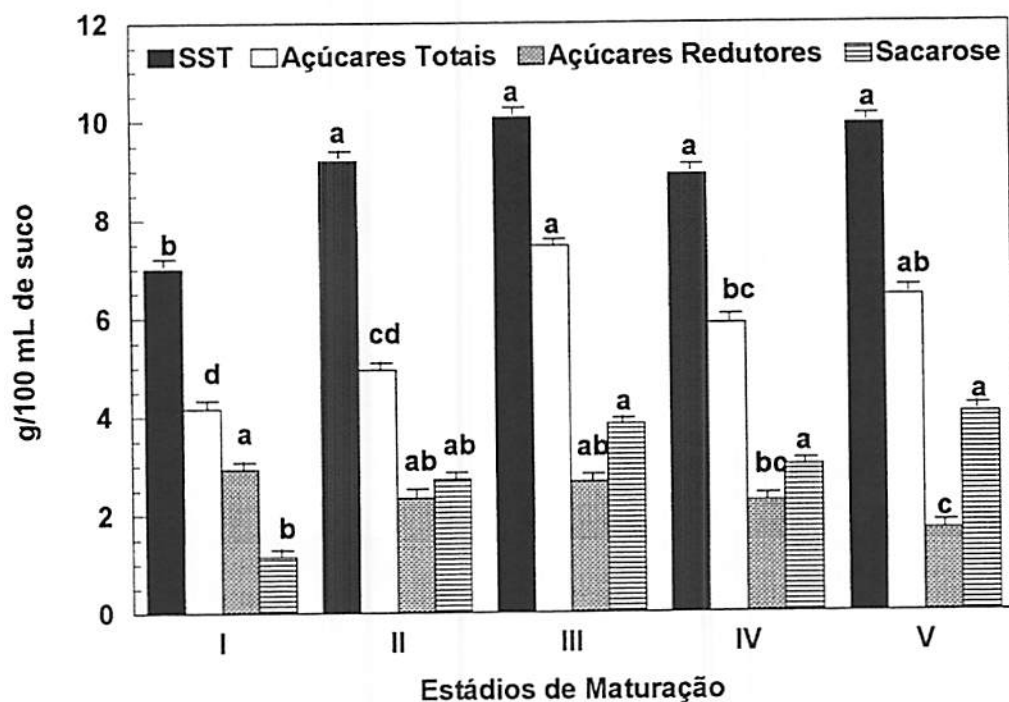


Figura 4. SST (%), Açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e Sacarose (% de glicose) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação. I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. As linhas verticais acima das barras representam o desvios padrões.

Ranwala e Masuda (1991) reportaram acúmulo de sacarose durante o desenvolvimento de *Cucumis melo* L. cv Prince. Este acúmulo também foi correlacionado com diminuição na atividade das invertases (Ranwala, Iwanami e Masuda 1991).

3.3.6 Vitamina C total

Houve diferença significativa no teor de vitamina C total entre os estádios de maturação com elevação superior a 50 % (Figura 5). O melão colhido no estágio de maturação I apresentou menor teor de vitamina C total do que nos demais estádios. O estágio de maturação V apresentou o teor mais elevado ($32,23 \text{ mg (100 mL)}^{-1}$ de suco). Não houve variação entre os estádios de maturação II, III e IV.

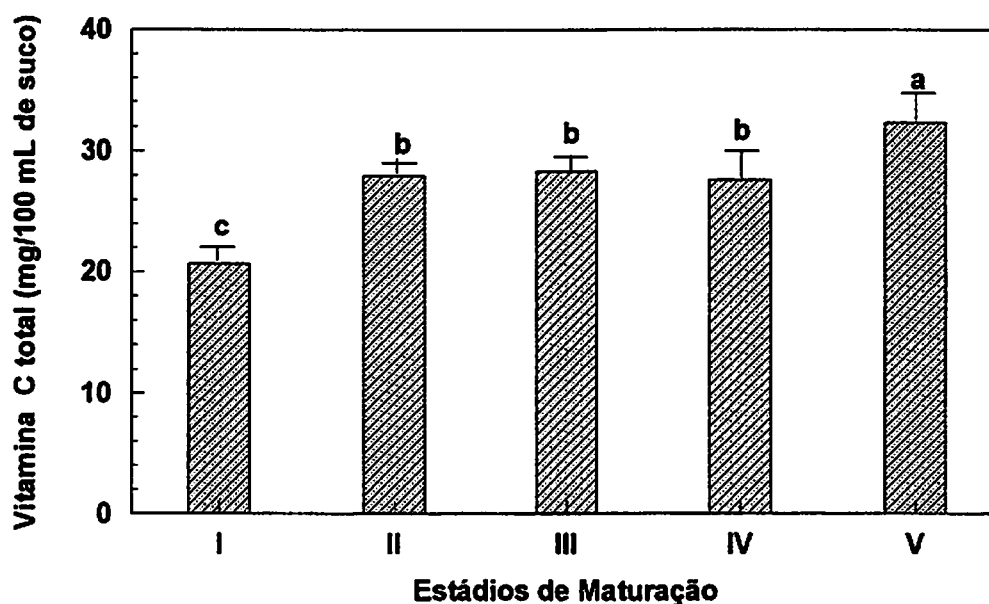


Figura 5. Vitamina C total (mg/100 mL de suco) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação. I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$. As linhas verticais acima das barras representam o desvios padrões

O aumento na concentração de vitamina C total durante a maturação foi acompanhado por aumento no conteúdo de açúcares totais (discutido anteriormente). O ácido ascórbico é, estruturalmente, um dos componentes vitamínicos mais simples encontrados em plantas. É uma lactona de açúcar ácido que é sintetizado em plantas a partir de glucose ou outros carboidratos simples.

Os valores de vitamina C total encontrados neste ensaio para os estádios de maturação II até V são bastante semelhantes aqueles reportados por Dhiman et al. (1995) para diferentes genótipos de melão. Esses autores verificaram concentrações médias de 32,49; 27,73; 28,50 e 24,90 mg (100 mL)⁻¹ de suco para os genótipos MR-12, Hara Madhu, Punjab Sunehri e Punjab, respectivamente.

3.3.7 Clorofila total

O estágio de maturação I (Fruto verde intenso com pedúnculo preso) apresentou maior teor médio de clorofila total de 50,00 mg/100 g de casca fresca, enquanto que o último estágio de maturação (fruto sem pedúnculo) apresentou menor teor, apenas 23,91 mg/100 g de casca fresca. Isto representa uma redução de 52,2 % no conteúdo de clorofila total na casca do fruto entre os estádios de maturação I e V (Figura 6).

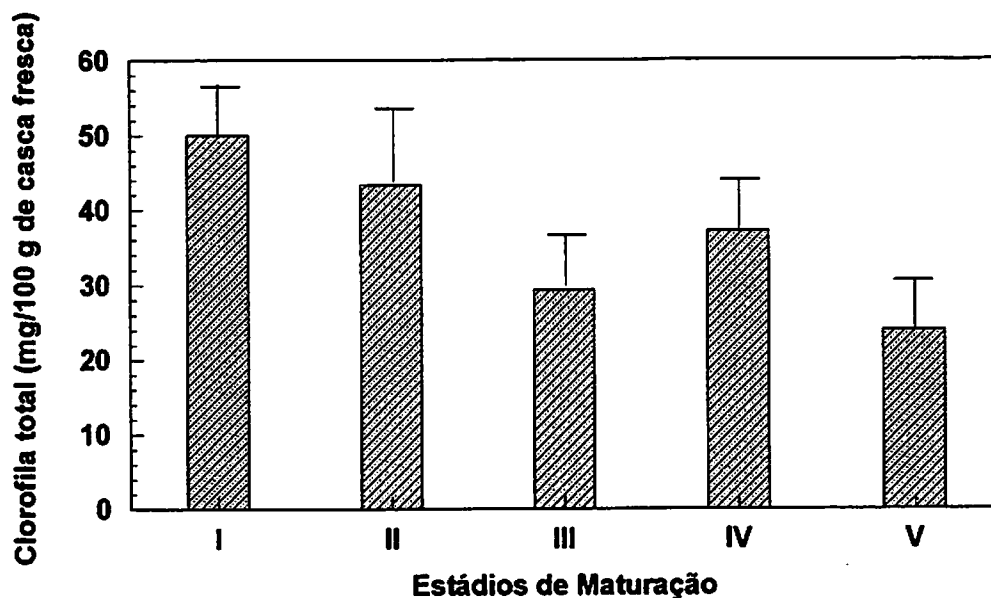


Figura 6. Clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação. I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. Esta variável não foi submetida à análise de variância por não atender aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990). As linhas verticais acima das barras representam o desvios padrões

Apesar do acentuado declínio no teor de clorofila total, o fruto ainda apresentou superfície esverdeada no último estágio de maturação (Figura 1). Isto representa um sério problema de aceitação pelo consumidor, haja visto que as principais cultivares de melão tipo Galia existentes no mercado apresentam o fruto com coloração completamente amarela quando maduro. A permanência da coloração verde no fruto maduro representa um problema de comercialização tanto a nível de mercado interno como externo. No mercado interno, o consumidor está acostumado com a coloração amarela típica do melão espanhol (*Cucumis melo* L. var. *Inodorus*) e no mercado Europeu o consumidor prefere o melão reticulado com coloração amarela, típica do melão 'Galia' importado de Israel (principal país produtor e exportador deste tipo).

Durante o desenvolvimento do fruto há um estágio em que as mudanças bioquímicas são iniciadas pela produção autocatalítica de etileno e o aumento na respiração desencadeia mudanças entre esta fase e a fase de amadurecimento. A maioria dos frutos quando ainda imaturos, são verdes. Com o avanço da maturação, a atividade fotossintética diminui e a clorofila degrada. Os carotenóides associados com a clorofila podem ser degradados concomitantemente ou alternativamente, a concentração ser mantida ou mesmo aumentar. Esta mudança está correlacionada com a degeneração de cloroplastos nos cromoplastos, induzida pela interação de diferentes fitohormônios, sendo o etileno o "hormônio do amadurecimento". Em geral, os carotenóides são sintetizados *de novo* e normalmente aparecem como ésteres de ácidos graxos que acumulam-se, principalmente, dentro dos plastoglóbulos no cromoplasto. Entretanto, o amadurecimento não envolve necessariamente a carotenogênese (Minguez-Mosquera e Gallardo-Guerrero 1994).

Em melão 'Galia', encontra-se totalmente estabelecido na literatura (Flügel e Gross 1982) que a perda de coloração verde e aumento de coloração amarela durante o amadurecimento é resultante, principalmente da degradação de clorofila e não da síntese paralela de carotenóides como ocorre na maioria dos frutos.

As metodologias utilizadas para a determinação de carotenóides demonstraram grande interferência da clorofila, o que dificultou a inclusão dos dados de carotenóides totais nesta pesquisa.

Os valores médios para os teores de clorofila total do exocarpo discutidos anteriormente são comparáveis aqueles obtidos por Flügel e Gross (1982) apenas para o último estágio de maturação. Nos demais estágios os valores são bastante superiores. Isso reforça a discussão que o híbrido avaliado apresenta teores elevados de clorofila total quando

comparado com outras cultivares de melão 'Galia'. Esta informação é extremamente importante para os programas de melhoramento do melão 'Galia', pois a cor do fruto é uma importante característica de qualidade considerada pelo consumidor.

3.4 CONCLUSÕES

O estágio de maturação I apresentou os valores mais baixos de pH, SST, açúcares totais e vitamina C e o valores mais elevados de ATT e clorofila total. O estágio de maturação I apresentou o teor de açúcares redutores mais elevado (2,92 %) e o estágio V revelou o teor mais baixo (1,67 %). A redução no teor de açúcares redutores foi concomitante à elevação na concentração de sacarose.

O estágio de maturação II (fruto verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso) é o mais indicado para a colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, nas condições de cultivo deste experimento. Neste estágio de maturação o fruto apresentou o teor mínimo de SST exigido pelo mercado importador (SST superior a 9 %) e resistência mecânica ao manuseio pós-colheita (firmeza da polpa superior a 50 N).

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTÉS, F.; ESCRICHE, A. J.; MARTINEZ, J.A.; MARIN, J. G. Quality factors in four varieties of melons (*Cucumis melo*, L.). **Journal of Food Quality**, Westport, v.16, n.2, p. 91-100, 1993.
- AULENBACH, B.B.; WOORTINGTON, J. T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index. **Hortscience**, Alexandria, v.9, n.2, p.136-137, 1974.
- BEN-SHALOM, N. et al. Effect of water content on sensitivity and stability of the m-phenilphenol uronic acid assay. **Food Chemistry**, London, v.50, p.99-101, 1994.
- BHELLA, H.S. Muskmelon growth, yield, and nutrition as influenced by planting method and trickle irrigation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.6, p.793-796, 1985.
- BIANCO, V. V.; PRATT, H. K. Composition changes in muskmelon during development and in response to ethylene treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, n.2, p.127-133, 1977.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.
- BOSLAND, J.M.; HUGHES, D.L.; YAMAGUCHI, M. Effects of glyphosine and triacontanol on growth, yield, and soluble solids content of 'PMR 45' muskmelons. **Hortscience**, Alexandria, v.14, n.6, p.729-730, 1979.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v.2, p.241-249, 1963.
- COHEN, R. A.; HICKS, J. R. Effect of storage on quality and sugars in muskmelon. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.553-557, 1986.
- COOK, R.L. The dynamics U.S. fresh product industry: An overview. In: KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 1992, p. 3-13.
- DHIMAN, J.S.; TARSEM LAL; BAJAJ, K.L. Evaluation of muskmelon (*Cucumis melo* L.) genotypes for multiple disease resistance, yield, and quality characteristics. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v.72, n.1, p.58-62, 1995.
- EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**, London, v.49, p.33-37, 1994.

- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombramento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.
- FADY, C. Critères objectifs de la qualité gustative des fruits: utilisation commerciale de ces critères. **Fruits**, Paris, v.38, n.7-8, p.547-551, 1983.
- FLÜGEL, M.; GROSS, J. Fasbstoff- und plastidenveränderungen während der fruchtreife bei zuckermelonen, *Cucumis melo* cv. Galia. **Angew Botanik**, Göttingen, v.56, p.393-406, 1982.
- GROSS, K.C.; PHARR, D.M. A potential pathway for galactose metabolism in *Cucumis sativus* L., A stachyose transporting species. **Plant Physiology**, Washington, v.69, p.117-121, 1982.
- GROSS, K.C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry**, Elmsford, v.23, n.11, p.2457-2461, 1984.
- HUGHES, D. L. and YAMAGUCHI, M. I. Identification and distribution of some carbohydrates in the muskmelon plant, **Hortscience**, Alexandria, v.18, n.5, p.739-740, 1983.
- KADER, A. A. Fruit maturity, ripening & quality relationships. In: UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Perishables handling newsletter**. Davis: University of California, 1994. p.2. n.80.
- KINTNER III, P.K.; VAN BUREN, J.P. Carbohydrate interference and its correction in pectin analysis using the m-hydroxydiphenyl method. **Journal of Food Science**, Chicago, v.47, p. 756-764, 1982.
- KNEE, M; PAULL, R E.; ARIE, R.B.; HAWKER, J.S. Enzymes in fruits. In: FOX, P.F. **Food Enzymology**, New York: Elsevier Applied Science, 1991. p.545-598.
- KRAMER, A. Fruits and Vegetables. In: _____ e TWIGG, B.A. **Quality Control for the Food Industry**. Connecticut: Avi Publishing Company, 1973. v2, p.157-227.
- LESTER, G.E. comparisons of 'Honey Dew' and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. **Hortscience**, Alexandria, v.23, n.1, p.180-182, 1988.
- LESTER, G. E. Lipoxigenase activity of hipodermal- and middle- mesocarp tissues from netted muskmelon fruit during maturation and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, p. 612-615, 1990.
- LESTER, G. E.; DUNLAP, J. R. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. **Scientia Horticultural**, Amsterdam, v.26, p.323-331, 1985.
- LESTER, G.E.; SHELLIE, K.C. Postharvest sensory and physicochemical attributes of Honey Dew melon fruits. **Hortscience**, Alexandria, v.27, n.9, p.1012-1014, 1992.

- LESTER, G.E.; STEIN, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.2, p.223-227, 1993.
- LINGLE, S.E.; LESTER, G.E.; DUNLAP, J.R. Effect of postharvest heat treatment and storage on sugar metabolism in polyethylene-wrapped muskmelon fruit. **Hortscience**, Alexandria, v.22, n.5, p.917-919, 1987.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.76, p.303-309, 1989.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development, **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.113, n.3, p.399-403, 1988.
- McCREAD, P.M.; McCOOMB, E.A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1888, 1952.
- MENDLINGER, S. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.57, p.41-49, 1994.
- MICCOLIS, V.; SALTEVEIT, M.E. Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melon (*Cucumis melo* L., Inodorus Group) cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.5, p. 211-219, 1995.
- MICCOLIS, V.; SALTVEIT JR, M. E. Morphological and physiological changes during fruit growth and maturation of seven melon cultivars. **Journal of the American for Horticultural Science**, Alexandria, v.116, n.6, p.1025-1029, 1991.
- MÍNGUEZ-MOSQUERA, I.; GALLARDO-GUERRERO, L. Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. **Journal of Food Science and Agricultural**, London, v.69, p.1-6, 1995.
- NICULESCU, F. Some aspects concerning maintaining of quality in late melons. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.116, p.35-39, 1980.
- NORUSIS, M.J. **SPSS statistics**. Illinois, SPSS Inc., 1990.
- NUNHEMS ZADEN BV. **Nunhems specialities**. Box, [199-]. 80p.
- ODET, J. **Le melon**. Paris: Ctifl, 1993, 295p.
- OGGLE, W. L.; CHRISTOPHER, E. P. The influence of maturity, temperature and duration of storage on quality of cantaloupes. **Proceeding American Society Horticultural Science**, New York, v.70, p.319-324, 1957.
- PETOSEED. **Seeds for the world**. Saticoy, [199-]. 80 p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1987.

POOVAIAH, B.W.; NUKAYA, A. Polygalacturonase and cellulase enzymes in the Rutgers and mutant rin tomato fruits and their relationship to the respiratory climacteric. **Plant Physiology**, Washington, v.64, p.534-537, 1979.

PRATT, H. K. ; GOESCHL, J. D.; MARTIN, F. W. Fruit growth and development, ripening, and the role of ethylene in the 'Honey Dew' muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, n.2, p. 203-210, 1977.

PROTRADE. **Melones - Export Manual: Tropical fruits and vegetables**. Eschborn, GTZ, 1995. 36p.

RANWALA, A.P.; IWANAMI, S.; MASUDA, H. Acid and neutral invertase in the mesocarp of developing muskmelon (*Cucumis melo* L. cv. Prince) fruit. **Plant Physiology**, Washington, v.96, p. 881-886, 1991.

RANWALA, A.P.; MASUDA, H. Purification of soluble acid invertase from the mesocarp of developing muskmelon (*Cucumis melo* L. cv. Prince) fruit. **Agriculture Biological Chemistry**, Tokio, v.55, n.9, p.2435-2436, 1991.

ROSA, J. T. Changes in composition during ripening and storage of melons. **Hilgardia**, Berkeley, v.3, n.15, p.419-443, 1928.

SCOTT, G.W.; MacGILLIVARY, H. H. Variation in solids of the juice from different regions in melon fruits. **Hilgardia**, Berkeley, v.13, n.2, p.69-79, 1940.

SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of foods carbohydrates**, London: Elsevier Applied Science, 1991, 232p.

SOUZA, M.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no Estado do Rio Grande do Norte, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.188-190, 1994.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 428p.

VAULX, R.D.; ALBERT, S. Évolution comparée des fruits de deux cultivars de Melon "Doublon" et "Védrantais" (type "Charentais") au cours des derniers jours de la maturation. **Annuaire Technologie Agriculture**, v.27, n.3, p.227-241, 1977.

WILLEY, R.C. Uses of enzymes in fruit and vegetable processing. In: Ory, R.L.; ANGELO, A.J.St. **Enzymes in food and beverage processing**, Washington: ACS, 1977, p.198-208.

ZAPATA, N. M. ; CABRERA, P.; BANÓN, S; ROTH, P. **El melon**, Madrid: Mundi-Prensa, 1988, 173p.



4 MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE PAREDE CELULAR DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO



MELÃO TIPO JALÁ DURANTE A MATURACÃO
E MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE ARDE CELULAR

RESUMO

MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE PAREDE CELULAR DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE A MATURAÇÃO

O presente estudo caracterizou quantitativa e qualitativamente as mudanças nos componentes de parede celular do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, associadas ao processo de maturação. Os frutos foram avaliados em cinco estádios de maturação (I-V). O material de parede celular e suas frações foram determinados por gravimetria. Determinou-se o conteúdo de açúcares neutros na fração hemicelulósica e no resíduo celulósico, o teor de ácidos urônicos na fração de substâncias pécticas, o grau de esterificação e o teor de cálcio total e ligado. A fração de substâncias pécticas foi submetida à cromatografia gélica e os açúcares neutros da fração hemicelulósica foram analisados por cromatografia gasosa. O conteúdo de material de parede celular (MPC) mostrou pouca variação durante a maturação. O conteúdo de ácidos urônicos da parede celular e o conteúdo de açúcares neutros na fração hemicelulósica (ramnose, arabinose e glicose) apresentaram tendência de redução com o avanço da maturação do fruto. Praticamente não houve variação para o grau de esterificação (% de esterificação) da fração de substâncias pécticas e para os teores de cálcio ligado. Houve redução no teor de celulose durante a maturação. A cromatografia gélica não revelou tendência de despolimerização das substâncias pécticas.

