

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NA QUALIDADE DE FRUTOS DE
MELÃO RENDILHADO**

DOUGLAS SEIJUM KOHATSU

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP
Fevereiro - 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NA QUALIDADE DE FRUTOS DE MELÃO
RENDILHADO**

DOUGLAS SEIJUM KOHATSU

Orientadora: Prof. Dr. Elizabeth Orika Ono

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
(Horticultura)

BOTUCATU-SP
Fevereiro - 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

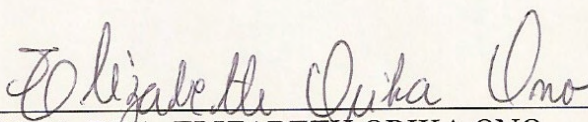
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

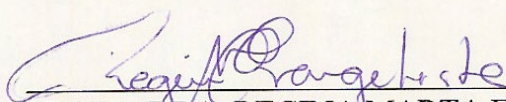
**TÍTULO: "EFEITO DE REGULADORES VEGETAIS NA QUALIDADE DE FRUTOS
DE MELÃO RENDILHADO"**

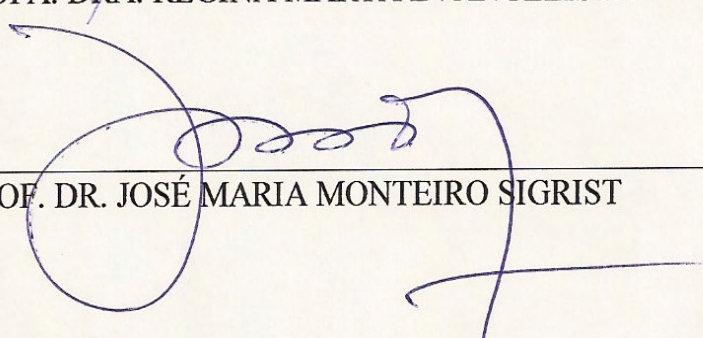
ALUNO: DOUGLAS SEIJUM KOHATSHU

ORIENTADORA: PROFA. DRA. ELIZABETH ORIKA ONO

Aprovado pela Comissão Examinadora


PROFA. DRA. ELIZABETH ORIKA ONO


PROFA. DRA. REGINA MARTA EVANGELISTA


PROF. DR. JOSÉ MARIA MONTEIRO SIGRIST

Data da Realização: 07 de fevereiro de 2007.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

K75e Kohatsu, Douglas Seijum, 1976-
Efeitos de reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão rendilhado / Douglas Seijum Kohatsu. - Botucatu, [s.n.], 2007.
x, 91 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007
Orientador: Elizabeth Orika Ono
Inclui bibliografia

1. Plantas - Reguladores. 2. Melão - Qualidade. 3. Enzimas. I. Ono, Elizabeth Orika. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Dedico esta dissertação a Deus, e peço à paz que nos falta nos dias de hoje.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrônômicas / Universidade Estadual Paulista – Julio de Mesquita Filho.

À CAPES pelo suporte financeiro concedido através de bolsa de estudo.

À Aline Pelissoni Levy por ser minha grande companheira em toda a vida acadêmica e minha família por estarem ao meu lado em todos os momentos bons e ruins que passei durante o meu mestrado.

À minha orientadora Prof^ª Dr^a Elizabeth Orika Ono e a Prof^ª Dr^a Romy Goto por passarem todos seus conhecimentos e auxílio em todos os momentos para conclusão desta dissertação.

À Prof^ª Dr^a Regina Marta Evangelista por me orientar na graduação e me preparar para o mestrado, além de compartilhar de seus preciosos conhecimentos na pós-colheita de melão.

À Prof^ª Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima por ter compartilhado de seus conhecimentos em bioquímica, além de, gentilmente ter cedido o laboratório de química e bioquímica para realização de parte das análises.

Aos funcionários do laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Ciências Agrônômicas Márcia, Edson e Edivaldo pelos seus conhecimentos laboratoriais e pelos meses agradáveis e proveitosos.

Aos meus amigos e companheiros de pós-graduação André José de Campos, Luciana Manoel, Gláucia Moreira e Eral Damatto pelo auxílio nas análises laboratoriais e divertidas conversas.

Ao Prof. Dr. Ismael Cardoso por fornecer seus conhecimentos em fitotecnia na cultura do melão.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da FCA/UNESP, Marlene, Marilena, Jaqueline e Kátia, pela simpatia e pelo ótimo atendimento.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1. Origem, características da cultura e distribuição geográfica no Brasil.....	8
4.2. Aspectos qualitativos do melão e reguladores vegetais.....	10
4.3. Enzimas e reguladores vegetais.....	14
4.4. Reguladores vegetais e atividade fotossintética.....	22
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5.1. Localização e características da área experimental.....	24
5.2. Estufas.....	24
5.2.1. Característica dos canteiros.....	25
5.2.2. Adubação de plantio e fertirrigação.....	26
5.3. Condução das plantas.....	27
5.3.1. Mudas.....	27
5.3.2. Transplântio das mudas.....	28
5.3.3. Sistema de condução.....	28
5.3.4. Controle fitossanitário.....	29
5.4. Irrigação.....	29
5.5. Aplicação dos reguladores Vegetais.....	30
5.6. Parâmetros de Avaliação.....	30
5.6.1. Parâmetros químico, físico e físico-químico.....	30
5.6.2. Parâmetros bioquímicos.....	31
5.6.3. Medidas de trocas gasosas.....	32
5.7. Delineamento experimental.....	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34