SUMMARY

CELL WALL COMPONENTS CHANGES IN 'GALIA' MELONS DURING MATURATION

This research characterized changes in the cell wall components in 'Galia', hybrid Nun 1380 melons during maturation. Fruits were evaluated at five maturation stages (I-V). Cell wall material and their fractions were determined by gravimetry method. Neutral sugars in hemicellulosic fraction and cellulosic residue, uronic acids content in pectic fraction, degree of esterification, total calcium and bound calcium were analyzed. The pectic fraction was analyzed by gelic chromatography and neutral sugars in hemicellulosic fraction were analyzed by gas chromatography. Minimum variation during maturation was observed in the cell wall material. Neutral sugars (rhamnose, arabinose and glucose) and uronic acids content decreased following maturation. No variation in the degree of esterification in pectic substances and bound calcium was observed. Gelic chromatography did not reveal depolymerization in pectic substances.

4.1 INTRODUÇÃO

O mecanismo que controla o amolecimento do melão não tem sido claramente definido. A maioria das pesquisas têm focado apenas o amadurecimento como induzido pelo etileno (Bianco e Pratt 1977 e Pratt, Goeshl e Marfin 1977), sem detalhar o processo metabólico dos componentes estruturais da parede celular. A pectinametilesterase e a poligalacturonase, enzimas capazes de degradar as substâncias pécticas encontradas na parede celular e na lamela média das células parenquimáticas de diversos frutos e hortaliças, não têm apresentado atividades substanciais durante o amadurecimento do melão.

Em melão reticulado 'Perlita', Lester e Dunlap (1985) observaram que apenas a pectinametilesterase e a celulase apresentaram atividade, sendo que a atividade de ambas permaneceu constante ou diminuiu durante o período de desenvolvimento e senescência, quando ocorreu redução significativa na firmeza do fruto.

As ligações cruzadas, envolvendo o cálcio com os polímeros da parede celular, têm sido citadas como o mecanismo que controla o amolecimento em tomate (Poovaiah e Nukaya 1979). Entretanto, em melão 'Perlita' os níveis de cálcio total e cálcio ligado permaneceram relativamente inalterados durante o período de 10 - 50 dias após a antese, indicando que a concentração deste elemento não esteve associada com o processo de amolecimento (Lester e Dunlap, 1985). A ausência de qualquer relação entre as principais enzimas de degradação da parede celular e o amadurecimento não exclui mudanças nos pesos moleculares dos polímeros de parede celular e re-arranjos estruturais como mecanismos que regulam o amolecimento do fruto.

Acredita-se que a solubilidade da pectina durante o amadurecimento do melão pode aumentar em função da clivagem de ligações entre pectinas e hemiceluloses (McCollum, Huber e Cantlife 1989). Além disso, Hinton e Pressey (1980) e Ranwala, Suematsu e Masuda (1992) relatam que β -galactosidases estão envolvidas na modificação dos componentes de parede celular durante o amadurecimento do melão.

As informações sobre os mecanismos que controlam o processo de amolecimento do melão ainda são limitadas e este conhecimento fornece base científica para os programas de engenharia genética. Portanto, o presente estudo se propõe a caracterizar quantitativa e

qualitativamente as mudanças nos polímeros de parede celular do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, associadas ao processo de maturação.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Extração do material de parede celular

A polpa do fruto, correspondente aos estádios de maturação I-V (I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo), foi congelada em nitrogênio líquido, embalada em sacos transparentes de polietileno de baixa densidade (27,0 cm X 31,0 cm) com fecho hermético e mantida a -18 °C até ser submetida ao processo de extração.

A parede celular foi extraída do tecido mesocárpico como descrito por Mitcham e McDonald (1992), com poucas modificações. O mesocarpo (300 g) foi triturado em homogeneizador de tecidos (Polytron - Tekmar Company) com etanol 80 % (300 mL). O resíduo foi lavado com tampão fosfato 50 mM, pH 6,8 (600 mL) e filtrado sob vácuo. Adicionou-se 200 mL de fenol : ácido acético : água (2:1:1 v/v) e manteve-se em repouso por 20 min. Lavou-se novamente o resíduo com tampão fosfato 50 mM, pH 6,8 (600 mL). A parede celular isolada foi submetida ao teste com KI/I_2 para verificar a ausência de amido. Em seguida, foi sucessivamente lavada com clorofórmio:metanol -1:1 v/v - (200 mL) e acetona (3 porções de 200 mL), seguida de secagem sob vácuo a temperatura ambiente, constituindo-se o material de parede celular.

4.2.2 Fracionamento da parede celular

O fracionamento da parede celular foi conduzido conforme metodologia adaptada de Ranwala, Suematsu e Masuda (1992). O material de parede celular foi incubado com EDTA 0,5% em tampão fosfato 50 mM, pH 6,8 (200 mL) por 4 horas a 100 °C. O extrato (designado fração solúvel em EDTA 0,5%) correspondeu as substâncias pécticas. O resíduo foi lavado extensivamente com água destilada (cerca de 2 litros) e incubado com KOH (24%) por 24 horas a 30°C. O extrato (designado fração solúvel em KOH) foi neutralizado com ácido acético. Os polissacarídeos em cada fração foram precipitados com etanol 95 % (200 mL) e o sistema foi mantido sob repouso em geladeira por uma hora antes da filtração. Os filtrados foram submetidos à diálise com agitação ininterrupta por 72 h com 12 trocas de água destilada, seguido de liofilização por 72 h, obtendo-se assim a fração hemicelulósica. O resíduo resultante da incubação

com KOH foi lavado com água destilada, aproximadamente 4 L e submetido à liofilização por 48 h, constituindo-se o resíduo final.

4.2.3 Determinação de açúcares neutros na fração hemicelulósica

O conteúdo de açúcares neutros na fração hemicelulósica foi avaliado pelo método de antrona (Southgate 1991). Utilizou-se 2 mg da fração liofilizada a qual foi submetida à hidrólise com ácido sulfúrico 72 % (3 mL) em banho de gelo com agitação intermitente. Testes preliminares revelaram que não havia necessidade de tratar a amostra com ácido trifluoroacético (TFA) para solubilizar a hemicelulose e evitar a interferência da celulose. Tomou-se 0,5 mL do extrato e diluiu-se para 2 mL com água destilada. Utilizou-se 0,1 mL para o doseamento.

4.2.4 Determinação de ácido urônico na fração péctica

O teor de ácidos urônicos na fração péctica foi monitorado pelo método do m-fenilfenol (m-hidroxibifenil) (Blumenkrantz e Asboe-Hansen 1973), partindo-se de 10 mg da fração liofilizada, a qual foi solubilizada em tampão acetato-EDTA - 50 mM acetato de sódio trihidratado, EDTA 20 mM, pH, 6,0 contendo NaCl 10 mM (50 mL de volume final). Tomou-se para o doseamento 0,3 mL do extrato.

4.2.5 Determinação de celulose no resíduo final

Amostras (2 mg) do resíduo final após liofilização foi submetida à hidrólise com ácido sulfúrico 72 % (3 mL) em banho de gelo com agitação intermitente. O extrato (0,5 mL) foi diluído para 2 mL com água destilada. O conteúdo de celulose das amostras foi determinado colorimetricamente pelo método de antrona, conforme Southgate (1991), a partir de alíquotas de 0,1 mL, utilizando-se como padrão celulose microcristalina (Avicel - Merck). O padrão de celulose microcristalina foi preparado dissolvendo-se 10 mg em ácido sulfúrico 72 % (3 mL), conforme esquema anterior e completando-se o volume para 100 mL com água destilada.

4.2.6 Determinação do grau de esterificação - GE (%)

Foi determinado através da tomada (2 mg) em duplicata das frações pécticas e incubação por uma noite com 1 mL de NaBH₄ (10 mg/mL em etanol 50%). Em seguida, a amostra foi neutralizada com ácido acético (até cessar a efervescência) e lavada várias vezes ($\pm 3 \times 0,5$ mL)

com ácido acético-metanol (1:9) e depois com metanol. As duas duplicatas foram, então, dissolvidas em 3 mL de ácido sulfúrico (67%) gelado e analisadas para ácidos urônicos (Lurie et al., 1994) partindo-se de 50 µL do extrato. A incubação com NaBH₄ converte os resíduos galacturonosil esterificados à galactose e assim, a diferença no conteúdo de ácidos urônicos entre as amostras antes e depois da redução com NaBH₄ representa a quantidade de ácido urônico que continha metil ésteres (Kim e Carpita 1992). O cálculo do grau de esterificação foi feito baseado na expressão adotada por Maness, Ryan e Mort (1990):

$$\text{GE (\%)} = [(\text{ácido urônico total antes da redução}) - (\text{ácido urônico total após a redução}) / (\text{ácido urônico total antes da redução})] \times 100$$

4.2.7 Determinação de Cálcio

O cálcio total e o cálcio ligado foram analisados usando-se 100 mg do mesocarpo liofilizado e 100 mg do material de parede celular, respectivamente, conforme Lester e Dunlap (1985). A determinação foi feita pelo método de Jones e Isaac (1969) a partir de 10 mL do extrato + 10 mL de cloreto de estrôncio (SrCl₂. 15000 ppm) com diluição para 100 mL usando água destilada.

4.2.8 Separação gélica e análise das frações pécticas da parede celular

A fração péctica (1,5 mg de ácido galacturônico) foi diluída em tampão acetato-EDTA (50 mM acetato de sódio trihidratado, EDTA 20 mM) pH, 6,0 contendo NaCl 10 mM e aplicado na coluna. A filtração em gel dos poliuronídeos foi realizada em coluna (72 X 1,8 cm) de Sephacryl S-200 (Pharmacia LKB), eluída com tampão acetato-EDTA (50 mM acetato de sódio trihidratado, EDTA 20 mM) pH, 6,0 contendo NaCl 10 mM. A calibração da coluna foi feita com ácido galacturônico (194 Da) e pectina cítrica. O volume vazio da coluna foi determinado com azul de dextran (2000 kDa). Os volumes de exclusão (V₀) e total do sistema foram 118 mL e 290 mL, respectivamente. O fluxo do sistema foi ajustado para 0,3 mL por minuto. Após cada etapa de fracionamento fez-se a lavagem do sistema permitindo-se a passagem de 2 vezes o volume total. Frações de 3 mL foram coletadas e analisadas para ácidos urônicos (Blumenkrantz e Asboe-

Hansen 1973) utilizando-se 0,5 mL do extrato eluído e diluindo-se para 1,0 mL com água destilada.

4.2.9 Preparação da fração hemicelulósica para cromatografia gasosa

Esta preparação foi conduzida seguindo as recomendações de Albersheim et al. 1967), conforme descrição a seguir:

4.2.9.1 Hidrólise dos polissacarídeos

Colocou-se 5 mg de amostra em tubo de ensaio vedado (rosqueado), adicionou-se como hidrolizante o ácido trifluoroacético (500 μ L, 2 N, contendo 0,10 mg de inositol por mL), e vedou-se. Aqueceu-se o tubo por uma hora a 121 °C em *block heater* (aquecimento a seco). Esfriou-se e evaporou-se o TFA (Banho-maria 45 °C - usando mistura de água quente e fria em becker com exaustão na capela) e adicionou-se 0,5 mL de metanol. Evaporou-se o metanol (exaustão).

4.2.9.2 Redução dos polissacarídeos

Adicionou-se 0,15 mL de hidróxido de amônia 1 N contendo \pm 10 mg de borohidreto de sódio para 1 mL de hidróxido de amônia 1 N (Preparou-se na hora 50 mL de hidróxido de amônia : 0,5 g de borohidreto de sódio: descartou-se após o uso). Misturou-se levemente e manteve-se à temperatura ambiente por uma hora. Adicionou-se algumas gotas de ácido acético p.a.(gastou-se mais ou menos duas gotas até notar-se barulho de efervescência) e evaporou-se junto com a amônia (exaustão). Acrescentou-se 0,5 mL de metanol : ácido acético (9:1). Secou-se e repetiu-se esta operação por 4 vezes. Adicionou-se 0,5 mL de metanol e Repetiu-se a operação por 5 vezes.

4.2.9.3 Acetilação dos polissacarídeos

Adicionou-se 0,15 mL de anidrido acético p.a. e selou-se o tubo. Manteve-se a 121 °C por 3 h em 'block heater'. Esfriou-se, secou-se (exaustão) e aplicou-se 0,5 mL de metanol. Secou-se (exaustão) e repetiu-se por 2 vezes a última operação.

4.2.10 Aplicação no cromatógrafo

Diluiu-se o resíduo final em 200 μL de acetona e injetou-se 2 μL , utilizando-se um cromatógrafo a gás equipado com coluna capilar OV-DB 225, medindo 0,25 mm de diâmetro interno e 25 m de comprimento. Usou-se nitrogênio e hidrogênio como gases de arraste (fase móvel). Adotou-se a sensibilidade 10^{-11} e atenuação 10^{-8} para a recepção dos impulsos elétricos do integrador Intralab 4290. As temperaturas da coluna, injetor e integrador foram, respectivamente, 210, 250 e 300° C. As condições de operação do sistema foram: Pressão da coluna, 21 psi; *make up*, 3,0 mL/minuto; Arraste, 30 mL/minuto; H_2 , 30 mL/minuto; Ar sintético, 300 mL/minuto. O Padrão foi composto de ramnose, fucose, arabinose, xilose, manose, galactose e glicose (Sigma Company), todos na mesma concentração (1 g/L). Usou-se como padrão interno o inositol. Os tempos de retenção (minutos) dos açúcares foram: Ramnose, 5,09; fucose, 5,35; arabinose, 6,53; xilose, 8,04; manose, 14,79; galactose, 16,14; glicose, 17,71 e inositol, 19,15.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Avaliação quantitativa do material de parede celular

O conteúdo de material de parede celular (MPC) mostrou pouca variação (6,30 a 7,46 mg.g⁻¹ de peso fresco) durante o amadurecimento (Tabela 1). Este comportamento reflete aquele reportado por Bianco e Pratt (1977) durante o amadurecimento de melão *cantaloupe* 'PMR 45'. O teor médio de material de parede celular encontrado neste estudo (6,96 mg.g⁻¹ de peso fresco) é similar aquele reportado por Simandjuntak, Barrett e Wrolstad (1996 a e b) em melão 'Honey Dew' (cv. Volga) e em Cantaloupe (cv. Superstar) e é ligeiramente superior aquele obtido por Rahman, Mosihuzzaman e Westerlund (1991) para melão 'Honey Dew' (Bangi) cultivado em Bangladesh. A diferença poder ser atribuída, principalmente, à cultivar utilizada e às condições climáticas de cultivo. Naquele estudo os autores expressaram o conteúdo de fibra dietária na porção comestível como total de polissacarídeos não-amiláceos. Entretanto, como na polpa do melão o conteúdo de lignina encontrado foi muito baixo (0,01 %), procede a comparação feita acima.

O comportamento do material de parede celular durante a maturação de frutos é bastante diferente entre as espécies. Em manga, Mitcham e McDonald (1992) verificaram redução de 21,5 mg.g⁻¹ de peso fresco no estágio de maturação verde maduro para apenas 10,9 mg.g⁻¹ no estágio supermaduro.

O teor médio da fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP) foi da ordem de 158,9 mg.g⁻¹ de material de parede celular. O estágio de maturação III apresentou o teor mais elevado enquanto que a solubilização mais baixa ocorreu nos dois últimos estádios de maturação. A variação de solubilidade da fração de substâncias pécticas observada, não obrigatoriamente, é função de diferentes massas moleculares. Pode haver mudanças na estrutura da molécula durante a maturação ou rompimento de interações iônicas ou covalentes entre os polímeros da parede celular e, conseqüentemente, alterar a sua solubilização em EDTA 0,5 %. Em relação ao resíduo celulósico, observou-se que os estádios de maturação I e III apresentaram os valores mais elevados, 321,8 e 286,8 mg.g⁻¹ de MPC, respectivamente. O teor médio de resíduo celulósico foi de 278,4 mg.g⁻¹ de tecido fresco (Tabela 1).

Tabela 1. Peso seco de material de parede celular (MPC), fração de substâncias pécicas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP), fração hemicelulósica solúvel em KOH 24 % (FHEM) e residuo celulósico (RC) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Estádio de maturação ^y	MPC (mg.g ⁻¹ peso fresco)	Frações (mg.g ⁻¹ de MPC)		
		FSP	FHEM	RC
I	7,16	162,3	72,0	321,8
II	6,30	158,8	66,5	275,5
III	7,26	174,8	48,7	286,8
IV	7,46	143,8	44,4	223,2
V	6,60	154,6	60,5	284,8
Média ± desvio	6,95 ± 0,49	158,9 ± 11,3	58,4 ± 11,7	278,4 ± 35,5

^y: I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo

O residuo celulósico representou a principal fração da parede celular, concordante com os resultados obtidos por Redgwell e Turner (1986) no isolamento do material de parede celular do pericarpo de *Solanum muricatum* L. cv. El Camino.

Em se tratando do conteúdo da fração hemicelulósica no material de parede celular durante o amadurecimento, verificou-se tendência de redução até o estágio de maturação IV. O teor médio foi de 58,4 mg.g⁻¹ de MPC. O estágio de maturação I apresentou o teor mais elevado (Tabela 1).

Houve diminuição no conteúdo de ácidos urônicos (µg.mg⁻¹ de FSP) da parede celular com o avanço da maturação do fruto (Tabela 2).

Tabela 2. Mudanças no conteúdo de ácidos urônicos, açúcares neutros não celulósicos, grau de esterificação (GE), conteúdo de cálcio total e ligado à parede celular e teor de celulose de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Estádio de maturação ^y	Ácidos urônicos (µg.mg ⁻¹ de FSP)	Açúcares neutros (µg.mg ⁻¹ de FHEM)	GE (%)	Ca ²⁺ total (µmol. g ⁻¹ peso seco)	Ca ²⁺ ligado (µmol. g ⁻¹ de MPC)	Celulose (µg.mg ⁻¹ de RC)
I	960	585,9	23,07	56,65	33,02	990,0
II	925	436,5	27,60	27,40	41,71	992,3
III	907	385,6	26,60	22,57	38,23	886,6
IV	840	334,7	26,00	25,77	41,71	877,6
V	743	283,9	29,15	21,91	36,49	843,5

^y: I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo.

Verificou-se reduções mais acentuadas entre os estádios de maturação III e IV (7,4 %) e IV e V (11,5 %). Estes resultados são semelhantes aqueles reportados por Simandjuntak, Barrett e Wrolstad (1996 a) e indicam que a degradação de substâncias pécticas durante o amadurecimento do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, não é detectada pelo método de extração de McCreedy e McComb (1952) como é comumente utilizado para outros frutos. Assim, a solubilização pode ser melhor discutida quando do fracionamento das substâncias pécticas.

Apesar do melão tipo *Cantaloupe* amolecer extensivamente durante o amadurecimento, relativamente, poucos trabalhos têm sido feitos para caracterizar as mudanças nos polímeros de parede celular durante este processo. As alterações nos componentes pécticos da parede celular observados neste estudo, podem explicar, em parte, a redução na firmeza da polpa já discutida anteriormente.

Em alguns frutos, notadamente o morango (Abeles e Takeda 1990) e o caqui (Cutillas-Iturralde et al. 1993) a solubilização de substâncias pécticas durante o amadurecimento não tem sido atribuída à atividade da poligalacturonase. Apesar do amolecimento, McCollum, Huber e

Cantlife (1989) também não detectaram atividade da poligalacturonase durante o amadurecimento de melão tipo Galia.

Outras hidrolases de parede celular têm sido reportadas como importantes no processo de amadurecimento dos frutos (Fischer e Bennet 1991). A β -D-galactosidade é freqüentemente sugerida está envolvida no processo de amadurecimento de frutos, apesar de não estar claro que efeito os poucos resíduos de galactose (presumivelmente pécticos) apresentam durante o amadurecimento (Fry 1995). A habilidade da β -D-galactosidade para degradar e solubilizar pectinas pode explicar parcialmente como os frutos amolecem na ausência da poligalacturonase. Isto foi sugerido por Ranwala, Suematsu e Masuda (1992) para melão, por Lan de Veau et al. (1993) para abacate e por Ali, Armugan e Lazan (1995) para manga. Outras alterações podem estar aliadas à despolimerização de pectina tais como: degradação das ligações estabilizadoras da estrutura da parede celular resultando em degradação dos polissacarídeos formadores. Além disso, McCollum, Huber e Cantlife (1989) sugeriram que a solubilidade de pectina em melão pode estar também associada à clivagem de ligações entre pectinas e hemiceluloses.

Constatou-se tendência de redução nos açúcares neutros não celulósicos ligados à parede celular do fruto durante a maturação (Tabela 2) similar aos resultados encontrados por Simandjuntak, Barrett e Wrolstad (1996 a). O estágio de maturação I apresentou $585,9 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de fração hemicelulósica (FHEM), enquanto que o estágio de maturação V apresentou apenas $283,9 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de fração hemicelulósica. Esta redução no teor de açúcares neutros não celulósicos durante a maturação do melão, juntamente com a redução de ácidos urônicos na fração péctica (já discutida) podem ser os principais fatores responsáveis pela desestruturação da parede celular. Isto pode, explicar, em parte, o amolecimento durante a maturação.

O teor de celulose da parede celular apresentou tendência de diminuição durante o amadurecimento (Tabela 2). Esta característica, juntamente com a redução no teores de substâncias pécticas e hemiceluloses, possivelmente são as principais mudanças responsáveis pelo amolecimento do fruto durante a maturação. Recentemente, El-zoghbi (1994) verificou redução nos teores de celulose durante a maturação de manga var. zebda e var. Baladi, goiaba, tâmara e morango. A redução no teor de celulose foi acompanhada de aumento de atividade da celulase. Em melão, não existe informações acerca da investigação da atuação desta enzima durante o processo de amadurecimento.

4.3.2 Cálcio e Parede celular

Tradicionalmente, o cálcio tem sido analisado em tecidos de plantas por espectrofotometria de absorção atômica, após a transformação do tecido em cinzas e a dissolução ácida desta. Dado a carência de informações sobre a percentagem de cálcio no melão que está ligado à parede celular, neste trabalho procurou-se avaliar o comportamento do cálcio.

Uma vez que a mesma tem sido reconhecida como um importante fator no desencadear da maturação de frutos; assim, em frutos de tomateiro, o cálcio total do pericarpo mantém-se constante ao longo do desenvolvimento, verificando-se no entanto, um decréscimo na razão cálcio ligado/cálcio livre à medida que o amadurecimento se aproxima. Frutos de mutantes de tomate, em que esta razão e o teor total de cálcio aumentam acentuadamente durante o desenvolvimento, nunca amadurecem (Ricardo 1983).

A associação do cálcio com a parede celular de tecidos de plantas ocorre através dos efeitos de Donnan e das ligações iônicas aos grupos carboxilas livres existentes nos polímeros de ácidos urônicos. Têm sido propostos vários modelos de ligação do íon à parede celular. Sentenac e Grignon (1981) desenvolveram um modelo que requer o conhecimento dos parâmetros de Donnan e a constante de dissociação do carboxilato de cálcio. Bush e McColl (1987) usaram um modelo de ação de massa mais simples que não requer estes parâmetros. Porém, ambos os modelos fazem referência a uma classe simples de sítios de ligações. Todavia, Baydoun e Brett (1984) interpretaram análises curvilíneas Scatchard como evidências da alta e baixa afinidade dos sítios de ligação. Tu et al. (1992) explicaram dados similares em termos de equilíbrio da ligação de cálcio à parede celular de batata. O modelo *egg box* da ligação do cálcio aos poligalacturonatos envolve equilíbrio positivo; todavia, o alto nível de esterificação de poliuronídeos em muitas paredes celulares pode ser responsável pela formação de extensivas zonas de ligação de *egg box*.

Em tecidos de planta o cálcio encontra-se normalmente na parede celular formando ligações entre resíduos de ácido galacturônico, o que é responsável pela união de cadeias pécticas adjacentes. O complexo cálcio-pectina atua como um cimento fornecendo firmeza ao tecido. A presença de cálcio em adição à insolubilidade do material péctico inibe a degradação dos tecidos pela poligalacturonase (Burns e Pressey 1987). Durante o processo normal de maturação dos frutos os cátions de cálcio são translocados para as zonas de crescimento da planta (Marchiner 1978). Isto tem sido associado à solubilização de material péctico da lamela média, causando o amolecimento do fruto (Fils-Lycaon e Buret 1990). Entretanto, neste experimento, verificou-se

que o conteúdo de cálcio ligado a parede celular durante o amadurecimento permaneceu praticamente inalterado (Tabela 2). Isto pode explicar, em parte, a inatividade da poligalacturonase em melão já comentada anteriormente. Por outro lado, percebeu-se uma redução bastante acentuada nos níveis de cálcio total durante a maturação do fruto (Tabela 2), notadamente entre os estádios de maturação I e II, onde a redução foi de 41%. O comportamento relativamente constante do teor de cálcio aderido à parede celular durante a maturação reflete aquele reportado por Lester e Dunlap (1985) em estudo sobre as mudanças fisiológicas durante o desenvolvimento e amadurecimento de melão 'Perlita'.

Os resultados deste estudo não eliminam a hipótese de que a perda de firmeza do melão durante a maturação esteja diretamente associada com a concentração de cálcio ligado à parede celular. Durante o processo de homogeneização do tecido utilizado para o isolamento da parede celular há a possibilidade da complexação do cálcio por agentes quelantes tais como EDTA e , conseqüentemente, o teor de cálcio ligado na parede celular após o isolamento não refletir aquele do tecido original. Porém, a redução no teor de cálcio ligado durante a maturação já foi observada em tomate (Rigney e Wills 1981; Suwwan e Poovaiah 1978) por metodologia semelhante. Neste sentido, sugere-se que pesquisas futuras sejam desenvolvidas no sentido de se fracionar as avaliações de cálcio (cálcio solúvel e cálcio insolúvel), além de se investigar também as diferentes proporções de pectina de alta metoxilação, baixa metoxilação e protopectina.

4.3.3 Esterificação das substâncias pécticas

O grau de esterificação [100 - AGNE (ácidos galacturônicos não esterificados)] ou o conteúdo de metil ésteres é importante parâmetro utilizado para a caracterização de pectinas.

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram pouca variação para o grau de esterificação (% de esterificação) da fração de substâncias pécticas durante o processo de amadurecimento. Em geral, as substâncias pécticas apresentaram grau de esterificação em torno de 24 %. Estes resultados sugerem que a atuação da pectinametilsterase durante o amadurecimento tem pouco significado para as mudanças que ocorrem na firmeza da polpa do fruto. A atividade da pectinametilsterase, que catalisa a desesterificação de poliuronídeos está presente durante o desenvolvimento e amolecimento de frutos e, freqüentemente, não mostra correlação com o processo de amolecimento (Ahmed e Labavitch, 1980). Os dados sugerem também que os grupos metil ésteres foram pouco afetados pela extração com EDTA 0,5 %.

As propriedades de ligação de cátions as pectinas e seus fragmentos oligoméricos têm sido assunto de numerosas avaliações experimentais usando diferentes técnicas. Os resultados do comportamento do teor de cálcio ligado apresentados sugerem que existe uma ligeira associação entre esta variável e o grau de esterificação das substâncias pécticas. Apesar disso, outros fatores como, grau de densidade de cargas do polímero, grau de polimerização das cadeias pécticas (dp) precisam ser investigados para um melhor entendimento da ligação do cálcio à parede celular (Garnier, Axelos e Thibault 1994).

Tem sido sugerido que, pelo menos, dois grupos carboxilas livres adjacentes são necessários para ocorrer a ação da poligalacturonase. Esta característica para a desesterificação sugere que a hidrólise de pectina em tecidos de plantas pode ser controlada pela pectinametilesterase. Entretanto, não há evidências fortes de que a pectinametilesterase seja o fator controlador do amolecimento de frutos.

A pequena variação registrada no grau de esterificação é concordante com o comportamento do teor de cálcio ligado na parede celular da polpa do fruto. Em geral, poliuronídeos com elevado grau de esterificação podem formar apenas poucas ligações com cálcio e os complexos são móveis. Quando as moléculas são desesterificadas podem originar grupos carregados negativamente que se repelem entre si causando solubilização dos complexos. Poliuronídeos com baixo grau de esterificação formam elevado número de ligações com cálcio, dando origem a complexos estáveis, entretanto, quando desesterificados são fortemente afetados.

O mecanismo controlador da desesterificação de poliuronídeos durante o amadurecimento de frutos e hortaliças ainda não é claro e, especificamente, em melão, não existem informações na literatura acerca do seu estudo. De Vries et al. (1983b) sugeriram distribuição irregular dos grupos metoxil em poliuronídeos de maçã. Eles optaram por um modelo no qual as moléculas de ramnogalacturonanas eram formadas por homogalacturonanas (regiões lisas) e heterogalacturonanas (regiões pilosas) (de Vries et al. 1981, 1982, 1983a). O grau de esterificação das regiões heterogalacturonanas foi quase 100 %, enquanto que as regiões homogalacturonanas (representando mais de 90 % dos resíduos galacturonatos) apresentavam esterificação de, aproximadamente, 70 %.

Nwanekezi et al. (1994) estudaram a caracterização de substâncias pécticas em diferentes frutos tropicais e chegaram a conclusão de que existia dois tipos de pectina - uma que apresentava grau de esterificação entre 60 -75 % e outra entre 20-45 % de esterificação. Baseado nesta

classificação, as substâncias pécticas do melão isoladas neste estudo podem ser classificadas como sendo de baixo grau de esterificação, a exemplo das pectinas de frutos tais como *Clysophyllum aldidium*, 8,68 %; caju (*Anacardium occidentale L.*), 25,93 %; laranja (*Citrus sinensis*), 36,37 %; goiaba (*Psidium guajava*), 40,26 %; banana (*Musa sapientum*), 46,68 % e abacate (*Avocado avocado*), 46,60 %.

O comportamento relativamente constante do grau de esterificação das substâncias pécticas constatado neste estudo, difere daquele reportado por El-zoghbi (1994) estudando as mudanças bioquímicas de alguns frutos tropicais durante o amadurecimento. Nesse trabalho, o amadurecimento de manga var. Zebda e var. Baladi, goiaba, tâmara e morango foi acompanhado de redução no grau de esterificação. Entretanto, no estudo conduzido por El-zoghbi (1994) e em muitos outros (por exemplo, Lurie et al. 1994; Batisse et al, 1994), o grau de esterificação foi determinado no material de parede celular (resíduo insolúvel em álcool), sendo que nesta pesquisa, utilizou-se a fração de substâncias pécticas (FSP, solúvel em EDTA 0,5 %), o que parece mais indicado para a avaliação da esterificação. O grau de esterificação de substâncias pécticas de tomate solúveis em EDTA mostrou-se ligeiramente inferior aquele obtido a partir do resíduo insolúvel em álcool (Fischer, Arrigoni e Amado 1994 e Fischer e Amado 1994). Estes autores também não verificaram mudanças significativas no grau de esterificação durante o desenvolvimento e amadurecimento.

O papel do grau de esterificação durante o amadurecimento de frutos e hortaliças tem sido freqüentemente questionado, pois ainda não está claro se o aumento ou diminuição pode explicar o amolecimento e a solubilização de pectinas. Alto nível de metil esterificação enfraquece as ligações iônicas dos polímeros pécticos com ligações de ions de cálcio divalente reduzindo a coesão das pectinas da lamela média. Knee (1978) observou aumento no grau de esterificação da pectina solúvel em água sem qualquer mudança na esterificação das substâncias pécticas da parede celular como um todo. Ele sugeriu que durante o amadurecimento uma nova pectina altamente esterificada é trocada pela pectina original da lamela média, que é degradada durante o processo.

Os valores do grau de esterificação encontrados neste trabalho são relativamente baixos. Isto pode, em parte, favorecer a ligação dos ions de cálcio divalente de acordo com o modelo *egg box* discutido anteriormente, e, conseqüentemente, a estrutura da parede celular torna-se mais estável durante o amadurecimento. Além disso, conforme Markovie e Kohn (1984), nas substâncias pécticas com grau de esterificação superior a 40 %, o cálcio intramolecular ligado

eletrostaticamente, apresenta distribuição aleatória, enquanto que em substâncias pécnicas com grau de esterificação inferior a 40 %, a ligação eletrostática do cálcio muda para uma forma mais forte de ligação quelante. Estes autores tentam explicar a relação entre cálcio ligado e o grau de esterificação das pectinas, acrescentando que o coeficiente de atividade do cálcio é uma função complexa da densidade linear de cargas, isto é, da distância média entre dois grupos carboxílicos livres vizinhos.

4.3.4 Distribuição da massa molecular dos poliuronídeos durante a maturação

O modelo de distribuição das massas moleculares dos poliuronídeos obtidos da fração de substâncias pécnicas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP) durante o amadurecimento do fruto praticamente não mostrou variação em função do estágio de maturação (dados não apresentados em função da constância no tamanho molecular do polímero). Os poliuronídeos foram fracionados por cromatografia de filtração em gel (coluna de Sephacryl S-200 -Pharmacia LKB, eluída com tampão acetato-EDTA 50 mM acetato de sódio trihidratado, EDTA 20 mM, pH, 6,0 contendo NaCl 10 mM). Os poliuronídeos foram eluídos próximo ao volume vazio (2000 kDa;) e apenas uma quantidade bastante reduzida foi eluída em frações posteriores. Apenas os estádios de maturação IV (fruto com pedúnculo totalmente rachado) e V (fruto sem pedúnculo) mostraram leve tendência de despolimerização dos poliuronídeos. Este comportamento assemelha-se aquele obtido por McCollum, Huber e Cantliffe (1989) e suporta as evidências de que o processo de amolecimento do melão durante a maturação pode está relacionado com a clivagem de ligações entre hemiceluloses e pectina e não com a atividade da poligalacturonase e da pectinametilesterase como ocorre na maioria dos frutos.

O amolecimento durante a maturação pode também, em parte, ser atribuído à atividade de β -galactosidases como verificado por Ranwala, Suematsu e Masuda (1992). Estes autores registraram redução no tamanho molecular dos polímeros pécnicos durante o amadurecimento de melão 'Prince' após incubação da fração solúvel em EDTA com β -galactosidases purificadas por dois dias a 30°C. É importante salientar que a metodologia de extração dos polímeros pécnicos adotada neste trabalho foi semelhante àquela utilizada por Ranwala, Suematsu e Masuda (1992). É importante que pesquisas posteriores verifiquem o comportamento dos poliuronídeos através do fracionamento em outro tipo de coluna (por exemplo, S-300 ou S-400).

Estes resultados são concordantes com aqueles obtidos em morango por Huber (1984) que verificou apenas ligeira degradação de substâncias pécicas durante o amadurecimento, sem, no entanto, detectar atividade de poligalacturonase.

4.3.5 Composição em açúcares neutros da fração hemicelulósica

Os principais açúcares neutros encontrados na fração hemicelulósica solúvel em KOH 24 % foram xilose, glicose e galactose, nesta ordem; a fucose representou o teor mais baixo (Tabela 3). Os níveis relativamente elevados de xilose, galactose e glicose na parede celular do melão tipo Gália, já haviam sido descobertos por McCollum, Huber e Cantliffe (1989), entretanto, naquela pesquisa os autores encontraram valores inferiores, o que pode ser perfeitamente justificado pelo fato de que nesta pesquisa os valores são expressos em relação à fração hemicelulósica purificada. Além disso, utilizou-se material genético diferente. As principais alterações que podem auxiliar na interpretação do processo de amolecimento do fruto durante o armazenamento foram as reduções nos teores de ramnose, arabinose e glicose. Houve também redução nos teores de xilose e galactose, principalmente entre os estádios de maturação I - II e II - III, respectivamente. Houve também acúmulo de manose a partir do estágio III. Isto assemelha-se aos resultados publicados por Simandjuntak, Barrett e Wrolstad (1996 a) os quais registraram redução nos teores de ramnose, arabinose, manose e galactose durante a maturação de melão 'Honey Dew' e cantaloupe.

O principal açúcar neutro presente na fração hemicelulósica foi a xilose. Isto assemelha-se aos resultados obtidos por Redgwell e Turner (1986). Estes autores verificaram que a xilose é o componente predominante na fração hemicelulósica do pericarpo de *Solanum muricatum* L. cv. El Camino.

Tabela 3. Composição em açúcares neutros da fração hemicelulósica (FHEM solúvel em KOH 24%) extraída da parede celular de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em diferentes estádios de maturação. Os dados representam valores médios de análises em triplicata utilizando-se um cromatógrafo a gás equipado com coluna capilar OV-DB 225. Rha, ramnose, Fuc, fucose, Ara, arabinose, Xil, xilose, Man, manose, Gal, galactose e Gli, glicose.

Estádio de Maturação	$\mu\text{mol (100 mg de FHEM)}^{-1}$						
	Rha	Fuc	Ara	Xil	Man	Gal	Gli
I	7,34	2,11	28,94	240,18	13,04	55,35	103,20
II	9,57	1,99	21,57	191,58	19,86	65,57	144,33
III	6,48	2,25	10,43	201,19	65,99	28,44	63,05
IV	6,15	1,93	9,90	189,12	54,77	23,88	58,37
V	3,67	0,59	9,91	200,03	29,77	47,19	81,73

*: I- frutos verde-intenso com pedúnculo totalmente preso; II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III- fruto com pedúnculo em início de abscisão; IV- fruto com pedúnculo totalmente rachado, e V- fruto sem pedúnculo. As abreviações são idênticas aquelas da tabela anterior.

4.4 CONCLUSÕES

As principais mudanças que explicam o processo de amolecimento do fruto foram: redução nos teores de ácido galacturônico e açúcares neutros (ramnose, arabinose e glicose) das frações de substâncias pécticas solúveis em EDTA 0,5% e hemicelulose solúvel em KOH 24%, respectivamente. Além dessas alterações, verificou-se também redução no teor de celulose.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; TAKEDA, F. Increased cellulase activity during blackberry fruit ripening. **HortScience**, Alexandria, v.24, n.5, p.851, 1989.
- AHMED, A. E.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit. **Plant Physiology**, Washington, v.65, p.1009-1113, 1980.
- ALBERSHEIM, P.; NEVINS, D.J.; EMGLISH, P.A.; KARR, A. A method for the analysis of sugar in plant cell-wall polysaccharides by gas-liquid chromatography. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v.5, p. 340-345, 1967.
- ALI, Z.M.; ARMUGAM, S.; LAZAN, H. β -galactosidase and its significance in ripening mango fruit. **Phytochemistry**, Elmsford, v.38., n.5, p.1109-1114, 1995.
- BATISSE, C.; FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Pectin changes in ripening cherry fruit. **Journal of Food Science**, Chicago, v.59, n.2, p.389-393, 1994.
- BAYDOUN, E.A.H.; BRETT, C.T. The effect of pH on the binding of calcium to pea epicotyl cell walls and its implications for the control of cell wall. **Journal Experimental Botany**, London, v.35, p.1820-1831, 1984.
- BIANCO, V. V.; PRATT, H. K. Composition changes in muskmelon during development and in response to ethylene treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, n.2, p.127-133, 1977.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v.54, p.484-489, 1973.
- BURNS, J.K.; PRESSEY, R. Ca^{2+} in cell walls of ripening tomato and peach. **Journal of American society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.5, p.783-787, 1987.
- BUSH, D.S.; McCOLL, J.G. Mass-action expressions of ion exchange applied to Ca^{2+} , H^+ , K^+ , and Mg^+ sorption of isolated cell walls of leaves from *Brassica oleracea*. **Plant Physiology**, Washington, v.85, p.247-260, 1987.

- CUTILLAS-ITURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E.P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of polygalacturonase activity. **Physiologia Plantarum**, Denmark, v, 89, p.369-373, 1993.
- de VRIES, J.A ROMBOUTS, F.M.; VORAGEN, A.G.J.; PILNIK, W. Extraction and purification of pectins from alcohol insoluble solids from ripe and unripe apple. **Carbohydrate polymers**, London, v.2, p.25-33, 1981.
- de VRIES, J.A.; ROMBOUTS, F.M.; VORAGEN, A.G.J.; PILNIK, W. Distribution of methoxyl groups in apple pectic substances. **Carbohydrate polymers**, London, v.3, p.245-258, 1983b.
- de VRIES, J.A.; ROMBOUTS, F.M.; den UIGL, C.H.; VORAGEN, A.G.J.; PILNIK, W. Structural features of the neutral sugar chains of apple pectic substances. **Carbohydrate polymers**, London, v.3, p.193-205, 1983a.
- de VRIES, J.A.; ROMBOUTS, F.M.; VORAGEN, A.G.J.; PILNIK, W. Enzymatic degradation of apple pectins. **Carbohydrate polymers**, London, v.2, p.25-33, 1982.
- EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**, London, v.49, p.33-37, 1994.
- FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Loss of firmness and changes in pectic fractions during ripening and overripening of sweet cherry. **Hortscience**, Alexandria, v.25, n.7, p.777-778, 1990.
- FISCHER, M.; ARRIGONI, E.; AMADO, R. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 2: Analysis of the pectic fractions. **Carbohydrate Polymers**, London, v.25, p.167-175, 1994.
- FISCHER, M.; AMADO, R. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 1: Analysis of the alcohol-insoluble residue. **Carbohydrate Polymers**, London, v.25, p.161-166, 1994.
- FISCHER, R.L.; BENNET, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.675-703, 1991.
- FRY, S.C. Polysaccharide-modifying enzymes in the plant cell wall. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. Palo Alto, v.46, p.497-520, 1995.
- GARNIER, C.; AXELOS, M.A.V.; THIBAUT, J. Selectivity and cooperativity in the binding of calcium ions by pectins. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v.256, p.71-81, 1994.
- HINTON, D.M.; PRESSEY, R. Glucanases in fruits and vegetables. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.105, n.4, p.499-502, 1980.

- HUBER, D.J. Strawberry fruit softening: the potential roles of polyuronides and hemicelluloses. **Journal Food Science**, Chicago, v.49, p.1310-1315, 1984.
- JONES, J.B.; ISAAC, R.A. Comparative elemental analysis of plant tissue by spark emission and atomic absorption spectroscopy. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, p.393-394, 1969.
- KIM, J.; CARPITA, N. C. Changes in esterification of the uronic acid groups of cell wall polysaccharides during elongation of maize coleoptiles. **Plant Physiology**, Washington, v.98, n. 646-653, 1992.
- KNEE, M; PAULL, R E.; ARIE, R.B.; HAWKER, J.S. Enzymes in fruits. In: FOX, P.F. **Food Enzymology**, New York: Elsevier Applied Science, 1991. p.545-598.
- KNEE, M. ; SARGENT, J. A.; OSBORNE D. J. Cell wall metabolism in developing strawberry fruits. **Journal Experimental Botany**, London, v.28, p.377-396, 1977.
- lan De VEAU, E.J.; GROSS, K.C.; HUBER, D.J.; WATADA, A.E. Degradation and solubilization of pectin β -galactosidases purified of avocado mesocarp. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.87, p.279-285, 1993.
- LESTER, G.E.; DUNLAP, J.R. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelons fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.26, p.323-331, 1985.
- LURIE, S.; LEVIN, A.; GREVE, L.C.; LABAVITCH, J. Pectic polymer changes in nectarines during normal and abnormal ripening. **Phytochemistry**, Elmsford, v.36, n.1, p.11-17, 1994.
- MANESS, N.O.; RYAN, J.D.; MORT, A.J. Determination of the degree of methyl esterification of pectins in small samples by selective reduction of esterified galacturonic acid to galactose. **Analytical Biochemistry**, New York, v.185, n.2, p.346-352, 1990.
- MARKOVIE, O.; KOHN, R. Mode of pectin deesterification by *Trichoderma reesei* pectinesterase. **Experientia**, Basel, v.40, p.842-843, 1984.
- MARSCHNER, H. "Ernährungs- und ertragsphysiologische aspekte der pflanzenernährung", **Angew Botanik**, Göttingen, v.63, p.71-87, 1978.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.76, p.303-309, 1989.
- McCREAD, P.M.; McCOOMB, E.A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1888, 1952.
- McMURCHIE, E. J. ; McGLASSON, W. B.; GAKS, I. L. Treatment of fruits with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. **Nature**, London, v.237, p.235-236, 1972.