6.1. Acidez e pH.....	34
6.2. Teor de sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT.....	38
6.3. Açúcares totais, redutores e sacarose.....	42
6.4. Firmeza e perda de massa.....	46
6.5. Atividade da peroxidase (POD).....	51
6.6. Atividade da pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG).....	54
6.7. Trocas gasosas.....	63
6.8. Nutrientes.....	72
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
8. CONCLUSÕES.....	78
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m de uma área não cultivada.....	26
2. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m de uma área não cultivada.....	26
3. Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido.....	27
4. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para acidez titulável em melão ‘Galileu’ armazenado a temperatura ambiente.....	35
5. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para pH em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	37
1. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para SS em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	39
2. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para ratio em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	41
3. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para açúcares redutores em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	46
4. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para perda de massa em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	48
5. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para firmeza em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	49
6. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para atividade da peroxidase em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	53
7. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para atividade da pectinametilesterase em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	55
8. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para atividade da poligalacturonase em melão ‘Galileu’ armazenado em condições ambiente.....	59
9. Taxa de assimilação líquida de CO_2 , transpiração e eficiência do uso de água após a última aplicação dos reguladores vegetais em melões tipo Galia, híbrido Galileu.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diagrama esquemático dos principais componentes estruturais da parede celular primária e seu provável arranjo e enzimas atuantes. As microfibrilas são revestidas com hemiceluloses (xiloglucano), que podem também ligar as microfibrilas entre si. As pectinas formam um gel de matriz de ligação, talvez interagindo com proteínas estruturais.....	18
2. Modelo estrutural de uma microfibrila de celulose. A microfibrila possui regiões de alta cristalinidade entremeadas com glucanos menos organizados. Algumas hemiceluloses também podem ser aprisionadas na microfibrila e ligadas à superfície.....	19
3. A formação de uma rede de pectinas envolve pontes iônicas, por meio de íons cálcio, dos grupos carboxila (COO^-) não esterificados. Quando bloqueados por grupos metil-esterificados, os grupos carboxila não podem participar desse tipo de formação de rede intercadeia.....	20
4. Visão da estrutura da estufa para condução do meloeiro em cultivo protegido.....	25
5. Produção das mudas em bandejas de poliestireno de 128 células, com filme de polietileno.....	28
6. Curvas de regressão para acidez titulável (g de ácido cítrico 100g de polpa ⁻¹) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	35
7. Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g de polpa ⁻¹) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	36
8. Curvas de regressão para pH de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	37
9. Curvas de regressão para SS (°Brix) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	39
10. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	40
11. Curvas de regressão para ratio de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	41
12. Ratio de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	42
13. Teores de açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	44
14. Teores de açúcares redutores (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	44

15. Teores de sacarose (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	45
16. Curvas de regressão para açúcares redutores (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	45
17. Comportamento durante dos teores de açúcares totais, redutores e sacarose (%) de frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, durante o armazenamento por 20 dias sob condições ambiente.....	46
18. Firmeza (g/f) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	47
19. Perda de massa (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	47
20. Curvas de regressão para perda de massa (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	48
21. Curvas de regressão para firmeza (g/f) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	49
22. Curvas de regressão para atividade da peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} de M.F. min^{-1}) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	52
23. Curvas de regressão para atividade da pectinametilesterase ($\text{U.E. min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	54
24. Atividade da pectinametilesterase (U.E. min^{-1} grama de tecido $^{-1}$) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	57
25. Curvas de regressão para atividade da poligalacturonase (U.E. min^{-1} grama de tecido $^{-1}$) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	58
26. Atividade da poligalacturonase (U.E. min^{-1} grama de tecido $^{-1}$) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente.....	59
27. Enrolamento de folhas de melão tipo Galia, híbrido Galileu após pulverização do tratamento com IBA.....	64
28. Taxa fotossintética de melão tipo Galia, híbrido Galileu, antes e após a primeira aplicação durante o desenvolvimento de plantas de melão.....	65
29. Taxa fotossintética de melão tipo Galia, híbrido Galileu, antes e após a segunda aplicação durante o desenvolvimento de plantas de melão.....	65
30. Taxa fotossintética de melão tipo Galia, híbrido Galileu, antes e após a terceira aplicação durante o desenvolvimento de plantas de melão.....	66

31. Condutância estomática, transpiração, e concentração de CO ₂ nos espaços intercelulares, antes e após a primeira aplicação de reguladores vegetais durante o desenvolvimento da planta de melão.....	69
32. Condutância estomática, transpiração, e concentração de CO ₂ nos espaços intercelulares, antes e após a segunda aplicação de reguladores vegetais durante o desenvolvimento da planta de melão.....	70
33. Condutância estomática, transpiração, e concentração de CO ₂ nos espaços intercelulares, antes e após a terceira aplicação de reguladores vegetais durante o desenvolvimento da planta de melão.....	71
34. Teor de potássio e nitrogênio de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita.....	73
35. Teor de cálcio, magnésio, fósforo e enxofre de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita.....	74
36. Exportação de cálcio, magnésio, fósforo e enxofre por frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita.....	74
37. Teor de cálcio e potássio em frutos de melão tipo Galia, híbrido ‘Galileu’, no momento da colheita.....	75
38. Teor de zinco, ferro, boro e manganês em frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita.....	76

EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NA QUALIDADE DE FRUTOS DE MELÃO RENDILHADO. Botucatu, 2007. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Douglas Seijum Kohatsu

Orientadora: Elizabeth Orika Ono

1. RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de reguladores vegetais nas trocas gasosa durante o desenvolvimento da planta e na qualidade pós-colheita de frutos de melão rendilhado ‘Galileu’, armazenados em condições ambiente.

A primeira etapa do experimento foi conduzida em estufa para cultivo protegido das plantas de melão, localizada na área experimental da Fazenda Experimental de São Manuel/UNESP, Botucatu, SP.

A aplicação dos tratamentos foram realizadas no início da fase reprodutiva, 15 e 30 dias após a primeira aplicação. As medidas de trocas gasosas foram realizadas sempre no período das 8:00 às 11:00 horas da manhã, nas plantas controle e tratadas com os reguladores vegetais, no dia anterior e posterior à aplicação. Ci, A, g_s e E foram feitas com um “Infra Red Gas Analyser – IRGA”, modelo LI-6400 da LI-COR.