- MITCHAM, E.J.; McDONALD, R.E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.6, p.919-924, 1992.
- NWANEKEZI, E.C.; ALAWUBA, O.C.G.; MKPOLULU, C.C.M. Characterization of pectic substances from selected tropical fruits. **Journal Food Science and Technology**, Mysore, v.31, n.2, p.159-161, 1994.
- POOVAIAH, B.W.; NUKAYA, A. Polygalacturonase and cellulase enzymes in the rutgers and mutant rin tomato fruits and their relationship to the respiratory climateric. **Plant Physiology**, Washington, v.64, p.534-537, 1979.
- PRATT, H. K. ; GOESCHL, J. D.; MARTIN, F. W. Fruit growth and development, ripening, and the role of ethylene in the 'Honey Dew' muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v.102, n.2, p. 203-210, 1977.
- RAHMAN, S.M.M; MOSIHUZZAMAN, M.; WESTERLUND, E. Free sugars and dietary fibre in some fruits of Bangladesh. **Food Chemistry**, London, v.42, p.19-28, 1991.
- RANWALA, A.P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidases in the modification of cell wall componentes during muskmelon ripening. **Plant Physiology**, Washington, v.100, p.1318-1325, 1992.
- REDGWELL, R.J.; TURNER, N.A. Pepino (*Solanum muricatum*): Chemical composition of ripe fruit. **Journal Science Food agricultural**, London, v.37, p. 1217-1222, 1986.
- RICARDO, C.P.P. Aspectos da fisiologia do cálcio nas plantas. **Garcia de Orta**, Lisboa, n.10, n.1-2, p.65-76, 1883.
- RIGNEY, C.J.; WILLS, R.B.H. Calcium movement, a regulating factor in the initiation of tomato fruit ripening. **Hortscience**, Alexandria, v.16, n.4, p.550, 551, 1981.
- SENTENAC, H.; GRIGNON, C. A model for predicting ionic equilibrium concentrations in cell walls. **Plant Physiology**, Washington, v.68, p.615-618, 1981.
- SIMANDJUNTAK, V.; BARRETT, D.M.; WROLSTAD, R.E. Cultivar and maturity effects on muskmelon (*Cucumis melo*) color, texture and cell wall polysaccharide composition. **Journal of the Science and Food Agricultural**, London, v.71, p.282-290, 1996.
- SIMANDJUNTAK, V.; BARRETT, D.M.; WROLSTAD, R.E. Cultivar and maturity effects on muskmelon (*Cucumis melo*) color, texture and cell wall polysaccharide composition. **Journal of the Science and Food Agricultural**, London, v.71, p.291-296, 1996.
- SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of foods carbohydrates**, London: Elsevier Applied Science, 1991, 232p.

**5 QUALIDADE DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE O
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

RESUMO

QUALIDADE DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Com o propósito de avaliar a qualidade pós-colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado sob refrigeração ($7^{\circ}\text{C} \pm 1$, UR: $88\% \pm 3$) instalou-se experimento em Lavras - MG com frutos provenientes do Pólo Agrícola Mossoró-Assu - RN. Os frutos foram colhidos após 15:00 h no estágio de maturação II (ver capítulo 3). Imediatamente após a colheita e seleção (frutos com boas características externas de qualidade) os melões foram tratados com prochloraz, $300 \mu\text{L.L}^{-1}$ do produto comercial - sportak (3 minutos a temperatura de 25°C), secos ao ar, embalados e transportados para Lavras-MG, onde foram armazenados a temperatura de $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR de $88 \pm 3\%$. Montou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado, composto de 8 tratamentos (8 tempos de armazenamento: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias), com 8 repetições por tratamento. Os resultados revelaram aumento regular na perda de peso durante o período experimental e perda de firmeza da polpa, entretanto, não houve paralelismo bem definido entre o amolecimento do fruto e o aumento de pectina solúvel. Não houve efeito do período de armazenamento no pH, concordante com a estabilização da acidez total titulável. Os teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e açúcares não-redutores apresentaram redução durante o armazenamento, entretanto, o teor de açúcares redutores manteve-se constante. Houve redução no teor de vitamina C total e clorofila total. A aparência interna limitou o tempo de vida útil pós-colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 em 26 dias (1 dia da colheita até o armazenamento + 25 dias de armazenamento) quando mantido sob refrigeração (temperatura de $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $88 \pm 3\%$).

SUMMARY

QUALITY OF 'GALIA' MELONS DURING REFRIGERATED STORAGE

The purpose of this research was to examine the postharvest quality of 'Galia' melon fruit, hybrid Nun 1380, at refrigerated storage ($7^{\circ}\text{C}\pm 1$, RH $88\% \pm 3$). Experiment was carried out in Lavras - MG with fruits from Pólo Agrícola Mossoró-Assu - RN. Fruits were harvested at maturation stage II after 15:00 h. Immediately after harvesting and selection (fruits presenting good external characteristics of quality) the fruits were treated with anti-fungic ($300 \mu\text{L.L}^{-1}$ sportak for 3 minutes at 25°C), dried air, packaged and transported to Lavras - MG where were stored. The experiment was carried out in design randomized with eight treatments (eight storage times: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 days). The results of this study showed regular increasing of weight loss and loss of flesh firmness during experiment, but found to have no association between softening fruit and increasing soluble pectin. The pH and titratable acidity did not change during storage. The soluble solids contents, total sugars and non-reducing sugars decreased significantly ($p < 0,05$) during storage, but reducing sugars content was not affected by storage time. The contents of total vitamin C and total chlorophyll decreased during storage. The analysis of internal appearance showed that the 'Galia' melon fruit presented 26 days of shelf storage - 25 days of storage ($7^{\circ}\text{C}\pm 1$, RH $88\% \pm 3$) plus one day prior to storage.

5.1 INTRODUÇÃO

A exportação de melão do Brasil expandiu-se rapidamente nos últimos anos, tendo nos países da Comunidade Econômica Européia, seu principal mercado. Devido a grande distância desse mercado, o país só tem conseguido exportar melão que apresenta vida útil pós-colheita capaz de resistir ao transporte marítimo, como é o caso do melão amarelo (*Cucumis melo* L. var. *Inodorus*). A exportação de melões “nobres” é limitada em função da vida útil pós-colheita relativamente curta. Esta característica exige que os exportadores utilizem o frete aéreo, que é caro e assim, reduz acentuadamente a margem de lucro.

Sob as técnicas normais de manuseio comercial, a perda de qualidade dos melões “nobres” ocorre normalmente dentro de, apenas, duas semanas (Ryall e Lipton 1979), ao passo que os melões *inodorus* apresentam vida de armazenamento média de três a quatro semanas, podendo entender-se a até cinco ou seis semanas, dependendo da cultivar. Os principais problemas encontrados no prolongamento da vida útil pós-colheita dos melões nobres são a rápida velocidade de respiração e senescência quando mantidos em temperaturas acima de 5°C e a susceptibilidade à injúria pelo frio abaixo de 5°C (Edwards e Blennerhassett 1994).

O melão Galia é o principal tipo cultivado em Israel tanto para a comercialização no mercado externo quanto para o interno (Aharoni et al. 1990) e na Espanha ele representa 15% do volume de produção e 31% das exportações (Artés et al. 1993). Em ambos, os principais compradores são os países da Comunidade Econômica Européia (Milla 1995).

No Brasil, o melão tipo Galia foi introduzido há, aproximadamente, três anos, a nível experimental, com o objetivo de suprir o mercado europeu, na entressafra dos concorrentes. Este melão é bastante apreciado pelo seu excelente sabor e aroma. A grande desvantagem é a sua vida de armazenamento relativamente curta. Devido a sua alta velocidade de senescência fisiológica, o amolecimento ocorre depois de duas a três semanas mesmo quando mantido em ambiente refrigerado (Aharoni et al. 1990).

Apesar de se tratar de um produto com grande aceitação no mercado europeu e com boa adaptação produtiva no Brasil, até o momento nenhuma empresa do Pólo Agrícola Mossoró-Assu, principal região produtora e exportadora de melão do Brasil, conseguiu exportá-lo por via marítima com qualidade satisfatória.

Testes com atmosfera controlada conduzidos recentemente naquela região indicaram que o melão tipo Galia, híbrido Arava, quando mantido sob atmosfera com 7,5 % de CO₂ e 9 % de O₂ conserva-se bem pelo período de 28 dias. Porém, o alto custo do transporte nestas condições tem inviabilizado o uso da atmosfera controlada no transporte de melões do Rio Grande do Norte para a Europa. Neste sentido, o presente trabalho se propôs a avaliar a qualidade pós-colheita e o potencial de conservação durante o armazenamento refrigerado, do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, produzido no Pólo Agrícola Mossoró-Assu.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Caracterização da área de cultivo e obtenção dos frutos

Os frutos de meloeiro tipo Galia foram provenientes de plantio instalado no Pólo Agrícola Mossoró-Assu - RN, obtidos no primeiro corte (69 dias) e conduzido por irrigação e fertilização controladas. A cultura foi conduzida nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro/1994-95 dentro das mesmas condições climáticas do experimento correspondente ao capítulo 3. A condução, o tipo de solo, a adubação, a fertirrigação, os tratos culturais e os procedimentos de colheita foram idênticos aqueles utilizados para o experimento anterior. No período de condução da cultura registrou-se precipitação pluviométrica de 16 mm (dezembro - uma chuva), 30 mm (janeiro - uma chuva) e 63 mm (fevereiro - três chuvas: 12,5 mm, 37,5 mm e 13 mm).

Neste experimento colheu-se os frutos num único estágio de maturação (estádio de maturação II- frutos verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso).

Imediatamente após a colheita e seleção (frutos com boas características externas de qualidade) os melões foram tratados com Prochloraz, $300 \mu\text{L.L}^{-1}$ do produto comercial - sportak (3 minutos a temperatura de 25°C) e transportados para Lavras-MG (conforme esquema apresentado no capítulo 3), onde foram armazenados em câmara com circulação de ar a $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e UR $88 \pm 3\%$. Testes anteriores a montagem do experimento indicaram que esta temperatura foi efetiva em reduzir a deterioração fisiológica quando comparada com temperaturas entre $8 - 10^{\circ}\text{C}$ e em evitar injúria pelo frio quando comparada com temperatura de 5°C .

5.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (tempos de armazenamento: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias), e 8 repetições. Devido a homogeneidade do material experimental, utilizou-se um fruto por parcela, totalizando 64 frutos (8×8).

5.2.3 Avaliações

O preparo das amostras para as avaliações foi idêntico ao anterior. A cada período de armazenamento os frutos foram submetidos à avaliação de parâmetros subjetivos, físicos e químicos de qualidade, os quais foram determinados em frutos individuais conforme metodologias descritas no Capítulo 3.

5.2.3.1 Aparência externa, aparência interna e injúria pelo frio

Os frutos foram avaliados através de escala subjetiva considerando-se a ausência ou presença dos seguintes defeitos: aparência externa: depressões murcha ou ataque fúngico; aparência interna: colapso interno, sementes soltas e líquido na cavidade das sementes e injúria pelo frio: manchas escuras na superfície do fruto.

A escala subjetiva correspondeu a notas de 0 a 4 de acordo com a severidade dos defeitos, conforme esquema:

Notas	Conceito (Defeitos)	Parte do fruto afetada (%)
0	Ausente	0
1	Leve	1-10 %
2	Moderado	11-30%
3	Severo	31-50%
4	Extremamente severo	Acima de 50%

Considerou-se como fruto inadequado para a comercialização aquele cuja nota apresentou valor igual ou superior a 3 para quaisquer das avaliações.

5.2.3.2 Perda de peso

Foi determinada em percentagem considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem. Como a perda de peso pelo produto durante o armazenamento é principalmente atribuída a perda de umidade (Kader 1992), neste experimento assumiu-se como sendo predominantemente perda de umidade.

5.2. 4 Análise estatística

As análises de variância das características avaliadas foram efetuadas através do *software* SPSSPC (Norusis, 1990).

Utilizou-se três critérios para a escolha da curva mais adequada: (1) O valor de r^2 ajustado; (2) a significância estatística - F do r^2 ; e (3) a significância dos parâmetros da equação testados pelo teste t.

As regressões entre o tempo de armazenamento e as características avaliadas foram efetuadas através do programa Table Curve (Jandel Scientific 1991).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Aparência externa, aparência interna e perda de peso

Verificou-se paralelismo nas avaliações das aparências externa e interna (Figura 1). Os principais fatores responsáveis pela perda da qualidade externa do fruto foram o murchamento e o surgimento de manchas escuras de senescência, acompanhadas de depressões superficiais, que tornaram-se mais aparentes no final do período de armazenamento. Miccolis e Saltveit (1995) também verificaram aumento progressivo de manchas superficiais em melão armazenado a 7°C e umidade relativa próxima a 90%.

Na avaliação da aparência interna verifica-se que o fruto apresenta baixa taxa de degradação nas características internas (colapso interno, sementes soltas e líquido na cavidade) até os 26 dias pós-colheita (1 dia em condições ambiente + 25 dias em ambiente refrigerado). Considerando-se que os frutos com nota ≥ 3 estavam indesejáveis para o consumo, vê-se claramente que a aparência interna limitou o tempo de vida útil pós-colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em 26 dias (1 dia da colheita até o armazenamento + 25 dias de armazenamento) quando mantido sob refrigeração (temperatura de $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR $88 \pm 3\%$). Estes dados são extremamente úteis na estimativa do limite de tempo de comercialização para o produto.

O tempo de vida útil pós-colheita, superior a 25 dias, é suficiente para a comercialização do melão visando o mercado europeu. Em geral, a vida útil pós-colheita necessária para o melão ser comercializado em boas condições na Europa, segundo informações dos exportadores do Pólo Agrícola Mossoró-Assu, deve ser superior a 25 dias (7 dias em câmara fria/ *container* durante a permanência na fazenda, transporte para o porto e carregamento; 11 dias para o transporte marítimo e 7 dias para o desembarque e distribuição para os supermercados). Assim, a vida útil pós-colheita para o melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, verificada neste trabalho amplia a possibilidade de exportação de melões “nobres” para mercados potencialmente lucrativos como a Comunidade Econômica Européia.

Apesar da alta susceptibilidade do melão tipo Galia às infecções fúngicas durante o armazenamento (Teitel et al. 1991), neste experimento não observou-se qualquer contaminação com aparência macroscópica, nem na superfície do fruto, nem próximo ao

pedúnculo, até 35 dias de armazenamento. Isto mostra a efetividade do Prochloraz no controle de microrganismos fitopatogênicos em melão tipo Galia. Estas observações são consistentes com os dados publicados por Wade (1983), constatando que o Prochloraz foi o fungicida mais efetivo para o tratamento pós-colheita do melão 'Goldpak'. Também, não se registrou qualquer sintoma de injúria pelo frio até o final do período de armazenamento, confirmando os testes feitos antes da montagem do experimento definitivo.

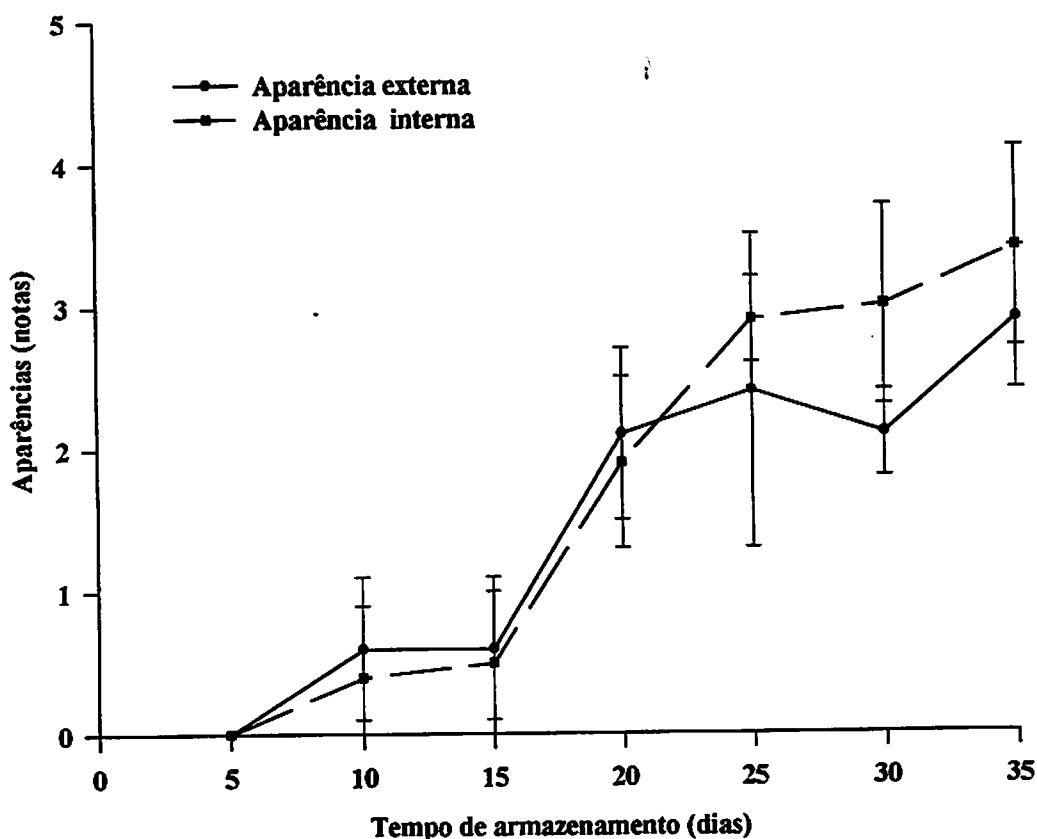


Figura 1. Aparência externa (escala: 0-4) e interna (escala: 0-4) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

O melão tipo Galia é também bastante susceptível à deterioração fisiológica (Aharoni, Copel e Falik 1993) mesmo quando mantido sob refrigeração. Neste estudo, entretanto, o fruto demonstrou baixa velocidade de senescência fisiológica, permanecendo

por 25 dias sem apresentar injúrias que o tornasse incomercializável. Isto representa avanço em relação ao limite reportado por Aharoni, Copel e Falik (1993).

A vida útil pós-colheita dos melões reticulados é inferior a 14 dias dependendo da cultivar e do estágio de maturação por ocasião da colheita (Ryall e Lipton 1979). Oliveira (1992) reportou vida útil pós-colheita para o melão tipo Galia, híbrido Arava, cultivado no Pólo Agrícola Mossoró-Assu-RN, de 21 dias quando colhido no estágio de maturação comercial e mantido sob refrigeração (8 °C e UR de 85 ±5%).

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) do período de armazenamento sobre a perda de peso. Verificou-se aumento na perda de peso durante o período experimental (Figura 2). Esta pode ser atribuída, principalmente, à perda de umidade e de material de reserva pela evapotranspiração e respiração, respectivamente. A perda de peso atingiu os valores médios de 6,60 % (66 kg/tonelada) e 6,65% (66,5 kg/tonelada) aos 30 e 35 dias de armazenamento, respectivamente. A perda de peso do melão durante o armazenamento pode representar sério prejuízo econômico, pois, normalmente o fruto é vendido por unidade de peso. A pré-disposição dos melões reticulados ao murchamento já foi verificada por Lester e Bruton (1986).

5.3.2 Firmeza da polpa, pectina total e pectina solúvel

Registrou-se efeito significativo ($p < 0,05$) do tempo de armazenamento na firmeza da polpa, pectina total e solúvel (Figuras 3, 4 e 5).

A firmeza da polpa decresceu com o período de armazenamento (Figura 3), entretanto, não houve paralelismo bem definido entre o amolecimento do fruto e o aumento de pectina solúvel (Figura 4).