As plantas receberam os tratamentos no campo (T1 – controle, T2 – GA₃ (ácido giberélico) a 100 mg L⁻¹, T3 – IBA (ácido indolilbutírico) a 100 mg L⁻¹, T4 – cinetina a 100 mg L⁻¹, T5 – mistura de GA₃ + IBA + cinetina a 5%), os frutos foram colhidos (51 dias após a primeira aplicação) e transportados ao Laboratório de Frutas e Hortaliças, pertencente ao Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial/UNESP, Botucatu, SP. Os frutos foram avaliados a cada 5 dias, durante 20 dias de armazenamento. As alterações pós-

colheita foram detectadas por meio de análises de perda de massa fresca, firmeza, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, relação SS/AT, açúcares totais, redutores e sacarose, atividade das enzimas peroxidase (POD), pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). Os macronutrientes e micronutrientes foram analisados na colheita. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso com o controle e mais quatro tratamentos e quatro repetições que correspondem aos blocos.

Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados permitem concluir que, os tratamentos com ácido giberélico (T2) e a mistura de reguladores vegetais (T5) proporcionaram melhor conservação através da manutenção da firmeza e menor perda de massa fresca em relação aos demais tratamentos. Todos os tratamentos influenciaram as atividades enzimáticas, aumentando a atividade da peroxidase, porém, foi o tratamento T5 (GA₃ + IBA + cinetina) que mostrou maior atividade de todas as enzimas, apresentando maior atividade da PG no início do armazenamento, enquanto, as outras enzimas aumentaram durante o amadurecimento.

EFFECTS OF PLANT GROWTH REGULATORS ON CANTALOUPE QUALITY (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*). Botucatu, 2007. 96p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Douglas Seijum Kohatsu

Adviser: Elizabeth Orika Ono

2. SUMMARY

This work's objective was to evaluate the effects of plant growth regulators on gas exchange during plant development and on post harvest quality of 'Galileu' cantaloupes stored at conditions atmosphere.

The first stage of the assay was conducted in a greenhouse (protected cultivation of cantaloupe plants), in the experimental area of São Manuel's Experimental Farm/UNESP, Botucatu, SP.

The treatments were applied in the beginning of the reproductive stage, and 15 and 30 days after the first application. Gas exchange measurements were performed from 0800 to 1100 a.m, both in control plants and plants treated with plant growth regulators, on the previous and subsequent day from application. C_i , A , g_s , and E were evaluated with a LI-COR model LI-6400 "Infra Red Gas Analyzer - IRGA".

The cantaloupe plants were treated in the field (T1– controls, T2– GA₃ (gibberellic acid) 100 mg L⁻¹, T3 – IBA (indolebutyric acid) 100 mg L⁻¹, T4- kinetin 100 mg L⁻¹, T5- GA₃ + IBA + kinetin mixture at 5%), and fruits were harvest (51 days after the first application) and transported to the Fruits and Vegetables Laboratory of Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial/UNESP, Botucatu, SP.

The fruits were evaluated every 5 days during a 20-day storage period. Alterations in post harvest quality were detected through analyses comprising fresh weight loss, firmness, titratable acidity, pH, soluble solids, SS/TA ratio, total sugars, reduced sugars and sucrose, and activity of the enzymes peroxidase (POD), pectin methylesterase (PME), and polygalacturonase (PG). Macronutrients and micronutrients were analyzed at harvest time. The statistical design consisted of randomized blocks including a control, in addition to four treatments and four replicates that corresponded to blocks.

Under the conditions in which the experiment was conducted, the results allow us to conclude that the treatments involving gibberellic acid (T2) and the mixture of plant growth regulators (T5) provided the best preservation of 'Galileu' cantaloupe fruits, by maintaining firmness with smaller fresh weight loss in relation to the other treatments. All treatments influenced enzymatic activity, increasing peroxidase activity. However, treatment T5 (GA₃ + IBA + kinetin) showed higher activity for all of the enzymes, with high PG activity in the beginning of the storage period, while the other enzymes increased during ripening.

Keywords: *Cucumis melo* L. var. *reticulatus*, gibberellin, auxin, cytokinins, polygalacturonase pectin methylesterase.

3. INTRODUÇÃO

A produção de melão no Brasil em 2001 atingiu a marca de 264.431 toneladas, apresentando um total exportado de 99.434 toneladas, dos quais 40% foram para o Reino Unido (AGRIANUAL, 2004). Os frutos brasileiros chegam a ocupar 70% do mercado europeu na entressafra espanhola (BRANDÃO FILHO e VASCONCELLOS, 1998), sendo um dos fatores responsáveis pelo crescimento de 800% das exportações brasileiras nos últimos 15 anos. Em 2002, o melão ocupou o 2º lugar entre os frutos nacionais mais exportados (AGRIANUAL, 2004). A produção em 2003 foi de 349.498 toneladas, um acréscimo de quase 100 mil toneladas em apenas 2 anos e as exportações atingiram 142.587 toneladas em 2004, cerca de 40 mil toneladas superior ao ano de 2001 (AGRIANUAL, 2006).

El-Kholy et al. (1982) demonstraram em estudos que os reguladores vegetais podem ser utilizados na cultura do meloeiro para aumentar a escala de produção e qualidade. Os reguladores vegetais sintéticos quando aplicados nas plantas produzem efeitos semelhantes àqueles gerados pelos hormônios vegetais. Muitas dessas substâncias são, na verdade, análogas químicas desses hormônios, enquanto outras não (DAVIES, 2004). Segundo Castro e Vieira (2001) os grupos hormonais são auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico, etileno, brassinosteróides, jasmonatos e salicilatos.

Embora o envolvimento do etileno na regulação do amadurecimento seja bem conhecido, também já foi evidenciado o papel de outros reguladores do processo de amadurecimento dos frutos, além do etileno. As auxinas, giberelinas e citocininas, têm sido estudadas com interesse particular por funcionarem total ou parcialmente como retardadores

de senescência de frutos. Em geral, têm efeito oposto ao do ABA, com relação ao aumento na síntese de hidrolases, responsáveis pelos processos degradativos de folhas e tecidos de frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O uso de produtos químicos é uma prática comum na agricultura para melhorar a produtividade, qualidade e aparência das plantas (LATIMER, 1992). El-Khole et al. (1982), visando melhorar a qualidade dos frutos, realizaram experimentos com nove reguladores vegetais em melões e observaram que os reguladores vegetais poderiam proporcionar melhoria em vários aspectos da cultura do meloeiro.

Outros pesquisadores utilizaram reguladores vegetais visando melhorar a qualidade do melão (OFUSO-ANIM et al., 1998; HAYATA et al., 2000), caqui (FERRI et al., 2004), maçã (MASIA et al., 1998; STOVER e FARGIONE, 2003), laranja (ANTONIOLLI et al., 2003), cereja (KONDO e DANJO, 2001; KAPPEL e MACDONALD, 2002; HORVITZ et al., 2003) e limão (SPÓSITO et al., 2000).

Uma grande atenção vem sendo dispensada à conservação pós-colheita de frutos e hortaliças, visto que as perdas dos produtos pós-colheita atingem índices entre 25 e 60% nos países em desenvolvimento (COELHO, 1994).

A mais viável das soluções para o problema do desequilíbrio entre a população e a quantidade de alimento disponível seria a redução nas perdas que ocorrem nas diferentes etapas de obtenção dos alimentos, desde a produção até a comercialização e consumo (CHITARRA e CHITARRA, 1990), sendo que a utilização de reguladores vegetais na pré-colheita seria um fator relevante no prolongamento do tempo de prateleira de hortaliças em geral.

O amadurecimento dos frutos é um evento geneticamente programado que é caracterizado por um número de processos bioquímicos e fisiológicos que altera a coloração dos frutos, sabor, aroma e textura. A fisiologia e metabolismo dos frutos estão relacionados com o amadurecimento e senescência, no qual envolve certamente as características hormonais e enzimáticas (BRADY, 1987).

O melão rendilhado pode ser considerado um produto destinado à exportação ou direcionado as classes A e B e por ser uma cultura com grande demanda de mercado e preços bastante compensadores, tornou-se muito procurada pelos produtores que

empregam o sistema de cultivo em ambiente protegido, utilizando nestes, cultivares diferenciados, como o ‘Galileu’ (BRANDÃO FILHO e VASCONCELLOS, 1998).

O cultivo de melão ‘Galileu’ é muito restrito, devido à baixa resistência dos frutos ao transporte e à reduzida conservação pós-colheita. A exigência do mercado estrangeiro aos produtos agrícolas faz com que a qualidade, prolongação do tempo pós-colheita e resistência do produto ao transporte sejam pontos de extrema importância, desde a colheita até a comercialização. Nesse sentido, o presente trabalho propõe-se avaliar a qualidade dos frutos do melão rendilhado ‘Galileu’ das plantas tratadas com reguladores vegetais.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Origem, características da cultura e distribuição geográfica no Brasil

Segundo Nuez et al. (1996), a origem do melão (*Cucumis melo* L.) é discutível, pois é encontrado em diversas zonas da África e Ásia, além de haver relatos como sendo proveniente da Índia, China, Irã e Arábia.

Para Araújo (1980), o meloeiro é uma planta anual, herbácea, rasteira, de haste sarmentosa que apresenta sistema radicular com crescimento abundante nos primeiros 30 cm de profundidade do solo. Suas folhas são de tamanhos e formas bastante variadas. Quanto às flores, podem ser monóicas, ginóicas ou, na sua grande maioria, andromonóicas. Os frutos são bastante variados, tanto em relação ao tamanho, como em relação ao formato (achatado, redondo ou cilíndrico).

A casca pode ser lisa, ondulada ou rendilhada e de várias cores (branca, verde, amarela, marrom). A polpa apresenta textura crocante ou dissolvente, tem coloração branca, verde, salmão ou vermelha, e aroma bem característico, intensificado conforme a coloração da polpa apresenta-se mais avermelhada (ARAÚJO, 1980).

Os frutos do grupo *Cucumis melo* var. *reticulatus* Naudin são diferenciados pelo rendilhamento da casca e pelo alto teor de sólidos solúveis que podem apresentar. Tem forma semi-oblonga (ovalada), com rendilhado de coloração verde e polpa

apresentando textura intermediária, de cor branco-esverdeada e aroma suave (BRANDÃO FILHO e VASCONCELLOS, 1998).

O melão tipo ‘Galia’, híbrido Galileu é de origem israelense e têm como característica coloração da casca verde que muda para amarelo com o amadurecimento, com reticulação suave e polpa branco esverdeada, necessitando de um manuseio mais cuidadoso na pós-colheita (SYNGENTA SEEDS, 2005).

No Brasil, a cultura do melão (*Cucumis melo* L.) foi implantada na década de 60. Até então, quase todo o mercado nacional era abastecido por produtos importados, principalmente, do Chile e da Espanha. Neste período as principais áreas produtoras se concentravam nos estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo. Entretanto, devido á fatores climáticos, a produtividade e a qualidade do produto eram muito limitadas (DIAS et al., 1998).

Com o surgimento da produção na Região Nordeste, a produção brasileira passou a crescer vigorosamente. A produção nacional está atualmente concentrada em duas zonas, as quais, no conjunto, são responsáveis por 90% da produção desta hortaliça, ambas localizadas na Região Nordeste. A mais importante delas é o pólo meloeiro do RN/CE, que é composto pelo Agropolo de Mossoró e Açu, no Rio Grande do Norte, e pelo Agropolo do Baixo Jaguaribe no Ceará. O outro pólo meloeiro do país é do pólo BA/PE, que fica assentado no Agropolo do Submédio São Francisco, abrangendo Pernambuco e Bahia (DIAS et al., 1998).

Algumas das principais empresas operadoras do mercado europeu de produtos hortifrutícolas consideram que essa é a zona mais propícia para o cultivo de melão em todo hemisfério sul e sinalizam positivamente sobre a possibilidade de parceria na comercialização do melão ali produzido (ARAÚJO e VILELA, 2003).

4.2 Aspectos qualitativos do melão e reguladores vegetais

A qualidade comercial dos produtos hortícolas depende, basicamente, de uma série de fatores relacionados com o manejo da cultura (escolha da região, microclima, cultivar, espaçamento, preparo do solo, disponibilidade de água e nutrientes, manejo integrado de pragas e doenças, dentre outros), determinação do ponto de colheita e manuseio pós-colheita (MORETTI e ARAÚJO, 2003).