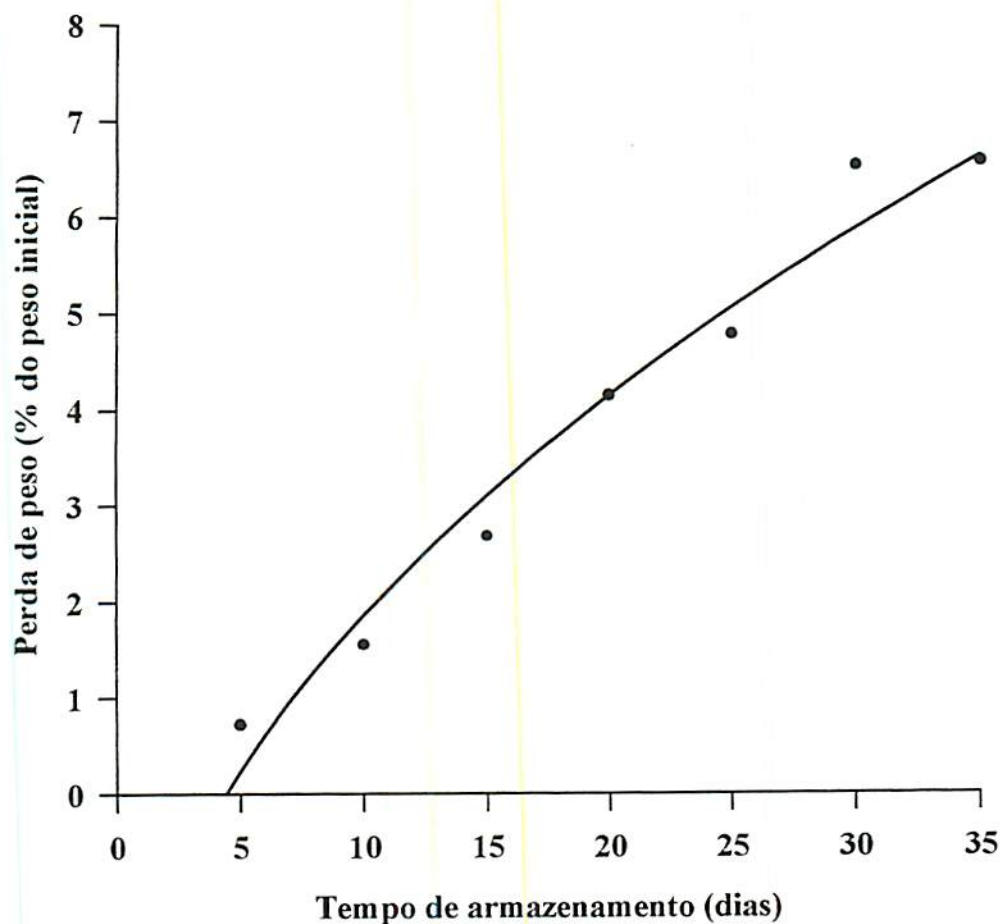


Figura 2. Perda de peso (% em relação ao peso inicial) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Estes resultados indicam que a perda de firmeza do mesocarpo do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, durante o armazenamento não pode ser atribuída somente à despolimerização e solubilização de protopectina, como sugere Bleinroth (1994).

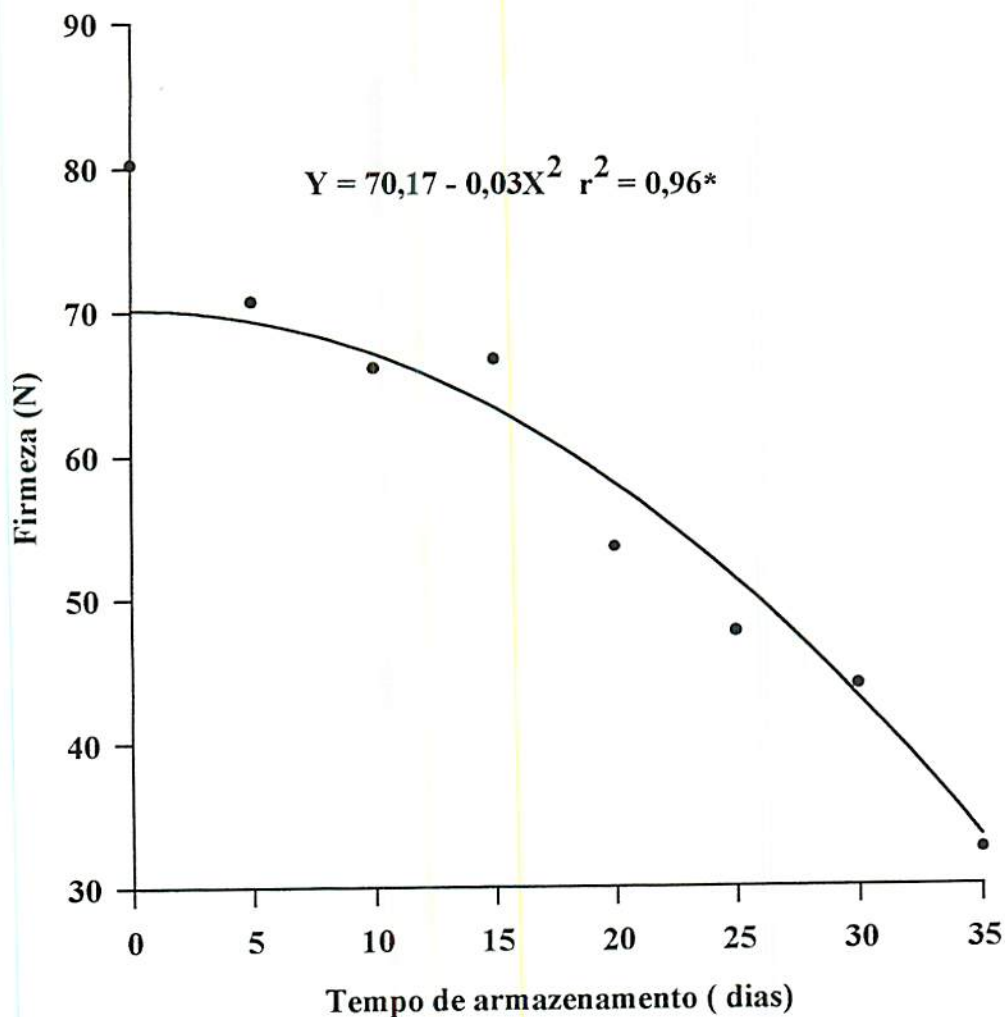


Figura 3. Firmeza da polpa (N) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\% \pm 3\%$.

O amolecimento pode estar relacionado também com a perda de integridade de membranas das células mesocárpicas hipodermiais (Lester e Stein 1993) que tem sido atribuída à atividade da lipoxigenase (EC 1.13.11.12) a qual altera as membranas microsossomais (Lester 1990). Outros fatores podem estar envolvidos no amolecimento do melão: rompimento das interações iônicas entre polímeros da parede celular ou atuação

de β -galactosidases (Ranwala, Suematsu e Masuda 1992). A relativa estabilidade das frações pécicas verificada pode ser atribuída a ausência de atividade da poligalacturonase (McCollum, Huber e Cantliffe 1989).

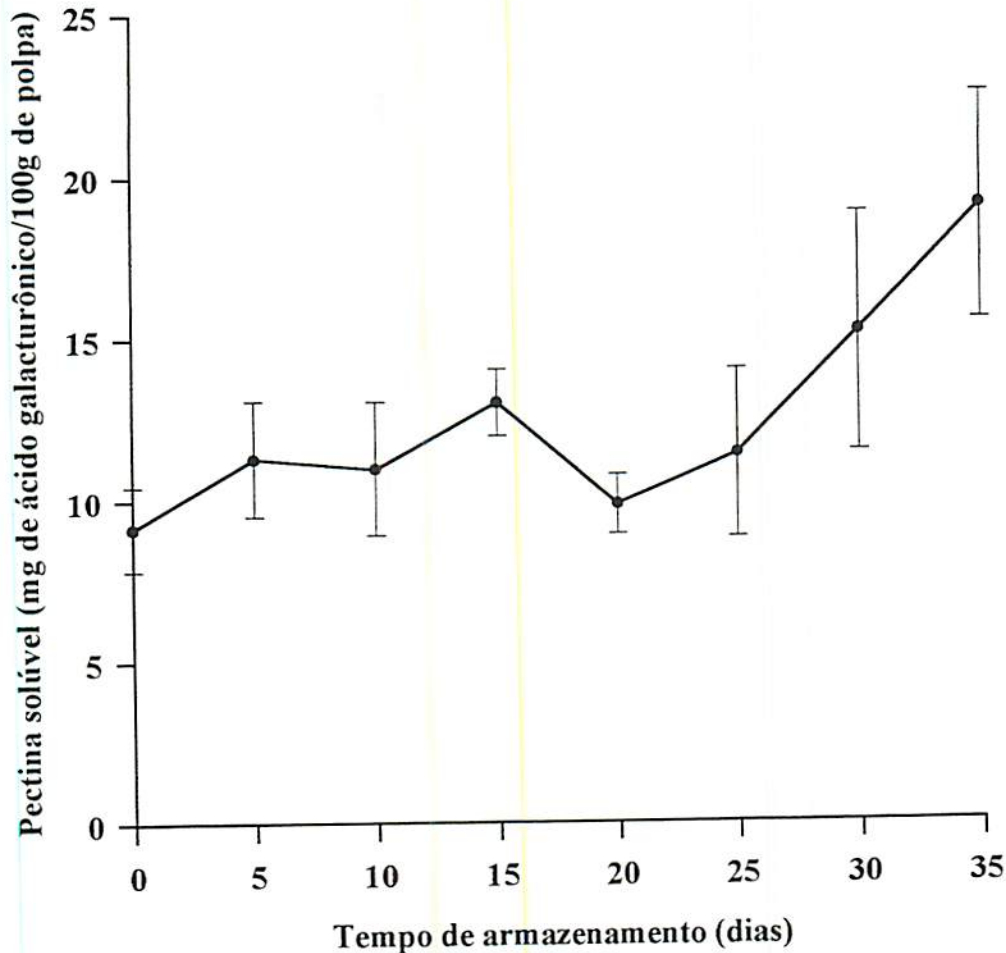


Figura 4. Pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Estes resultados confirmam o amolecimento do melão durante o armazenamento, reportada por Miccolis e Saltveit (1995). Após três semanas de armazenamento, em ambiente refrigerado ($7, 12$ e 15°C ; $\text{UR} \cong 90\%$) as cultivares Honeydew, Amarelo, Juan Canary e Golden Casaba apresentaram redução na firmeza da polpa de 67, 63, 60 e 54%,

respectivamente. Entretanto, as cultivares Paceco e Honey Loupe apresentaram declínio de apenas 40 e 32%, nesta ordem.

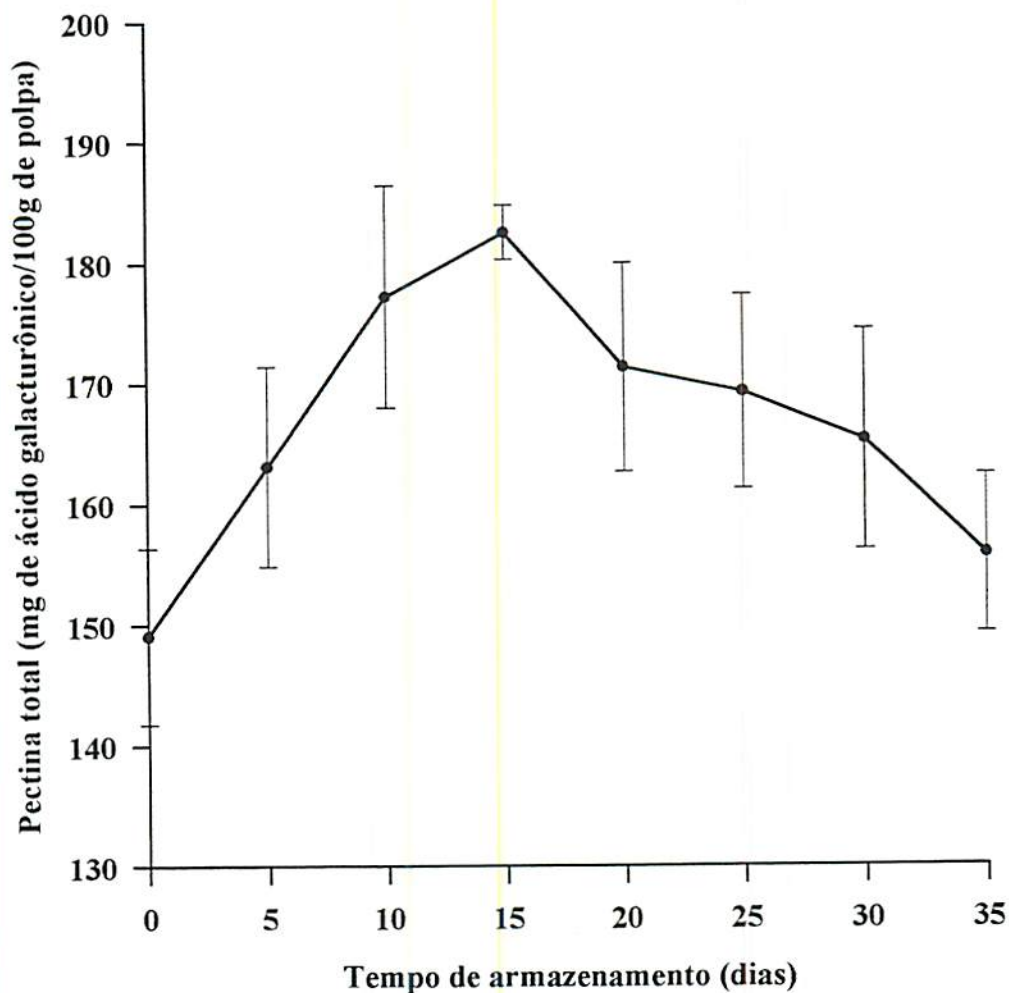


Figura 5. Pectina total (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

5.3.3 pH, ATT, SST e açúcares totais

Não houve efeito significativo do período de armazenamento sobre o pH dos frutos. Isto concorda com a estabilização da acidez total titulável (Figura 6).

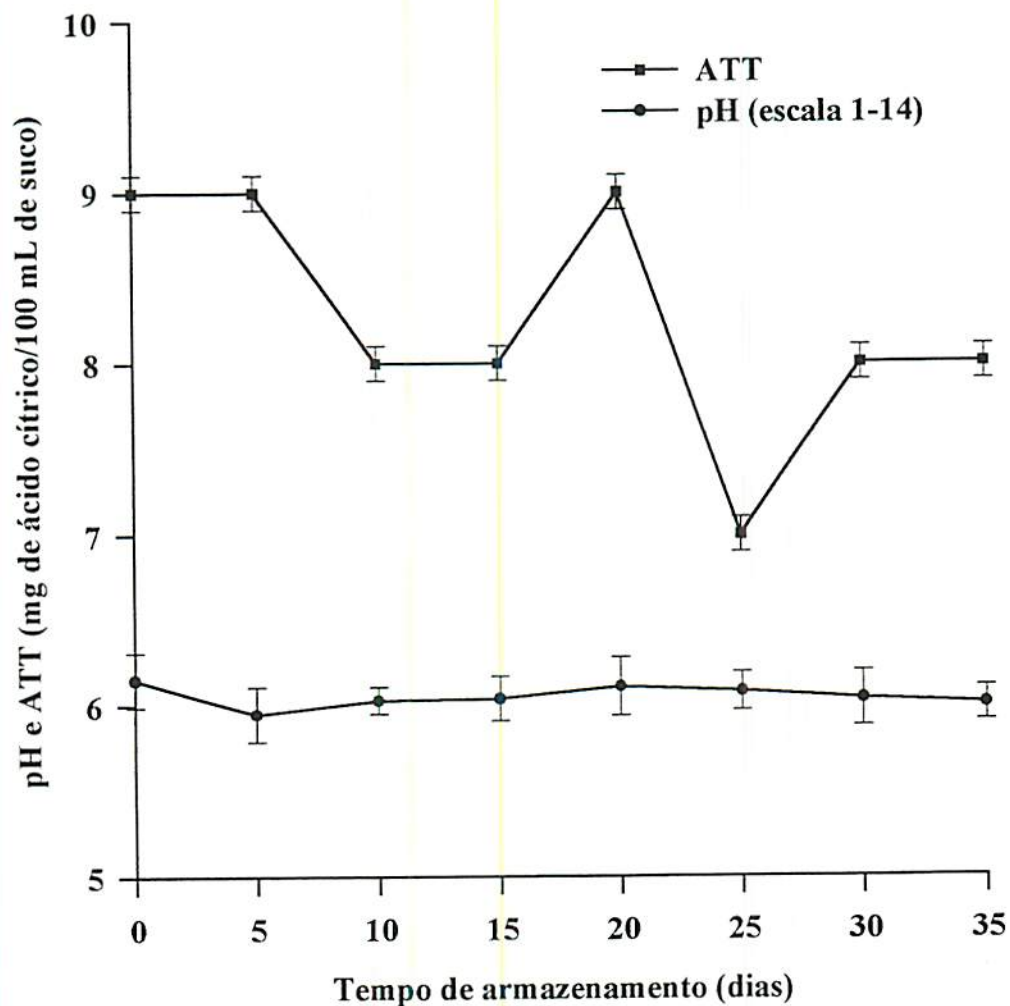


Figura 6. ATT (mg de ácido cítrico/100mL de suco) e pH de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Os teores de sólidos solúveis totais e açúcares solúveis totais apresentaram redução ($p < 0,05$) durante o armazenamento (Figura 7). Isto pode ser atribuído ao consumo de açúcares via mecanismo respiratório.

A composição de açúcares solúveis do melão tem recebido considerável atenção em função da sua importância na determinação da qualidade. Este comportamento assemelha-se àquele verificado por Evensen (1983) e por Shellie e Saltveit (1993) em melões

“nobres”. Ao contrário de frutos climatéricos como banana e maçã que armazenam apreciáveis quantidades de amido para conversão em açúcares durante o armazenamento (Brady 1987), o tecido mesocárpico do melão não contém reserva de amido por ocasião da colheita, justificando esta tendência. O conteúdo de SST revelado neste experimento é inferior àquele observado no experimento anterior. Chuvas ocorridas durante a fase de produção podem ter contribuído para o resultado diferente em relação ao experimento anterior. Outro aspecto que precisa ser considerado diz respeito a metodologia utilizada para a determinação do teor de SST. A nível comercial, esta avaliação é feita retirando-se uma fatia do fruto no sentido longitudinal e forçando manualmente a liberação de algumas gotas do suco da região mais interna da polpa sobre o prisma do refratômetro (PROTRADE 1995). Esta metodologia pode fornecer valores de SST superiores em 2 - 3 % quando comparada com a avaliação através da homogeneização da polpa (Vaux e Albert 1976).

O teor de SST encontrado neste experimento é superior aquele reportado para melão tipo Galia por Welles e Buitelaar (1988) em estudo sobre os fatores que afetam o conteúdo de SST em melão.

O conteúdo de SST mostra correlação positiva com o conteúdo de açúcares e assim, geralmente é aceito como um importante indicador de qualidade (Aulenbach e Worthington 1974). Muitos experimentos têm sido feitos para investigar os principais fatores que afetam a concentração de sólidos solúveis em melão. Evidências têm sido apresentadas sobre os impactos de fatores como, propriedades físicas do solo (Davis e Schweers 1971), nutrição mineral (Flocker et al. 1965), umidade do solo (Wells e Nugents 1980), fatores genéticos, condições climáticas (Bouwkamp et al. 1978) e fitohormônios (Bosland, Hughes e Yamaguchi 1979).

5.3.4 Açúcares redutores e sacarose

Os resultados dos principais açúcares solúveis encontrados no melão (sacarose, glicose e frutose) apresentaram redução significativa apenas para o teor de açúcares não-redutores, calculado como percentagem de sacarose (Figura 7). Como houve consumo de açúcares durante o armazenamento é normal que os açúcares redutores formados durante a

conversão da sacarose tenham sido prontamente utilizados. Isto justifica o comportamento relativamente constante do teor de açúcares redutores durante o período experimental.

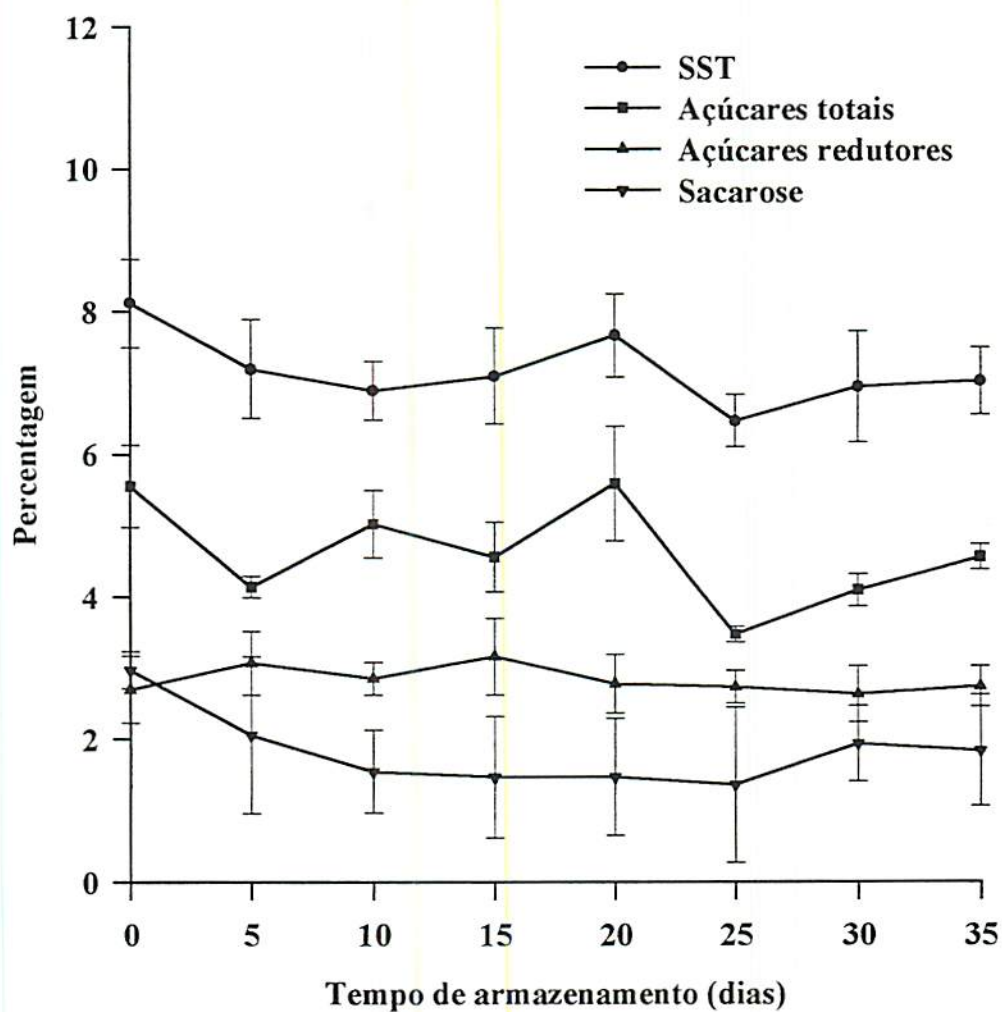


Figura 7. SST (%), açúcares totais, açúcares redutores e sacarose (% de glicose), de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\% \pm 3\%$.