Diversos indicadores são utilizados na determinação do ponto de colheita de melões. O desenvolvimento da zona de abscisão do pedúnculo, mudanças na coloração e firmeza da casca, idade dos frutos e teor de sólidos solúveis são alguns dos indicadores empregados, sendo os dois últimos os mais utilizados (PRATT, 1971).

O melão para exportação deve possuir polpa de textura firme e conter boa quantidade de água. As sementes devem estar presas à polpa e preencher toda cavidade central do fruto, que também deve apresentar Brix entre 9° e 12°, sendo considerado de ótima qualidade se superior a este intervalo. Segundo Sales Júnior et al. (2004), entre os frutos tipo Amarelo, Orange Flesh, Pele de Sapo, Gália, Cantaloupe e Charentais que são exportados pelo porto de Natal (RN), o único que apresenta índice médio aceitável de sólidos solúveis para a exportação é o melão tipo Amarelo.

Outros fatores, além desses já mencionados, são essenciais para a exportação, como o acondicionamento ideal e embalagem adequada para a comercialização (GAYET, 1994).

Taiz e Zeiger (2004) citam a utilização comercial de alguns reguladores vegetais, assim como, a auxina que é utilizada desde a década de 50 e a giberelina onde o seu principal uso inclui o controle do cultivo de frutas.

Alguns dos fatores de qualidade citados foram estudados por El-Khole et al. (1982) através de experimentos utilizando diversos reguladores vegetais em melões, observaram que o ethephon proporcionou ótimo teor de sólidos solúveis, além de maior produtividade, peso, espessura de polpa, menor espessura de casca, embora um dos menores teores de ácido ascórbico.

Entretanto, Hayata et al. (2000) utilizando o regulador CPPU [1-(2-chloro-4-pyridyl)-3phenilurea], uma citocinina derivada da uréia, observaram a promoção do pegamento de frutos de melão com e sem sementes, além de seu crescimento nos 10 primeiros dias depois da antese. No entanto, teve pequeno efeito sobre os níveis de sólidos solúveis em frutos com sementes. Naqueles sem sementes, reduziu o teor dos níveis de sacarose na placenta quando aplicado em altas concentrações.

Em 2002, Hayata et al. com aplicação de p-CPA (ácido para-chlorophenoxiacético), um regulador do grupo das auxinas, em frutos partenocárpicos de melão conseguiram reduzir alguns dos efeitos negativos do CPPU, promovendo o aumento do peso, melhora na coloração da casca e também, no acúmulo de açúcares. Porém, se aplicado em altas concentrações e em época inadequada, reduziu a firmeza do fruto, outro atributo de extrema importância para a qualidade dos frutos.

O acúmulo de açúcares durante o crescimento do fruto de melão é muito importante, pois é utilizado como o principal critério para a avaliação da qualidade dos mesmos (PRATT, 1971). O açúcar é acumulado, principalmente, no vacúolo e em menor grau no apoplasto, sua concentração aumentando com a maturação do fruto (OFUSO-ANIM e YAMAKI, 1994).

O ácido indolilacético (IAA) estimulou o acúmulo de fotoassimilados em tecidos celulares (PATRICK, 1979). O IAA aumenta a atividade da bomba de H^+ pelo estímulo da síntese da H^+ -ATPase da membrana plasmática (HAGER et al., 1991). Taiz e Zeiger (2004) consideram uma segunda hipótese em relação ao bombeamento, que a auxina liga-se a uma proteína na superfície celular ou no citossol, o complexo interage diretamente com a H^+ -ATPase da membrana plasmática para estimular o bombeamento de prótons, e os mensageiros secundários como o cálcio e o pH intracelular podem estar envolvidos.

Entretanto, Saftner e Wyse (1984) reportaram inibição da absorção de sacarose em beterraba pelo IAA. Esta diminuição no conteúdo de sacarose pode ser explicado por Gao et al. (1999), que observaram alta atividade da invertase no estágio inicial de desenvolvimento quando ocorre baixo teor de sacarose em melão. Lee et al. (1997) relataram que a atividade da invertase em tecidos de frutos de melão é estimulada pelo ácido indolil-3-acético (IAA).

A sacarose é o açúcar predominante em frutos de melão e a invertase é a enzima chave para catalizar a hidrólise da sacarose para glicose e frutose (HAYATA et al., 2000).

Um sistema bifásico tem sido reportado para a absorção de açúcar pelo protoplasto de maçã, consistindo em sistemas de carregadores e difusão simples que são sugeridos por participar no acúmulo de sacarose, glicose e frutose em tecidos de melão. A contribuição de cada sistema depende da concentração de açúcares no apoplasto. Se a concentração é baixa, a absorção ocorre através do sistema de carregadores (YAMAKI e ASAKURA, 1988).

Ofuso-Anim et al. (1998) trabalhando com absorção de sacarose, glicose e frutose em frutos de melão por estes dois sistemas, observaram que o IAA estimulou a absorção de glicose e frutose aumentando o transporte por carregadores e difusão simples, mas estimulou a absorção de sacarose apenas pelo sistema de absorção por carregadores.

Outros reguladores vegetais foram citados por influenciar o teor de sólidos solúveis (SS) em melão e em outras espécies. El-Khole et al. (1982), trabalhando com aplicação de giberelina em melão, observaram que o teor de SS quase dobrou em relação ao controle nos dois anos que o experimento foi realizado. O controle revelou um teor de SS de 5,9 e 5,4 em 1978 e 1980, respectivamente, enquanto os tratamentos com giberelina mostraram teores de 10,45 e 10,15.

De acordo com Llanos et al. (1991) todos os tratamentos (2,4-D, GA₃, NAA) promoveram aumento no teor de SS na maturação de uva, exceto o tratamento com 2,4-D + GA₃. Segundo Antoniolli et al. (2003), o tratamento que proporcionou maior teor de sólidos solúveis foi 2,4-D + Mancozeb em frutos de laranjeira até o 30º dia de aplicação, seguindo-se os tratamentos com GA₃, 2,4-D, GA₃ + 2,4-D e controle. Verificou-se aos 45 dias do tratamento decréscimo no teor de SS dos frutos tratados com 2,4-D + Mancozeb, o que possibilitou que os frutos tratados com GA₃ apresentassem o maior teor de sólidos solúveis.