Em melão, a degradação da sacarose é atribuída à atividade da invertase (β -frutofuranosidase, EC 3.2.1.26) produzindo glicose e frutose (McCollum, Huber e Cantliffe 1988). A redução de sacarose tem sido relacionada também com aumento da atividade da sacarose sintase em alguns regimes de armazenamento. A atividade da sacarose fosfato sintase geralmente declina durante o armazenamento. O conteúdo de sacarose foi inversamente proporcional à atividade da invertase em vários frutos (Hawker 1969; Manning e Maw 1975; Walker e Hawker 1976; Yamaki e Ishikawa 1986). Em geral, as mudanças nos níveis de sacarose de melão após a colheita são atribuídas a um equilíbrio estabelecido entre as atividades das enzimas sacarose fosfato sintase, invertase ácida e sacarose sintase e não da atividade de uma dessas enzimas em particular (Knee et al. 1973).

5.3.5 Vitamina C total

O conteúdo de vitamina C total (ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico) foi afetado significativamente pelo tempo de armazenamento, havendo oxidação destes componentes durante o período experimental (Figura 8). A redução foi da ordem de 35% até 25 dias de armazenamento. Evensen (1983), também encontrou declínio no conteúdo de ácido ascórbico durante o armazenamento de diferentes cultivares de melão do tipo *cantaloupe*.

Das quatro enzimas que ocorrem em frutos responsáveis pela destruição oxidativa da vitamina C - ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo C oxidase e peroxidase - (Aycward e Haisman 1969), apenas com ácido ascórbico oxidase há uma reação direta entre enzima e substrato (Mapson 1971) e esta parece ser a principal responsável pela degradação de vitamina C total no melão. Isto pode ser confirmado a partir do trabalho de Saari et al (1995) onde registraram que a ácido ascórbico oxidase (AAO) apresenta alta atividade no melão (cultivares Prince, Andes, Kinsho e Papaya) quando comparada com aquela apresentada por frutos como laranja e maçã.

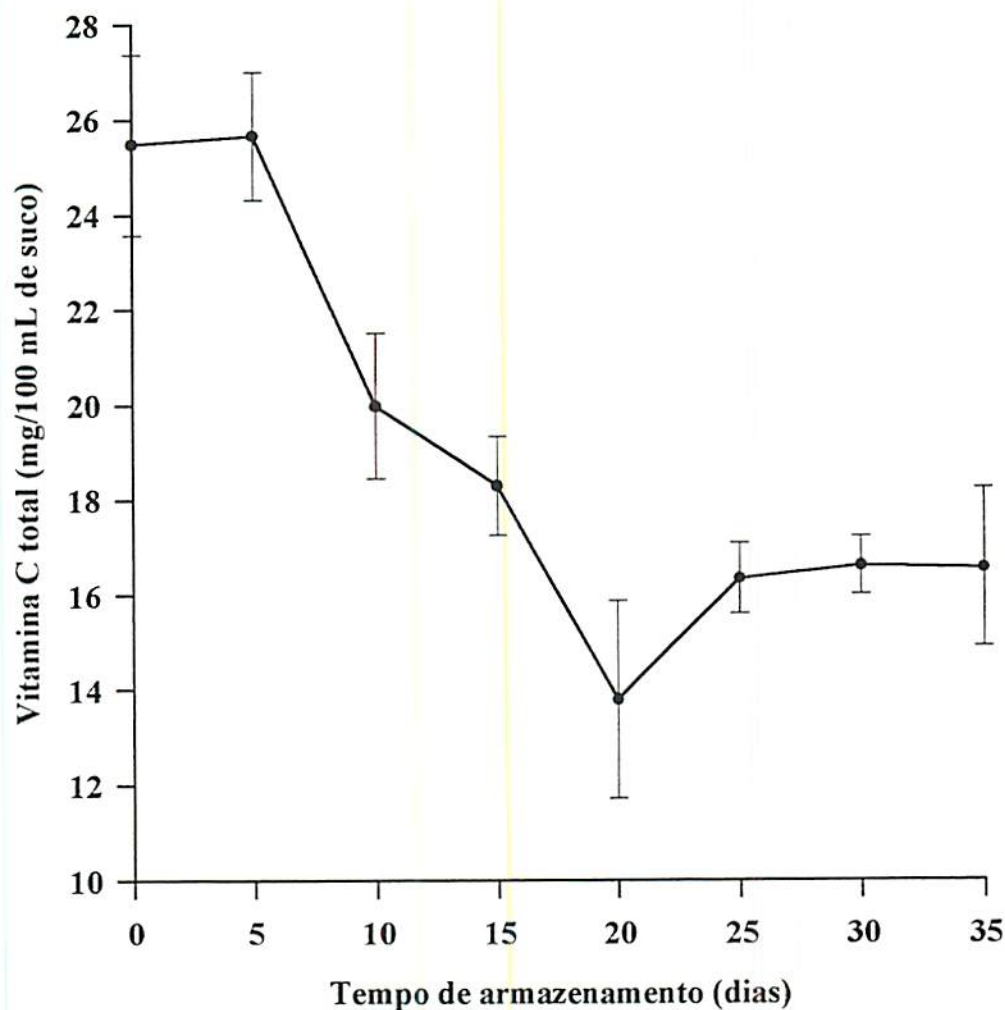


Figura 8. Vitamina C total (mg/100 mL de suco), de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

5.3.6 Clorofila total

O conteúdo de clorofila total da casca do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, durante o armazenamento está apresentado na Figura 9. Houve efeito significativo ($p < 0,5$) do período de armazenamento do fruto no teor de clorofila total. No início do armazenamento o fruto apresentou teor de clorofila total de 47,92 mg/100 g e no final de

20,83 mg/100 g de casca fresca, equivalente a uma redução de 56,3 %. Apesar deste declínio no teor de clorofila total, o fruto ainda apresentou superfície esverdeada aos 35 dias de armazenamento. A exemplo do que foi discutido no Capítulo 3, isto representa um sério problema de aceitação pelo consumidor. As razões já foram apresentadas na discussão do Capítulo 3.

Apesar da degradação de clorofila durante o amadurecimento de frutos ter sido assunto de pesquisas por diversos anos, o processo ainda permanece sem ser completamente elucidado. A perda de clorofila tem sido atribuída à ruptura dos cloroplastos e/ou à atividade de clorofilases, entretanto, nenhuma destas causas pode ser facilmente demonstradas. Diferentes hipóteses postulam que as clorofilases podem intervir tanto na síntese quanto na degradação da clorofila, apesar da função sintética ser mais comumente associada com a enzima *in vivo* e a função catabólica *in vitro* (Mínguez-Mosquera e Gallardo- Guerreiro 1996).

Outras enzimas envolvidas na degradação de clorofila são a clorofila oxidase, Mg-dequelatase e a dioxigenase, aparentemente responsáveis pela clivagem oxigenolítica do anel porfirina. Conseqüentemente, tem sido argumentado que o desaparecimento de clorofila está associado com sistemas enzimáticos oxidativos e que a clorofilase intervém apenas no estágio inicial do processo.

A degradação de clorofila é mediada por aumento na atividade da enzima clorofilase, que degrada a molécula. Duas outras enzimas (clorofila oxidase e peroxidase) têm sido relacionadas com a degradação de clorofila.

A seqüência exata do mecanismo de degradação da clorofila ainda não está clara, mas as reações iniciais parecem ser o reverso dos passos finais no mecanismo de síntese.

O fitol pode ser removido para produzir clorofilideo ou ambos, magnésio e fitol originando o feoforideo. Nos passos de degradação subseqüentes, os produtos de baixo peso molecular formados são incolores (Kays 1991).

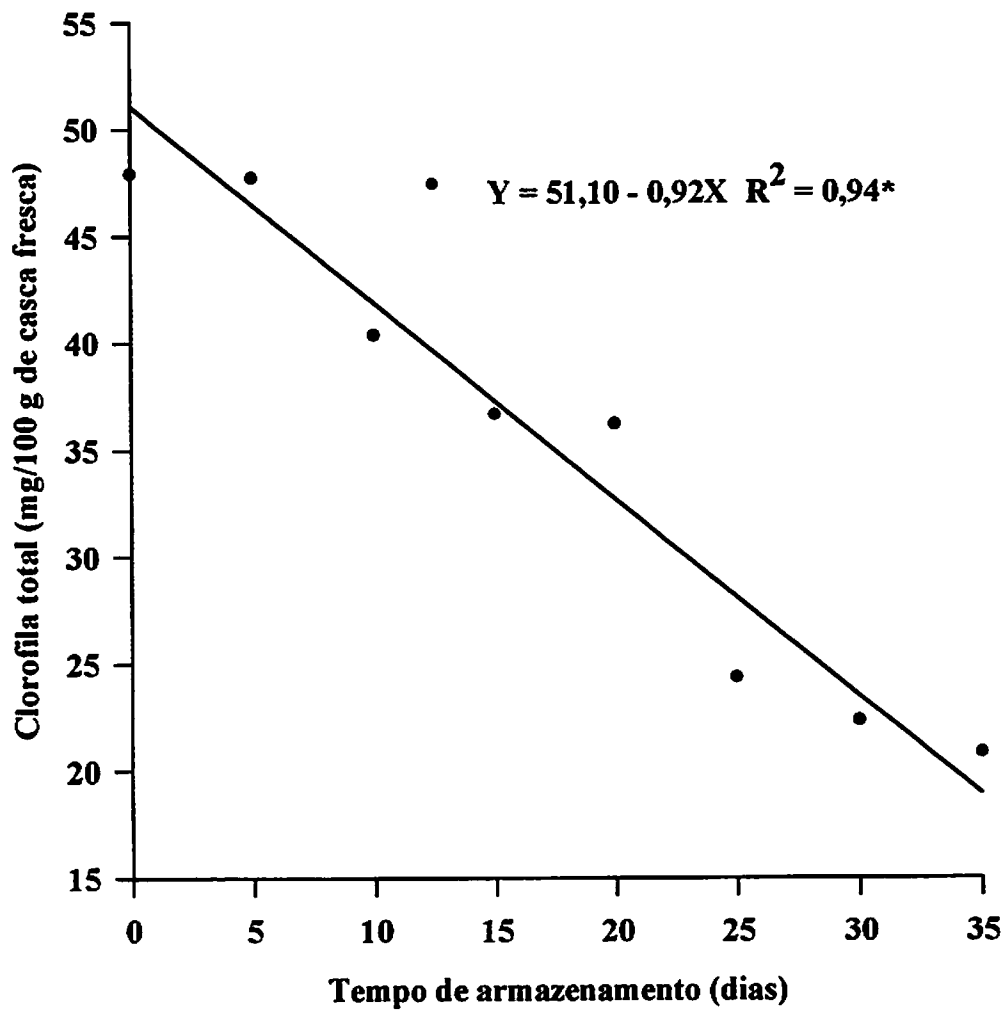


Figura 9. Clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\% \pm 3\%$.

5.4 CONCLUSÕES

O armazenamento refrigerado do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 foi caracterizado por aumento na perda de peso durante o período experimental. A firmeza da polpa foi caracterizada por decréscimo até o final do período de armazenamento. Os teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e açúcares não-redutores apresentaram ligeira redução durante o armazenamento. Entretanto, o teor de açúcares redutores manteve-se constante. Houve redução da ordem de 35% no teor de vitamina C total até os 30 dias de armazenamento e de 56,3 % no conteúdo de clorofila total na casca do fruto durante o armazenamento. A aparência interna limitou o tempo de vida útil pós-colheita do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 em 26 dias (1 dia da colheita até o armazenamento + 25 dias de armazenamento) quando mantido sob refrigeração (temperatura de $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR $88 \pm 3\%$).

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHARONI, Y.; BARKAI-GOLAN, R.; TAMKIN-GORODEISKI, N.; COPEL, A.; DAVIDSON, H. Prolonging the storage life of 'galia' melons for export (in Hebrew). **Rpt. Dept. of Fruit and Veg. Storage, Agr. Res. Organization, Bet-Dagan: The volceni Center, 1990, 14p.**
- AHARONI, Y. COPEL, A.; FALIK, E. Storing 'Galia' melons in a controlled atmosphere with ethylene absorbent. **Hortscience, Alexandria, v.28, n.7, p.725-726, 1993.**
- ARTÉS, F.; ESCRICHE, A. J.; MARTINEZ, J.A.; MARIN, J. G. Quality factors in four varieties of melons (*Cucumis melo*, L.). **Journal of Food Quality, Westport, v.16, n.2, p. 91-100, 1993.**
- AULENBACH, B.B.; WOORTINGTON, J. T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index. **Hortscience, Alexandria, v.9, n.2, p.136-137, 1974.**
- AYLWARD, F.; HAISMAN, D.R. Oxidation systems in fruits and vegetables - their relation to the quality of preserved products. **Advances in Food Research, New York, v.17, p.1-61, 1969.**
- BLEINROTH, E.W. **Determinação do ponto de colheita. In: Netto, A.G. Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, MAARA/FRUPEX, 1994. 37p. (Série Publicações técnicas FRUPEX; 6).**
- BOSLAND, J.M.; HUGHES, D.L.; YAMAGUCHI, M. Effects of glyphosine and triacontanol on growth, yield, and soluble solids content of 'PMR 45' muskmelons. **Hortscience, Alexandria, v.14, n.6, p.729-730, 1979.**
- BRADY, C.J.; YOUNG, R. E. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v.38, p.155-178, 1987.**
- DAVIS, Jr. R.M.; SCHWEERS, V.H. Associations between physical soil properties and soluble solids in cantaloupes. **Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.96, n.2, p.213-217, 1971.**
- EDWARDS, M.; BLENNERHASSETT, R. Evaluation of wax to extend the postharvest storage life of honeydew melons (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud.). **Australian Journal of Experimental Agriculturae, East Melbourne, v.34, p.427-429, 1994.**
- EVENSEN, K. B. Effects of maturity at harvest, storage temperature and cultivar on muskmelon quality. **Hortscience, Alexandria, v.18, n.6, p.907-908, 1983.**
- FLOCKER, W.J.; LINGLE, J.G.; DAVIS, R.M.; MILLER, R.J. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on yield, quality, and size of cantaloupes. **Proceeding American Society for Horticultural Science, Maryland, v.86, p.424-431, 1964.**

- HAWKER, J.S. Changes in the activities of enzymes concerned with sugar metabolism during the development of grape berries. **Phytochemistry**, Elmsford, v. 8, p. 9-17, 1969.
- JANDEL SCIENTIFIC. **User`s Manual**. California: Jandel Scientific, 1991. 280 p.
- KADER, A. A. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 1992, p. 191-200.
- KAYS, J.S. **Postharvest Physiology of Perishables Plant Products**. New York: AVI, 1991. 543p.
- KNEE, M. Polysaccharide changes in cell wall of ripening apples. **Phytochemistry**, Elmsford, v.12, p.1543-1549, 1973.
- LESTER, G.E. ; STEIN, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postaharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.2, p.223-227, 1993.
- LESTER, G. E. Lipoxigenase activity of hipodermal- and middle- mesocarp tissues from netted muskmelon fruit during maturation and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, p. 612-615, 1990.
- LESTER, G. E. and BRUTON, B. D. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.5, p.727-731, 1986.
- MANNING, K.; MAW, G.A. Distribution of acid invertase in the tomato plant. **Phytochemistry**, Elmsford, v.14, p.1965-1969, 1975.
- MAPSON, L.W. Vitamins in fruits. In: Hulme, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. V.1, cap. 13, p.369-382.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.76, p.303-309, 1989.
- McCOLLUM, T. G. ; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development, **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.113, n.3, p.399-403, 1988.
- MICCOLIS, V.; SALTEVEIT, M.E. Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melon (*Cucumis melo* L., Inodorus Group) cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.5, p. 211-219, 1995.

- MILLA, A. El comercio mundial de melón. **Horticultura Internacional**, Tarragona, n.9, p.74-75, 1995.
- MINGUEZ-MOSQUERA, M.I.; GALLARDO-GUERRERO, L. Role of chlorophyllase in chlorophyll metabolism in olives cv. Gordal. **Phytochemistry**, Elmsford, v.41, n.3.p.691-697, 1996.
- NORUSIS, M.J. **SPSS statistics**. Illinois: SPSS Inc., 1990.
- OLIVEIRA, S. B. Armazenamento refrigerado do melão (*Cucumis melo* L.) tipo Galia. Mossoró: ESAM, 1992. 35p. (Monografia de graduação).
- PROTRADE. **Melones - Export Manual: Tropical fruits and vegetables**. Eschborn: GTZ, 1995. 36p.
- RANWALA, A.P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidases in the modification of cell wall componentes during muskmelon ripening. **Plant Physiology**, Washington, v.100, p.1318-1325, 1992.
- RYALL, A. L.; LIPTON, W. J. **Handling trasportations and storage of fruits and vegetables: vegetables and melons**, westport: AVI, 1972, v.1, 473p.
- SAARI, N.B.; FUJITA, S.; MIYAZOE, R.; OKUGAWA, M. Distribution of ascorbate oxidase activities in the fruits of family cucurbitaceae and some of their properties. **Journal of Food Biochemistry**, Connecticut, v.19, n.4, p.321-327, 1995.
- SHELLIE, K.C.; SALTVEIT Jr., M.E. The lack of a respiratoryrise in muskmelon fruit ripening on the pkant challenges the definition of climacteric behaviour. **Journal of Experimental Botany**, London, v.44, n.265, p.1403-1406, 1993.
- TEITEL, D.C.; BARKAI-GOLAN, R.; AHARONI, Y.; COPEL, Z.; DAVIDSON, H.. Toward a practical, postharvest heat treatment for 'Galia'melons. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.45, p.339-344, 1991.
- WADE, N.L.; MORRIS, S.C. Efficacy of fungicides for postharvest treatment of muskmelon fruits. **Hortscience**, Alexandria, v.18, n.3, p.344-345, 1983.
- WALKER, R.R.; HAWKER, J.S. Effect of pollination on carbohydrate metabolism in young fruits *Citrullus lanatus* and *Capsicum annum*. **Phytochemistry**, Elmsford, v.15, p.1881-1884, 1976.
- WELLS, G.W.H.; BUITELAAR, K. Factors affecting soluble solids content of muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.36, p.239-246, 1988.
- WELLS, J.A.; NUGENT, P.E. Effect of high soil moisture on quality of muskmelon. **Hortscience**, Alexandria, v.15, n.3, p.258-259, 1980.

VAUX, R..D.; AUBERT, S. Caractères biochimiques, qualité et aptitude à la conservation de melons ("cantaloup charentais", cv. "Doublon") cultivés sous serres. **Annuaire Technologie Agriculture**, v.25, n.4, p.309-336, 1976.

YAMAKI, S.; ISHIKAWA, K. Roles of four sorbitol related enzymes and invertase in the seasonal alteration of sugar metabolism in apple tissue. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.1, p.134-137, 1986.

**6 MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE PAREDE CELULAR DO
MELÃO TIPO GALIA DURANTE O ARMAZENAMENTO
REFRIGERADO**

RESUMO

MODIFICAÇÕES DOS COMPONENTES DE PAREDE CELULAR DO MELÃO TIPO GALIA DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

Esta pesquisa avaliou as modificações dos componentes estruturais de parede celular do melão tipo Galia (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) durante o armazenamento refrigerado ($7^{\circ}\text{C}\pm 1$, UR: $88\% \pm 3$). O material de parede celular e suas frações foram determinados por gravimetria. Determinou-se o conteúdo de açúcares neutros na fração hemicelulósica e no resíduo celulósico, o teor de ácidos urônicos na fração de substâncias pécnicas, o grau de esterificação e o teor de cálcio total e ligado. A fração de substâncias pécnicas foi submetida à cromatografia gélica e os açúcares neutros da fração hemicelulósica foram analisados por cromatografia gasosa. O conteúdo de material de parede celular mostrou pouca variação durante o armazenamento. As variações mais expressivas foram registradas nas frações isoladas da parede celular (fração de substâncias pécnicas, fração hemicelulósica e fração celulósica), sendo que para as duas primeiras verificou-se redução durante o armazenamento e para a última observou-se elevação. O conteúdo de açúcares neutros não celulósicos mostrou tendência de redução apenas durante as duas semanas iniciais de armazenamento. Praticamente, não houve alteração no grau de esterificação e nos conteúdos de cálcio total e cálcio ligado. A principal característica foi a manutenção dos níveis de xilose e glicose na parede celular, o que indicou constância do polímero xiloglucana.

SUMMARY

CELL WALL COMPONENTS CHANGES IN 'GALIA' MELONS DURING REFRIGERATED STORAGE MATURATION

This research evaluated changes in the cell wall components in 'Galia' melons (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) during refrigerated storage ($7^{\circ}\text{C}\pm 1$, RH: $88\% \pm 3$). Cell wall material and their fractions were determined by gravimetry method. Neutral sugars in hemicellulosic fraction and cellulosic residue, uronic acids content in pectic fraction, degree of esterification, total calcium and bound calcium were analyzed. The pectic fraction was analyzed by gelic chromatography and neutral sugars in hemicellulosic fraction were analyzed by gas chromatography. Cell wall material content showed minimum variation during storage. The major variations occurred in cell wall fractions (pectic, hemicellulose and cellulose fractions), decreasing in the former two during storage and increasing in the latter. Non cellulosic neutral sugars content showed reduction tendency only in two former storage weeks. There were no variation in the xylose and glucose contents. This was the major characteristic related with softening process during storage. Practically, the degree of esterification (degree of methylation) in pectic substances and bound calcium did not change. Gelic chromatography revealed dispolymerization trend in pectic substances.

6.1 INTRODUÇÃO

A importância econômica do melão tem estimulado a intensificação das pesquisas nos últimos anos sobre fisiologia, bioquímica e tecnologia pós-colheita do fruto. Os principais grupos de pesquisa (pesquisadores japoneses e israelenses) têm direcionado os trabalhos para o entendimento dos mecanismos bioquímicos de translocação de açúcares, dado a importância desse constituinte para o estabelecimento de padrões de qualidade e para a implantação de técnicas de pós-colheita visando estender o período de vida útil pós-colheita, principalmente para as variedades mais susceptíveis à deterioração. As pesquisas sobre o comportamento dos principais constituintes da parede celular (celulose, hemicelulose, substâncias pécnicas, proteínas estruturais e enzimas de degradação) relacionando-os com o processo de amolecimento da polpa estão apenas começando. Assim, as bases bioquímicas da estrutura da parede celular ainda são pouco entendidas.

Diversos estudos têm demonstrado que os melões “nobres” apresentam vida útil de armazenamento relativamente curta (Ryall e Lipton 1979; Mayberry e Hartz 1992; Barkai-Golan et al. 1993 e Aharoni, Copel e Falik 1993). Entretanto, o melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 apresenta período de vida útil pós-colheita superior ao limite reportado por Aharoni, Copel e Falik (1993), o que permite que o fruto seja exportado do Brasil para a Europa por via marítima, condição economicamente favorável para os produtores de melão (Capítulo 5).

Como se trata de um material genético com características de baixa susceptibilidade à degradação, é fundamental que o estudo de qualidade durante o armazenamento seja acompanhado da avaliação do comportamento dos componentes estruturais de parede celular, como forma de se investigar o mecanismo responsável pela manutenção da estrutura dos polissacarídeos relacionados com a firmeza do fruto, além de outros constituintes inerentes ao material de parede celular.

É importante acrescentar que pesquisas desta natureza fornecem subsídios para a manipulação genética das enzimas relacionadas com o processo de amolecimento do fruto, área que, atualmente, representa grande interesse para os biólogos moleculares.

Neste sentido, procurou-se extrair, fracionar e caracterizar o comportamento das macromoléculas estruturais da polpa do fruto durante o armazenamento refrigerado.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

A polpa do melão, correspondente aos diferentes tempos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, e 35 dias;), sob refrigeração ($7^{\circ}\text{C}\pm 1$, UR: $88\% \pm 3$) conforme condições descritas no capítulo 5, foi congelada em nitrogênio líquido, embalada em sacos transparentes de polietileno de baixa densidade (27,0 cm X 31,0 cm) com fecho hermético e mantida a -18°C até ser submetida ao processo de extração do material de parede celular.

A extração e o fracionamento da parede celular, a determinação de açúcares neutros na fração hemicelulósica (FHEM) e celulósica (RC) e de ácidos urônicos na fração pectínica (FSP), além das avaliações de grau de esterificação e cálcio total e ligado, foram conduzidas em condições idênticas às descritas no capítulo 4. A filtração em gel e as análises dos poliuronídeos da fração pectínica, bem como a cromatografia gasosa dos açúcares neutros da fração hemicelulósica foram também monitoradas de acordo com o capítulo 4.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Componentes estruturais da parede celular

Os valores médios do material de parede celular - MPC - (mg.g^{-1} de peso fresco), da fração de substâncias pécticas do material de parede celular - FSP - (mg.g^{-1} de MPC), da fração hemicelulósica do material de parede celular - FHEM - (mg.g^{-1} de MPC) e do resíduo celulósico do material de parede celular - RC - (mg.g^{-1} de MPC) encontram-se na Tabela 1. O conteúdo de material de parede celular mostrou pouca variação durante o armazenamento. Comportamento similar foi observado por Siddiqui e Bangerth (1995) durante o armazenamento de maçã, utilizando procedimentos de extração e fracionamento semelhantes.

O teor médio de MPC foi de $5,67 \text{ mg.g}^{-1}$ de peso fresco. Este valor é inferior aquele registrado por Conway, Sams e Watada (1995) no isolamento do material de parede celular de maçã 'Golden Delicious'. As variações mais expressivas foram registradas nas frações isoladas da parede celular (FSP, FHEM e RC), sendo que para as duas primeiras verificou-se redução durante o armazenamento e para a última observou-se elevação. O acúmulo de RC foi mais pronunciado a partir dos 20 dias de armazenamento. As reduções nos teores da fração péctica e da fração hemicelulósica não podem ser necessariamente atribuídas a hidrólise destes constituintes durante o armazenamento. Pode ter havido mudanças na estrutura dos polímeros ou rompimento de estruturas iônicas ou covalentes durante o armazenamento e, conseqüentemente ter alterado a solubilização nos respectivos solventes. A elevação no teor da fração celulósica não obrigatoriamente representa síntese durante o armazenamento.

Poucos estudos têm sido publicados acerca da importância da preservação da integridade da parede celular de frutos durante o isolamento afim de assegurar o mínimo de modificações na estrutura original. Os procedimentos de extração utilizados no presente estudo têm sido normalmente adotados, entretanto não se pode eliminar a hipótese de desestruturação da parede celular pelos solventes ou tratamentos utilizados.

O rendimento de material de parede celular e das respectivas frações oriundas do material de parede celular são restritos a poucos trabalhos. Entretanto, atualmente, existe uma preocupação dos autores em especificar tais quantidades. Lurie et al. (1994) encontraram teores de material de parede celular (obtido por procedimento idêntico aquele utilizado neste trabalho)

em nectarina (*Prunus persica*, var. nectarine, cv Fiesta Red) variando de 10,8 a 14,2 mg.g⁻¹ de peso fresco.

Tabela 1. Peso seco de material de parede celular (MPC), fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP), fração hemicelulósica solúvel em KOH 24 % (FHEM) e resíduo celulósico (RC) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de 7°C±1°C e umidade relativa de 88%±3%.

Tempo de Armazenamento (dias)	MPC (mg.g ⁻¹ de peso fresco)	Frações (mg.g ⁻¹ de MPC)		
		FSP	FHEM	RC
0	5,36	138,5	77,14	250,5
5	5,13	99,6	70,9	259,7
10	6,00	102,6	58,1	229,7
15	5,73	102,0	58,0	262,2
20	6,13	104,6	56,6	331,5
25	5,37	89,9	49,4	397,7
30	6,40	90,3	47,4	434,3
35	5,23	92,7	48,0	431,3

Os teores médios de ácidos urônicos (µg.mg⁻¹ de FSP), açúcares neutros não-celulósicos (µg.mg⁻¹ de FHEM) e celulose (µg.mg⁻¹ de RC) analisados nas preparações da parede celular encontram-se detalhados na Tabela 2.

O teor de ácidos urônicos na fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % mostrou comportamento bastante indefinido durante o armazenamento, principalmente até o vigésimo quinto dia de armazenamento. Este comportamento assemelha-se aquele observado para o conteúdo de cálcio ligado, indicando que a estabilização desta fração pode explicar o processo lento de amolecimento do fruto durante o armazenamento (discutido anteriormente).

Tabela 2. Conteúdo de ácidos urônicos ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de FSP), açúcares neutros não celulósicos ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de FHEM), grau de esterificação (GE), conteúdo de cálcio total e ligado à parede celular ($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ de MPC) e teor de celulose ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de RC) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tempo de Armazenamento (dias)	Ácidos urônicos	Açúcares neutros	GE (%)	Ca ²⁺ total	Ca ²⁺ ligado	Celulose
0	790	357,5	24,56	38,88	41,71	922,5
5	763	350,0	22,10	36,52	38,23	920,0
10	760	324,6	21,26	31,16	38,23	951,8
15	822	284,5	17,12	35,87	38,23	849,6
20	810	311,5	28,57	26,33	38,23	874,5
25	819	287,0	36,04	33,03	41,71	856,1
30	686	301,8	41,14	27,62	41,71	742,0
35	698	313,8	40,00	32,46	48,66	728,1

O conteúdo de açúcares neutros não celulósicos mostrou tendência de redução apenas durante as duas semanas iniciais de armazenamento (Tabela 2). Nas três semanas seguintes houve tendência de estabilização. Este comportamento dificulta fazer qualquer associação com o processo de amolecimento do fruto, indicando que a solubilização desta fração tem pouca relação com a textura do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, durante o armazenamento (temperatura de 7°C e UR de $88\% \pm 3\%$). As alterações nos componentes hemicelulósicos durante o processo de amolecimento dos frutos tendem a ser, relativamente, insignificantes. Em tomate, o amolecimento ocorre paralelo a redução no tamanho molecular dos polímeros hemicelulósicos, entretanto, não há evidências claras do envolvimento desta despolimerização nas mudanças texturais (Huber 1983).

O comportamento dos açúcares neutros não celulósicos durante o armazenamento de frutos é bastante variável e está diretamente associado à atividade de enzimas específicas responsáveis pela hidrólise de hemiceluloses. Muitos trabalhos mostram perda de resíduos hemicelulósicos durante o armazenamento, entretanto, Lurie et al. (1994) reportou aumento na quantidade destes resíduos durante o armazenamento de nectarina, tanto em ambiente comum refrigerado (0°C), quanto em condição de atmosfera controlada (10 % de CO_2 e 15 % de O_2). Recentemente, Siddiqui e Bangerth (1995), também não observaram alteração na percentagem de açúcares hemicelulósicos durante o armazenamento de maçã.

A principal característica associada ao processo de amolecimento do fruto durante o armazenamento foi a desintegração de celulose a partir da parede celular, observada na Tabela 2. A redução no teor de celulose do resíduo celulósico foi da ordem de 21% entre o início e o final do período de armazenamento. A exemplo do que se registrou no primeiro experimento, a redução no teor de celulose durante o armazenamento pode estar associada à atividade de celulasas. A celulose celobiohidrolase ataca os terminais de celulose, liberando dissacarídeo, β -D-Glcp-(1 \rightarrow 4)-D-Glc (celobiose), mas há poucos trabalhos que mostram sua atividade em plantas. Ainda não tem sido determinado se as celobiohidrolases de plantas podem atacar terminais não redutores de MLG (ligações mistas (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan). As celulasas [endo-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucanase] tem sido encontradas na parede celular de plantas, incluindo as células de tecidos em crescimento e de frutos durante o amadurecimento. As celulasas hidrolisam ligações D-Glc- β -(1 \rightarrow 4)-D-Glc que ocorrem em celulose, xiloglucana e MGL (Fry 1995). O verdadeiro substrato para a celulase *in vivo* permanece desconhecido, entretanto, Hatfield e Nevins (1986) descobriram que apenas os substratos contendo ligações (1 \rightarrow 4)- β -glicosil foram hidrolisados pela enzima purificada.

Outro aspecto que precisa ser investigado é o comportamento do teor de proteína da parede celular, em razão de que a redução de celulose na parede celular pode também estar ligada a um afrouxamento da estrutura da parede provocada pela liberação de hidroxiprolina durante o armazenamento. O teor de proteína na parede celular representa proporção considerável. Em dicotiledôneas, a parede celular primária contém, em média, 5-10% de proteína em relação ao peso seco (Taiz e Zeiger 1991). Se todos os polissacarídeos da parede celular, incluindo celulose, forem digeridos, a fração resultante é uma glicoproteína rica em aminoácidos raros (hidroxiprolina). Esta glicoproteína é chamada de extensina. Ela pode estar ligada covalentemente aos polímeros de carboidratos da parede celular ou mais provavelmente, pode interagir de forma não-covalente. A extensina é uma proteína fortemente básica e assim, seus aminoácidos carregados positivamente podem interagir com cargas negativas encontradas nas regiões desesterificadas das pectinas. O aumento no grau de esterificação durante o armazenamento do fruto, pode contribuir para diminuir esta interação e, conseqüentemente, afrouxar a estrutura da parede celular. A extensina pode interagir também com outros polímeros da parede celular de maneira mais simples. Ela pode formar uma estrutura mais complexa pelo estabelecimento de ligações cruzadas de resíduos de tirosina nos polipeptídeos adjacentes através de pontes de

isoditrosina (Tucker 1993). A desestruturação deste complexo durante o armazenamento do fruto pode ser responsável pela solubilização da celulose. Outro aspecto a ser investigado em pesquisas futuras diz respeito a possível atuação de α -L-arabinosidase. Apesar do envolvimento desta enzima na degradação da parede celular não ter sido completamente entendido, é possível que ela remova resíduos α -L-arabinosil a partir das glicoproteínas de parede celular ricas em hidroxiprolina e assim, causar o amolecimento da parede (John e Dey 1986).

O teor médio de celulose foi de $855,6 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ de resíduo celulósico (RC). Este valor indica que o procedimento de separação dos componentes da fração da parede celular mostrou-se bastante eficiente e pode ser recomendado para a utilização em outros frutos.

6.3.2 Teores de cálcio total e ligado

Os teores de cálcio total e cálcio ligado apresentaram pouca variação durante o armazenamento (Tabela 2). Apesar da tendência de redução no teor de cálcio ligado no início do armazenamento e de elevação na última semana, é difícil estabelecer qualquer comportamento consistente. Este comportamento é semelhante aquele observado recentemente por Siddiqui e Bangerth (1995) durante o armazenamento de maçã. Esses autores também não conseguiram correlacionar as mudanças na firmeza da polpa com o conteúdo de cálcio preso à parede celular. Estes resultados apontam para o fato de que o comportamento do cálcio preso à estrutura da parede celular durante o armazenamento não apresenta associação com o processo de redução na firmeza da polpa do melão. Entretanto, não se pode descartar a sua importância no amolecimento do fruto antes da realização de estudos mais detalhados. Parece que o efeito do cálcio na manutenção da integridade do fruto está mais relacionado com a estrutura da membrana plasmática, pois recentemente, Lester (1996) verificou que a aplicação de cálcio em melão pode retardar as mudanças relacionadas com a senescência através da redução de perda de fosfolípidos de membrana, proteína e atividade da H^+ -ATPase.

Outro aspecto importante e que não exclui a participação do cálcio no amolecimento do fruto durante o armazenamento diz respeito aos valores relativamente elevados da textura da polpa no final do período de armazenamento (valores discutidos anteriormente). Os valores médios dos teores de cálcio total ($32,73 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ peso seco) e cálcio ligado ($40,84 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ de material de parede celular) são similares aqueles verificados no capítulo 4.

6.3.3 Grau de esterificação das substâncias pécticas

As substâncias pécticas são constituintes importantes da parede celular primária de plantas dicotiledôneas. A alta proporção de ácido galacturônico confere uma característica altamente ácida ao polissacarídeo e facilita as interações com cálcio. As plantas alteram esta característica pela adição ou remoção de metil ésteres a partir dos resíduos de ácido galacturônico. O grau de metilesterificação varia entre tecidos de plantas e entre estádios de desenvolvimento. A metil esterificação, aparentemente, limita a habilidade das substâncias pécticas em formar ligações cruzadas com cálcio, devido à alteração da distribuição de cargas da molécula. Neste estudo, o grau de esterificação da fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP) apresentou tendência de redução (cerca de 7,4 %) até o décimo quinto dia de armazenamento. A partir de então, registrou-se tendência de evolução (cerca de 22,9 %) até o final do armazenamento (Tabela 2). O grau de esterificação médio foi de 28,85 %, sendo que nas duas primeiras semanas de armazenamento o valor médio foi de 21,26 % e nas três últimas semanas foi de 36,44 %. Estes valores são bastante semelhantes aqueles verificados durante a maturação do fruto (capítulo 4). O aumento do grau de esterificação durante o armazenamento, pode contribuir para a desestruturação da parede celular através do impedimento de interações entre as substâncias pécticas e a fração protéica (hidroxiprolina) e assim, funcionar como uma característica particular responsável pelo amolecimento do fruto, como verificado anteriormente na discussão da firmeza da polpa.

Os resultados apresentados acima não parecem ser influenciados pelo método de doseamento. Existem muitos métodos para a avaliação do grau de esterificação de pectinas. Nesta pesquisa, utilizou-se o método colorimétrico com o m-hidroxibifenil o qual tem sido mostrado ser tão efetivo quanto as avaliações feitas por sistemas de HPLC (Voragen, Schols e Pilnik 1986).

6.3.4 Massa molecular dos poliuronídeos

O modelo de distribuição das massas moleculares dos poliuronídeos obtidos da fração de substâncias pécticas solúvel em EDTA 0,5 % (FSP) durante o armazenamento do fruto praticamente não mostrou variação (dados não apresentados devido à constância no tamanho molecular do polímero). Os poliuronídeos foram fracionados por cromatografia de filtração em gel (coluna de Sephacryl S-200 -Pharmacia LKB, eluída com tampão acetato-EDTA 50 mM acetato

de sódio trihidratado, EDTA 20 mM, pH, 6,0 contendo NaCl 10 mM). A análise conjunta dos dados revelou que a maioria dos poliuronídeos foram eluídos próximo ao volume vazio (2000 kDa;) e apenas uma quantidade bastante reduzida foi eluída nas frações seguintes. Somente a partir de duas semanas de armazenamento conseguiu-se registrar alguma redução no peso molecular dos poliuronídeos.

Considerando a natureza complexa da parede celular, há diversos mecanismos responsáveis pelas mudanças na estrutura da parede celular dos frutos durante o armazenamento. Além dos aspectos já discutidos acima, a despolimerização de poliuronídeos pode surgir através da clivagem do esqueleto de ramnogalacturonanas ou de suas cadeias laterais (Tucker 1993).

6.3.5. Açúcares neutros da fração hemicelulósica

A análise dos açúcares neutros da fração hemicelulósica revelou que os principais açúcares são xilose, galactose e glicose, com predominância do primeiro (Tabela 3). Níveis relativamente elevados de xilose na parede celular de melão já foram encontrados por Gross e Sams (1984) em trabalho feito com as cultivares Honeyrock e Golden Crispy. Além disso, teores elevados de xilose é comum em frutos como maçã (Tobias et al. 1993), Banana (Kojima, Sakurai e Kuraishi 1994), pera (Martin-Cabrejas et al. 1994), caqui (Cutillas-Iturralde (1993), nectarina (Lurie et al. 1994), manga (Mitcham e McDonald 1992), abacaxi (Smith e Harris 1995), kiwi (Arpaia et al. 1987), entre outros. Encontra-se também níveis consideráveis de xilose na parede celular de produtos como batata (Jarvis et al. 1981), oliva (Araújo, Labavitch e Moreno 1994) e cebola (Mankarios (1980) e hortaliças em geral (McDougall et al 1996). O conteúdo relativamente elevado e constante de xilose e glicose sugere que o polímero xiloglucana pode ser um dos componentes estruturais responsáveis pela manutenção da integridade celular do fruto durante o armazenamento.

Em geral, não houve mudanças consistentes nos açúcares neutros da fração hemicelulósica durante o armazenamento, com exceção da galactose, que apresentou redução em torno de 47 % do início para o término do armazenamento dos frutos. Registrou-se, também, acúmulo de arabinose, ramnose e fucose. Esta constância sugere uma situação de equilíbrio na parede celular do fruto durante o armazenamento. As fibrilas de celulose são unidas por ligações de hidrogênio e ligações similares são responsáveis pela interação da celulose com hemicelulose. Além disso, tem

vido postulado que, em adição  proteção da celulose, as moléculas de hemicelulose podem também formar ligações entre fibrilas adjacentes (Hayashi 1989).

Tabela 3. Composição em açcres neutros da fração hemicelulósica extraída da parede celular de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380 durante o armazenamento refrigerado.

Tempo de Armazenamento (dias)	$\mu\text{mol (100 mg de FHEM)}^{-1}$						
	Rha	Fuc	Ara	Xil	Man	Gal	Gli
0	4,82	0,26	8,18	220,00	29,38	73,29	84,68
5	6,80	0,50	13,07	226,56	33,65	65,75	82,96
10	10,49	0,59	16,74	237,39	34,81	51,23	94,93
15	11,46	2,11	21,66	236,09	32,61	63,42	95,76
20	11,00	2,00	20,00	224,28	32,0	31,19	75,50
25	11,08	2,05	21,89	199,61	17,31	29,41	86,18
30	12,23	2,10	13,99	171,66	16,00	38,62	86,81
35	19,93	2,12	27,12	189,45	17,00	33,07	81,75

6.4 CONCLUSÕES

A principal característica da parede celular do fruto durante o armazenamento foi a manutenção dos níveis de xilose e glicose, o que indicou constância do polímero xiloglucana.