Contrariando os resultados obtidos anteriormente, Ferri et al. (2004) observaram incremento durante a maturação mais acentuado em caquis não tratados com GA₃, porém, teve efeito positivo na aplicação de GA₃ sobre a preservação de melhores valores de

firmeza da polpa, provavelmente, devido à diminuição da atividade metabólica da parede celular.

O processo de amolecimento é parte integrante do amadurecimento de quase todos os frutos e tem grande importância comercial devido à vida pós-colheita ser limitada, em grande parte pelo aumento do amolecimento, que o torna mais susceptível a injúrias mecânicas e a doenças durante o manuseio pós-colheita (BICALHO et al., 2000).

A giberelina tem sido mostrada por atrasar a maturação e amadurecimento de inúmeros frutos. Contudo, a resposta pode variar dependendo da espécie, apesar de obter respostas semelhantes em diversas espécies (BEN-ARIE et al., 1996).

O uso de ácido giberélico é uma prática comum em produções de cereja no oeste da América do Norte (LOONEY, 1996). Esta utilização é para o atraso da maturação e aumento da firmeza dos frutos, critério de extrema importância para a qualidade de cerejas (KAPPEL e MACDONALD, 2002).

Kappel e Macdonald (2002) testaram aplicações únicas e múltiplas (20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹, 10+10 mg L⁻¹, 10+10+10 mg L⁻¹) de GA₃ no cultivar de cereja sweetheart e observaram que todos os tratamentos foram significativamente diferentes, apresentando maior firmeza que o controle, mesmo quando colhidos uma semana depois.

Ben-Arie et al. (1996) observaram em frutos de caqui, pré-tratados com GA₃, maior firmeza comparados com o controle na colheita. Esta diferença foi mantida depois do armazenamento em temperatura de -1 °C, não ocorrendo amolecimento dos frutos tratados durante os três meses de armazenamento. Mas, o efeito mais marcante foi quando os frutos foram transferidos para a temperatura de 20°C. Enquanto o controle estava completamente amolecido uma semana depois, os frutos tratados permaneceram firmes.

A auxina sintética, 2,4-DP, é utilizada no Japão em maçãs e pêras para evitar a queda de frutos na pré-colheita, contudo, se aplicado em altas concentrações promove o amadurecimento dos frutos (KONDO e TAKAHASHI, 1988). Kondo et al. (1999) observaram que frutos tratados com 2,4-DP não diferenciaram do controle até o 13º dia. Contudo, a partir desta data, a firmeza nos frutos controle decresceram em menor grau em relação aos frutos tratados.

Segundo Johnston et al. (2002), alguns autores sugerem que auxina e giberelina reduzem a firmeza de maçãs e em contraste, uso de citocininas e outros produtos semelhantes produzem maior firmeza em maçãs antes e depois do armazenamento.

Tem sido sugerido que o decréscimo na firmeza durante o amadurecimento de frutos é devido a alterações nas características dos polissacarídeos da lamela média, cujos principais componentes são as substâncias pécticas (BATISSE et al., 1994). Este amadurecimento é um evento geneticamente programado que é caracterizado por um número de processos bioquímicos e fisiológicos, no qual envolvem certamente as características hormonais e enzimáticas (BRADY, 1987).

4.3 Enzimas e reguladores vegetais

As espécies de oxigênio reativo (ROS) são produzidas durante o curso do metabolismo normal e reagem com as estruturas orgânicas estáveis (lipídeos e proteínas das membranas celulares, aminoácidos, etc.), retirando delas um elétron. Dessa forma, tem início à peroxidação de lipídeos e a agregação de proteínas com os seguintes efeitos: danos as membranas, vazamento de eletrólitos, distúrbios metabólicos, perda de funções celulares e morte das células e tecidos. Alguns sistemas enzimáticos atuam como antioxidantes naturais, prevenindo a formação de radicais ou seqüestrando os radicais já formados. Entre eles, são bem conhecidos os sistemas superóxido-dismutase (SOD), catalase e a peroxidase (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

No estresse oxidativo ocorrem diferentes reações enzimáticas e não enzimáticas com formação e degradação dos radicais livres. Nas reações enzimáticas, o H_2O_2 é considerada uma ROS formada pela ação da SOD (superóxido dismutase) é metabolizado pela peroxidase, com produção de água (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A maioria das observações dá suporte a idéia que a senescência e altos níveis de enzimas oxidativas são fenômenos estritamente associados. Múltiplos aumentos na atividade de enzimas oxidativas durante a senescência de folhas destacadas tem sido reportados (KAR e MISHRA, 1976).

Relatos associam a senescência de órgãos com o aumento da atividade da peroxidase (POD), sugerindo que esta enzima poderia ser um dos mais seguros marcadores da maturação e senescência (PARISH, 1968). Porém, Ford e Simon (1972) sugerem que a atividade da peroxidase aumenta várias vezes com o atraso da senescência em mudas de pepino.

Segundo Oliveira Junior et al. (2004), os valores da atividade de peroxidase diminuíram gradativamente durante o amadurecimento da fruta-de-lobo. A diminuição da atividade desta enzima pode estar relacionada à diminuição dos teores de polifenóis durante o amadurecimento da fruta-de-lobo, em virtude do aumento gradual na condensação dos fenólicos solúveis, tornando-os insolúveis por esses se ligarem fortemente a outros compostos celulares e, conseqüentemente, tornarem-se indisponíveis à ação da enzima POD. Masia et al. (1998) observaram comportamento diferente para frutos de maçã durante o amadurecimento, constatando aumento da atividade desta enzima.

Segundo Kar e Mishra (1976) durante a senescência ocorre aumento na atividade da enzima oxidativa peroxidase e a aplicação de cinetina e benzimidazol acentuou a atividade desta enzima quando comparadas com o controle (água).