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHARONI, Y. COPEL, A.; FALIK, E. Storing 'Galia' melons in a controlled atmosphere with ethylene absorbent. *Hortscience*, Alexandria, v.28, n.7, p.725-726, 1993.
- ARAUJO, A.J.; LABAVITCH, J.M.; MORENO, A.H. Changes in the cell wall of olive fruit during processing. *Journal Agricultural Food Chemistry*, Washington, v. 42, p.1194-1199, 1994.
- ARPAIA, M.L.; LABAVITCH, J.M.; GREVE, C.; KADER, A.A. Change in the cell wall components of kiwifruit during storage in air or controlled atmosphere. *Journal of American Society for Horticultural science*, Alexandria, v.112, n.3, p.474-481, 1987.
- BARKAI-GOLAN, R.; PADOVA, R.; ROSS, I.; LAPIDOT, M.; COPEL, A.; DAVIDSON, H. Influence of hot water dip and γ irradiation on postharvest fungal decay of Galia melons. *Tropical Science*, London, v.33, p.386-389, 1993.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.398, p.31-39, 1995.
- CUTILLAS-ITURRALDE, A.; ZARRA, I.; LORENCES, E.P. Metabolism of cell wall polysaccharides from persimmon fruit. Pectin solubilization during fruit ripening occurs in apparent absence of polygalacturonase activity. *Physiologia Plantarum*, Denmark, v, 89, p.369-373, 1993.
- FRY, S.C. Polysaccharide-modifying enzymes in the plant cell wall. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. Palo Alto, v.46, p.497-520, 1995.
- GROSS, K.C.; SAMS, C.E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. *Phytochemistry*, Elmsford, v.23, n.11, p.2457-2461, 1984.
- HAYASHI, T. Xyloglucans in the primary cell wall. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, New York, v.40, p.139-168, 1989.
- HATFIELD, R.; NEVINS, D.J. Characterization of the hydrolytic activity of avocado cellulase. *Plant and Cell Physiology*, Kamikyoku, v.27, p.541-552, 1986.
- HUBER, D. J. Polyuronide degradation and hemicelulose modifications in ripening tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.108, n.3, p.405-409, 1983.
- JARVIS, M.C.; HALL, M.A.; THRELFALL, D.R.; FRIEND, J. The polysaccharides structure of potato cell walls: chemical fractionation. *Planta*, New York, v.152, p.93-100, 1981.

- JOHN, M.A.; DEY, P.M. Postharvest changes in fruit cell wall. **Advances in Food Research**, New York, v.30, p.139-180, 1986.
- KOJIMA, K.; SAKURAI, N.; KURAIISHI, S. Fruit softening in banana: correlation among stress-relaxation parameters, cell wall components and starch during ripening. **Physiologia Plantarum**, Denmark, v. 90, p.772-778, 1994.
- LURIE, S.; LEVIN, A.; GREVE, L.C.; LABAVITCH, J. Pectic polymer changes in nectarines during normal and abnormal ripening. **Phytochemistry**, Elmsford, v.36, n.1, p.11-17, 1994.
- LESTER, G. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.7, p.91-96, 1996.
- MANKARIOS, A.T.; HALL, M.A.; JARVIS, M.C.; THREFALL, D.R.; FRIEND, J. Cell wall polysaccharides from onions. **Phytochemistry**, Elmsford, v.19, p.1731-1733, 1980.
- MARTIN-CABREJAS, M.A.; WALDRON, K.W.; SELVENDRAN, R.R.; PARKER, M.L. Ripening-related changes in the cell wall of spanish pear (*Pirus communis*). **Physiologia Plantarum**, Denmark, v.91, p.671-679, 1994.
- MAYBERRY, K.S.; HARTZ, T.K. Extension of muskmelon storage life through the use of hot water treatment and polyethylene wraps. **Hortscience**, Alexandria, v.27, n.4, p.324-326, 1992.
- McDOUGALL, G.J.; MORRISON, I.M.; STEWART, D. HILLMAN, J.R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science Food Agricultural**, London, v.70, p.133-150, 1996.
- MITCHAM, E.J.; McDONALD, R.E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.6, p.919-924, 1992.
- RYALL, A. L.; LIPTON, W. J. **Handling trasportations and storage of fruits and vegetables: vegetables and melons**, westport: AVI, 1972, v.1, 473p.
- SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples - influence of fruit size. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.70, n.2, p.263-269, 1995.
- SMITH, B.G.; HARRIS, P.J. Polysaccharide composition of unligified cell walls of pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.] fruit. **Plant Physiology**, Washington, v.107, p.1399-1409, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, Redwood City: The Benjamim/Cummings Publishing Company, Inc., 1991. 565p.

TOBIAS, R.B.; CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; GROSS, K.C. WHITAKER, B.D. Cell wall composition of -calcium-treated apples inoculated with *Botrytis cinerea*. **Phytochemistry**, Elmsford, v.32, n.1, p.35-39, 1993.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**, London: Chapman & Hall, 1993. 454p.

VORAGEN, A.G.J.; SCHOLS, H.A.; PILNIK, W. Determination of the degree of methylation and acetylation of pectins by h.p.l.c. **Food Hydrocoloids**, Oxford, v.1, n.1, p.65-70, 1986.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa procurou aliar aspectos práticos de tecnologia de pós-colheita com fatores básicos necessários ao estabelecimento dos mecanismos bioquímicos que regulam as principais alterações responsáveis pela degradação do fruto durante o amadurecimento e senescência.

No primeiro capítulo verificou-se que, apesar de muitos estudos sobre a maturação de melões reticulados recomendarem a colheita no estágio de maturação *full slip* (fruto totalmente separado do pedúnculo), este não deve ser adotado para o melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, quando cultivado nas condições climáticas do Pólo Agrícola Mossoró-Assu-RN. Deve-se adotar o estágio II ou até mesmo o III. Nesse ensaio, observou-se que o referido estágio apresentou teor de SST comparável ao estágio II, no entanto, resistência mecânica ao manuseio pós-colheita inferior. É evidente que a colheita dos melões reticulados (fruto altamente perecível) em maturação avançada aumenta o risco de deterioração e pode favorecer a penetração de patógenos, reduzindo acentuadamente o período de comercialização.

A determinação do estágio ótimo de maturação é extremamente importante. Estudos feitos por diversos pesquisadores indicam que a colheita do melão no estágio ideal de maturação favorece a qualidade comestível, e reduz a perda de peso através da respiração e evapotranspiração. Além disso, o conteúdo de açúcares dos frutos no ambiente pós-colheita apresenta pouca alteração.

Outro aspecto prático e de grande importância para o setor produtivo, diz respeito ao estabelecimento da vida útil pós-colheita desse híbrido, relacionando-a com variáveis bioquímicas de qualidade, as quais são fundamentais para o sucesso da aceitação do produto no mercado internacional. Verificou-se que a vida útil pós-colheita é de 26 dias.

Nos capítulos quatro e seis, procurou-se relacionar o processo de amolecimento com modificações dos componentes estruturais de parede celular. Viu-se que, ao contrário de frutos que apresentam atividade significativa das enzimas PME e PG (por exemplo, manga, tomate, etc.) o processo de amolecimento não pode ser explicado simplesmente pelo metabolismo das substâncias pécticas e dos açúcares neutros de parede celular. Há necessidade de futuras

investigações relacionando as alterações aqui verificadas com outras enzimas de parede celular, que não sejam PME e PG.

Finalmente, deve-se considerar como importante as informações obtidas sobre o comportamento dos polímeros de parede celular, pois os trabalhos de engenharia genética precisam desse entendimento como forma de se obter plantas transgênicas, cujos frutos apresentem qualidade e vida útil pós-colheita satisfatórias, o que já é uma realidade para o tomate.

APÊNDICE

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

Tabela 1A. Significância de F e coeficientes de variação para massa do fruto (g), pH (escala: 1-14), ATT (mg/100 mL de ácido cítrico), textura (N) e açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Tabela 2A. Significância de F e coeficientes de variação para açúcares redutores (%), Sacarose (%), Vitamina C total (mg/100 g de suco), pectina total (mg/100 g de polpa), pectina solúvel (mg/100 g de polpa) e clorofila (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Tabela 3A. Significância de F e coeficientes de variação para perda de peso (%), textura (N), pH (escala: 1-14), SST (%), e açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tabela 4A. Significância de F e coeficientes de variação para açúcares redutores (%), sacarose (%), pectina total (mg/100 g de polpa), pectina solúvel (mg/100 g de polpa) e clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tabela 5A. Relação e valores dos defensivos utilizados na cultura do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380.

Tabela 1B. Valores médios e erros padrões da massa (g), textura (N), pH (escala: 1-14) e ATT (% de ácido cítrico) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, colhido em cinco estádios de maturação.

Tabela 2B. Valores médios e erros padrões de SST (%), açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e Sacarose (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Tabela 3B. Valores médios e erros padrões de vitamina C total (mg/100 mL de suco), pectina total (mg/100 g de polpa), pectina solúvel (mg/100 g de polpa) e clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Tabela 1C. Valores médios e erros padrões de aparência externa (escala: 0-5), aparência interna (escala: 0-5) e perda de peso (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tabela 2C. Valores médios e erros padrões de firmeza da polpa (N), pectina total (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa), pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tabela 3C. Valores médios e erros padrões de pH (escala: 1-14), ATT (% de ácido cítrico), SST (%) e açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tabela 4C. Valores e erros padrões de açúcares redutores (%), sacarose (%) e vitamina C total (mg/100 mL de suco), de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tabela 5C. Valores médios e erros padrões de clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de

APÊNDICE A

Tabela 1A. Significância de F e coeficientes de variação para massa do fruto (g), pH (escala: 1-14), ATT (% de ácido cítrico), textura (N) e açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Fonte de Variação	Variáveis*					
	Peso do Fruto	pH	ATT	Textura	SST	Açúcares Totais
Estádio de Maturação**	NS ¹	b	b	b	b	b
CV (%)	13,813	3,217	8,062	20,198	13,089	14,846

CV: coeficiente de variação

¹: NS e b, não significativo e significativo $p > 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

*: Somente aquelas que atenderam aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990).

** : Cinco estádios de maturação.

Tabela 2A. Significância de F e coeficientes de variação para açúcares redutores (%), Sacarose (%), vitamina C total (mg/100 g de suco), pectina total (mg/100 g de polpa), pectina solúvel (mg/100 g de polpa) e clorofila (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Fonte de Variação	Variáveis*					
	Açúcares redutores	Sacarose	Vitamina C total	Pectina total	Pectina solúvel	Clorofila total
Estádio de Maturação**	b	b	b	NS ¹	NS	b
CV (%)	17,797	37,565	8,858	11,996	16,563	22,534

CV: coeficiente de variação

¹: NS e b, não significativo e significativo $p > 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

*: Somente aquelas que atenderam aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990).

** : Cinco estádios de maturação.

Tabela 3A. Significância de F e coeficientes de variação para perda de massa (%), Textura (N), pH (escala: 1-14), SST (%), e açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Fonte de Variação	Variáveis*				
	Perda de peso	Textura	pH	SST	Açúcares Totais
Tempo de Armazenamento**	b	b	NS ¹	b	b
CV (%)	2,574	22,178	7,389	8,239	9,674

CV: coeficiente de variação

¹: NS e b, não significativo e significativo $p > 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

*: Somente aquelas que atenderam aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990).

** : Oito tempos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias).

Tabela 4A. Significância de F e coeficientes de variação para açúcares redutores (%), sacarose (%), pectina total e solúvel (mg/100 g de polpa) e clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Fonte de Variação	Variáveis*				
	Açúcares redutores	Sacarose	Pectina total	Pectina solúvel	Clorofila total
Tempo de Armazenamento**	NS ¹	b	b	b	b
CV (%)	13,670	40,211	4,707	17,927	26,257

CV: coeficiente de variação

¹: NS e b, não significativo e significativo $p > 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

*: Somente aquelas que atenderam aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990).

** : Oito tempos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias).

Tabela 5A. Relação e valores dos defensivos utilizados na cultura do melão tipo Galia, híbrido Nun 1380.

Grupo	Produto	Valores
Nematicidas	Nemacur	25 L/ha
Herbicidas	Podium	0,70 L/ha
Fungicidas	Baycor	2,55 kg/ha
	Benlate	0,39 kg/ha
	Captan/Orthocide	13,11 kg/ha
	Cercobin	2,77 kg/ha
	Cerconil	1,62 kg/ha
	Daconil	4,18 kg/ha
	Folicur	1,21 Kg/ha
	Manzate/Dithane	3,35 kg/ha
	Kasumin	1,73 L/ha
	Recop	2,42 kg/ha
	Ridomil	0,46 kg/ha
	Derosal	0,46 L/ha
	Dacostar	2,08 kg/ha
	Thiouit	10,91 kg/ha
	Tilt	1,48 L/ha
	Agrimicina	0,35 kg/ha
	Inseticidas	Captan/thiobel
DDVP 500		2,31 L/ha
Decis		1,27 L/ha
Folisuper		5,17 L/ha
Hamidop		0,46 L/ha
Lannate		1,85 L/ha
Pi-rimor		2,97 kg/ha
Thiodan		1,38 L/ha
Vertimec		1,42 L/ha
Espalhante Adesivo		Extravon
	Naturil óleo	6,63 mL/ha

APÊNDICE B

Tabela 1B. Valores médios e erros padrões da massa (g), textura (N), pH (escala: 1-14) e ATT (% de ácido cítrico) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, colhido em cinco estádios de maturação.

Estádio de Maturação ^y	Variáveis			
	Massa do fruto	Textura ^z	pH	ATT
I	1220,13 ± 234,67 a ¹	85,6 ± 12,0	5,70 ± 0,19 b	13 ± 0,1 a
II	1372,64 ± 121,78 a	57,0 ± 12,1	6,04 ± 0,27 a	11 ± 0,1 bc
III	1404,45 ± 157,20 a	45,6 ± 11,6	6,13 ± 0,19 a	12 ± 0,1 ab
IV	1443,86 ± 254,91 a	42,4 ± 2,2	6,13 ± 0,08 a	10 ± 0,1 c
V	1314,91 ± 122,17 a	39,0 ± 9,2	6,17 ± 0,12 a	12 ± 0,1 ab

^y: I= Fruto verde intenso com pedúnculo totalmente preso; II= verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III= início de abscisão do pedúnculo; IV= pedúnculo totalmente rachado; V= sem pedúnculo.

¹: Médias (± desvio-padrão) seguidas de mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

^z: Não submetida à análise de variância por não atender aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990).

Tabela 2B. Valores médios e erros padrões de SST (%), açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e Sacarose (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, colhido em cinco estádios de maturação.

Estádio de Maturação ^y	Variáveis			
	SST	Açúcares totais	Açúcares redutores	Sacarose
I	6,99 ± 0,77 b ¹	4,16 ± 0,28 d	2,92 ± 0,29 a	1,15 ± 0,56 b
II	9,20 ± 0,78 a	4,95 ± 0,14 cd	2,34 ± 0,53 ab	2,71 ± 0,56 ab
III	10,07 ± 1,55 a	7,45 ± 1,11 a	2,65 ± 0,32 ab	3,83 ± 1,60 a
IV	8,91 ± 1,49 a	5,87 ± 1,11 bc	2,25 ± 0,41 bc	2,98 ± 1,48 a
V	9,93 ± 1,09 a	6,43 ± 0,71 ab	1,67 ± 0,49 c	4,04 ± 0,85 a

^y: I= Fruto verde intenso com pedúnculo totalmente preso; II= verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III= início de abscisão do pedúnculo; IV= pedúnculo totalmente rachado; V= sem pedúnculo.

¹: Médias (± desvio-padrão) seguidas de mesma letra não diferem entre si (p>0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 3B. Valores médios e erros padrões de vitamina C total (mg/100 mL de suco), pectina total (mg/100 g de polpa), pectina solúvel (mg/100 g de polpa) e clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, em cinco estádios de maturação.

Estádio de Maturação ^y	Variáveis			
	Vitamina C total	Pectina total	Pectina solúvel	Clorofila total ^z
I	20,63 ± 1,81 c ¹	188,96 ± 25,74 a	29,25 ± 4,50 a	50,00 ± 6,80
II	27,92 ± 1,86 b	185,44 ± 3,30 a	23,19 ± 3,77 a	43,36 ± 11,39
III	28,27 ± 1,97 b	192,72 ± 23,57 a	26,42 ± 4,72 a	29,31 ± 5,73
IV	27,59 ± 3,07 b	188,10 ± 24,94 a	27,28 ± 2,72 a	37,08 ± 7,52
V	32,23 ± 3,03 a	182,17 ± 16,00 a	22,49 ± 3,38 a	23,91 ± 4,48

^y: I= Fruto verde intenso com pedúnculo totalmente preso; II= verde com início de descoloração e pedúnculo totalmente preso; III= início de abscisão do pedúnculo; IV= pedúnculo totalmente rachado; V= sem pedúnculo.

¹: Médias (± desvio-padrão) seguidas de mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey..

^z: Não submetida à análise de variância por não atender aos testes de normalidade e homogeneidade (Norusis, 1990).

APÊNDICE C

Tabela 1C. Valores médios e erros padrões de aparência externa (escala: 0-4), aparência interna (escala: 0-4) e perda de peso (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tempo de Armazenamento (dias)	Variáveis		
	Aparência externa	Aparência interna	Perda de peso ^a
0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	-
5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,72 ± 0,02
10	0,6 ± 0,5	0,4 ± 0,5	1,56 ± 0,14
15	0,6 ± 0,5	0,5 ± 0,5	2,69 ± 0,12
20	2,1 ± 0,6	1,9 ± 0,6	4,17 ± 0,09
25	2,4 ± 1,1	2,9 ± 0,3	4,82 ± 0,09
30	2,1 ± 0,3	3,0 ± 0,7	6,60 ± 0,09
35	2,9 ± 0,5	3,4 ± 0,7	6,65 ± 0,14

^a : Avaliada a partir do tempo 5 (7 tempos de avaliação), portanto, o fator tempo para esta variável possui apenas 7 níveis.

Tabela 2C. Valores médios e erros padrões de firmeza da polpa (N), pectina total (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa), pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100 g de polpa) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tempo de Armazenamento (dias)	Variáveis		
	Firmeza da polpa	Pectina total	Pectina solúvel
0	$80,25 \pm 10,09$	$149,07 \pm 7,29$	$9,13 \pm 1,31$
5	$70,78 \pm 8,83$	$163,13 \pm 8,27$	$11,31 \pm 1,79$
10	$66,16 \pm 13,38$	$177,02 \pm 9,21$	$11,00 \pm 2,08$
15	$66,80 \pm 14,40$	$182,54 \pm 2,23$	$13,06 \pm 1,03$
20	$53,70 \pm 16,11$	$171,32 \pm 8,65$	$9,90 \pm 0,93$
25	$47,75 \pm 13,89$	$169,26 \pm 8,04$	$11,49 \pm 2,62$
30	$44,06 \pm 15,73$	$165,29 \pm 9,08$	$15,28 \pm 3,71$
35	$32,52 \pm 6,80$	$155,80 \pm 6,56$	$19,19 \pm 3,56$

Tabela 3C. Valores médios e erros padrões de pH (escala: 1-14), ATT (% de ácido cítrico), SST (%) e açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tempo de Armazenamento (dias)	Variáveis			
	pH	ATT	SST	Açúcares totais
0	$6,15 \pm 0,16$	$9,00 \pm 0,1$	$8,12 \pm 0,62$	$5,55 \pm 0,58$
5	$5,95 \pm 0,16$	$9,00 \pm 0,1$	$7,20 \pm 0,69$	$4,14 \pm 0,15$
10	$6,03 \pm 0,08$	$8,00 \pm 0,1$	$6,90 \pm 0,41$	$5,02 \pm 0,47$
15	$6,04 \pm 0,13$	$8,00 \pm 0,1$	$7,10 \pm 0,67$	$4,56 \pm 0,49$
20	$6,11 \pm 0,17$	$9,00 \pm 0,1$	$7,67 \pm 0,58$	$5,59 \pm 0,81$
25	$6,08 \pm 0,11$	$7,00 \pm 0,0$	$6,47 \pm 0,37$	$3,47 \pm 0,11$
30	$6,04 \pm 0,16$	$8,00 \pm 0,1$	$6,95 \pm 0,78$	$4,09 \pm 0,23$
35	$6,01 \pm 0,10$	$8,00 \pm 0,1$	$7,03 \pm 0,47$	$4,56 \pm 0,18$

Tabela 4C. Valores e erros padrões de açúcares redutores (%), sacarose (%) e vitamina C total (mg/100 mL de suco), de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tempo de Armazenamento (dias)	Variáveis		
	Açúcares redutores	Sacarose	Vitamina C total
0	$2,70 \pm 0,47$	$2,97 \pm 0,26$	$25,47 \pm 1,90$
5	$3,07 \pm 0,45$	$2,06 \pm 1,10$	$25,66 \pm 1,35$
10	$2,85 \pm 0,23$	$1,55 \pm 0,58$	$19,98 \pm 1,53$
15	$3,16 \pm 0,54$	$1,47 \pm 0,85$	$18,30 \pm 1,04$
20	$2,78 \pm 0,41$	$1,47 \pm 0,82$	$13,80 \pm 2,08$
25	$2,73 \pm 0,23$	$1,36 \pm 1,09$	$16,35 \pm 0,75$
30	$2,63 \pm 0,39$	$1,94 \pm 0,53$	$16,62 \pm 0,61$
35	$2,74 \pm 0,28$	$1,84 \pm 0,78$	$16,57 \pm 1,67$

Tabela 5C. Valores médios e erros padrões de clorofila total (mg/100 g de casca fresca) de melão tipo Galia, híbrido Nun 1380, armazenado durante 35 dias sob temperatura de $7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $88\%\pm 3\%$.

Tempo de Armazenamento (dias)	Clorofila Total
0	$47,92 \pm 11,02$
5	$47,73 \pm 7,93$
10	$40,38 \pm 8,64$
15	$36,69 \pm 10,04$
20	$36,23 \pm 9,88$
25	$24,36 \pm 6,07$
30	$22,33 \pm 11,12$
35	$20,83 \pm 6,39$