A benziladenina e CPU aceleraram a atividade da peroxidase, no qual foi sugerido que a citocinina pode tornar esta enzima ativa, assim controlando os níveis de H_2O_2 (KAPCHINA-TOTEVA e YAKIMOVA, 1997). A menos que eficientemente metabolizados, as espécies de oxigênio reativo podem alterar o metabolismo da planta, modificando estruturalmente as proteínas e acentuando sua suscetibilidade a degradação proteolítica (PELL e DANN, 1991). A enzima POD é um importante sistema antioxidante degradando o H_2O_2 (FOYER et al., 1994).

Compostos do grupo dos triazóis como paclobutrazol (PBZ), uniconazole e triadimefon (TDM), tem propriedades dos reguladores vegetais, induzindo uma variedade de respostas morfológicas e bioquímicas nas plantas. Tem sido proposto que estes compostos estimulam a síntese de citocinina (FLETCHER et al., 1982). Feng et al. (2003), pesquisando mudas de pepino observaram que o estresse causado pelo frio diminui a atividade da peroxidase e a aplicação de TDM, do mesmo grupo dos triazóis, amenizou a injúria causada pelo frio pela prevenção da diminuição na atividade destas enzimas, inibindo o aumento do peróxido de hidrogênio (H_2O_2).

Em melões do grupo *Inodorus*, não aromáticos de casca firme, Lacan e Baccou (1998) observaram que o cultivar Clipper com longa vida de prateleira (>14 dias), possui maior atividade de enzimas que conferem defesa contra radicais livres e agentes oxidantes do que o cultivar Jerac, com pouca capacidade de armazenamento (<7dias). Graças a maior atividade destas enzimas, os frutos do cultivar com maior capacidade de armazenamento sofreram menor peroxidação dos fosfolipídios das membranas. Em estudos anteriores Lacan e Baccou (1996) já tinham observado maior extravasamento de solutos durante o amadurecimento no cultivar com menor capacidade de armazenamento.

À medida que a atividade enzimática da POD foi diminuindo, observou-se aumento significativo da atividade da enzima poligalacturonase, relacionada com o metabolismo da parede celular (GONÇALVES et al., 2006).

O entendimento da bioquímica do amaciamento dos frutos com o amadurecimento poderão propiciar informações comerciais importantes, uma vez que os frutos mais firmes poderão ser comercializados por um período mais longo (RESENDE et al., 2004).

A degradação da protopectina da lamela média e da parede celular primária, o aumento da pectina solúvel e a perda de açúcares neutros não-celulósicos são relatados durante o amadurecimento dos frutos (GROSS e SAMS, 1984). A seqüencial desestruturação dos polissacarídeos durante o amadurecimento pode envolver interações covalentes e não covalentes como resultado da ação de enzimas de parede (FISCHER e BENNETT, 1991). A parede celular é uma estrutura altamente complexa (TAIZ e ZEIGER, 2004), devido a isto, é provável que um esforço combinado de uma variedade de enzimas possa ser requerido para efetuar a desestruturação dos carboidratos da parede celular e amolecimento (GIOVANNONI et al., 1992).

O conhecimento da estrutura da parede celular (GONÇALVES et al., 2006) e a atuação de algumas enzimas, possivelmente responsáveis pela degradação da parede em melão (ROSE et al., 1998), são importantes para a tecnologia pós-colheita (Figuras 1, 2 e 3). Um grande número de enzimas tem participação na degradação biológica das substâncias pécicas, embora algumas não sejam bem estudadas. Entre elas, as mais importantes são a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (FONSECA, 1974).

A enzima PME catalisa a desmetilação do grupo carboxílico dos resíduos de galacturosil, desesterificando-os. Assim, a PG só catalisa a hidrólise das ligações α -1,4 do ácido galacturônico quando desesterificados (FISCHER e BENNETT, 1991). Portanto, a hidrólise da pectina depende da ação da PME, que está presente em todos os estádios, porém, o aumento em sua atividade só ocorre durante o amadurecimento (PRESSEY e AVANTS, 1982).

Segundo Kondo et al. (1983), pode ocorrer dois tipos de poligalacturonase; endopoligalacturonase (endo-PG) que rompe a cadeia de ácido galacturônico aleatoriamente e exo-PG com rompimento terminal. Segundo Kondo e Danjo (2001), o catabolismo de substâncias pécticas não é causada pela exo-PG, mas pela atividade da endo-PG, no qual não foi detectável em seu estudo com cereja.

Awad e Young (1979) observaram o comportamento destas duas enzimas e constataram alta atividade da PME nos primeiros 5 dias do pré-climatério com queda abrupta em 48 horas antes do início do climatério, quando se iniciou o aumento da atividade da PG, sugerindo que a primeira enzima tem a função de preparar o substrato para a poligalacturonase.

Resultado semelhante foi encontrado por Brummell et al. (2004) e Prasanna (2003) em pêssgo e manga, respectivamente, onde observaram que o aumento da poligalacturonase ocorria após um decréscimo na atividade da pectinametilesterase.

Chin et al. (1999) observaram o comportamento destas duas enzimas no amolecimento de frutos de carambola durante o amadurecimento e constataram que aumentam simultaneamente, Assim como o encontrado por Iannetta et al. (1999) em frutos de framboesa.

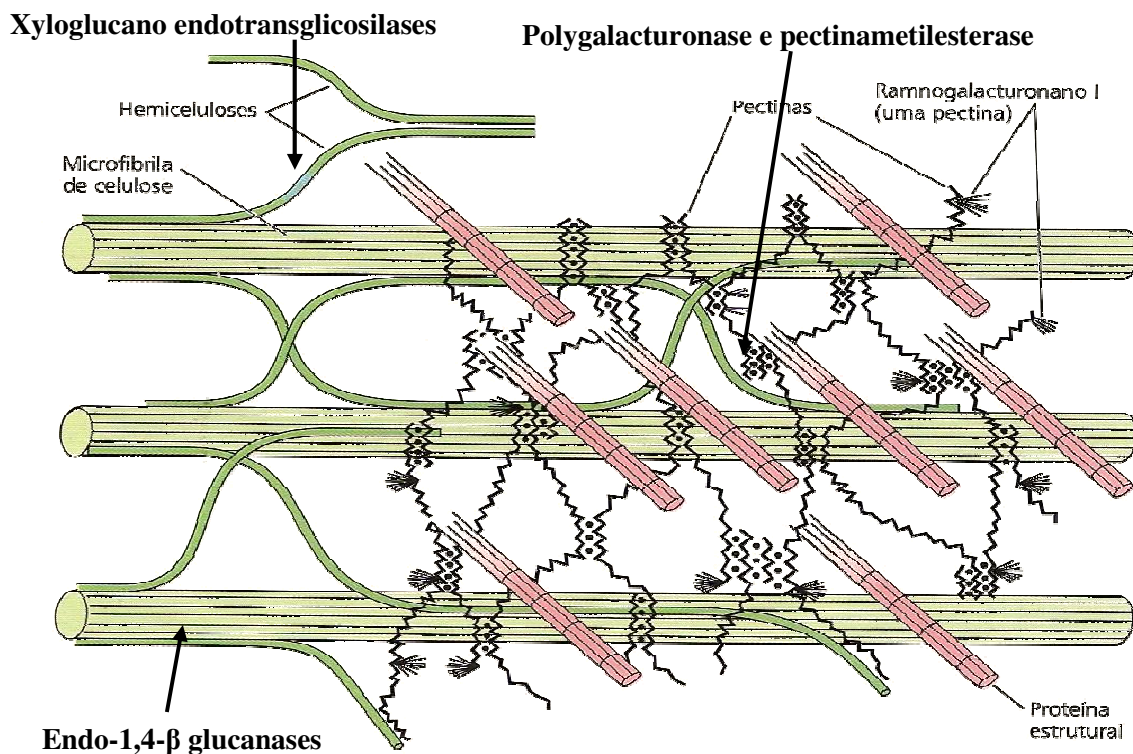


Figura 1. Diagrama esquemático dos principais componentes estruturais da parede celular primária e seu provável arranjo e enzimas atuantes. As microfibrilas são revestidas com hemiceluloses (xiloglucano), que podem também ligar as microfibrilas entre si. As pectinas formam um gel de matriz de ligação, talvez interagindo com proteínas estruturais (BRETT e WALDRON, 1996).

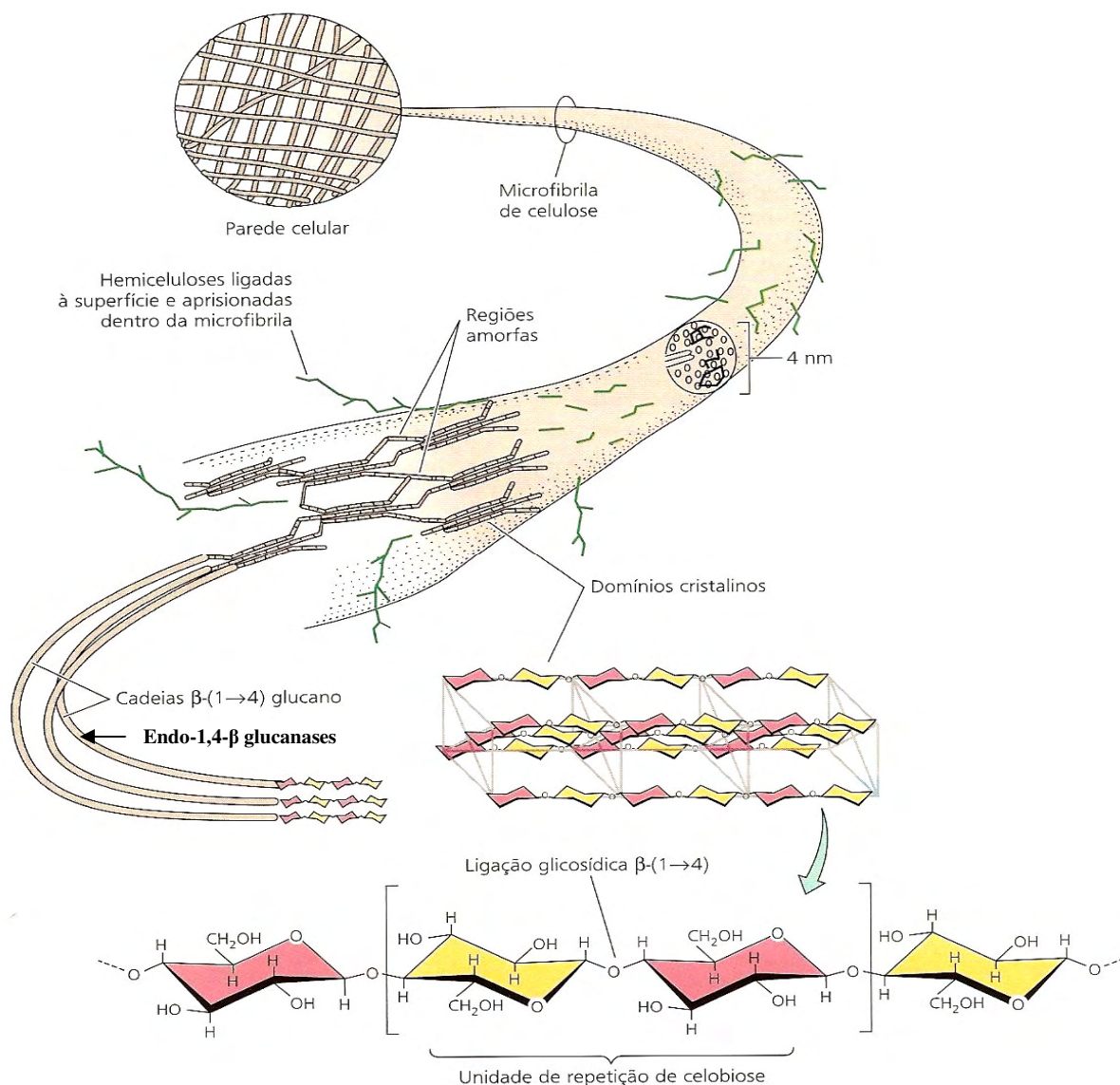


Figura 2. Modelo estrutural de uma microfibrila de celulose. A microfibrila possui regiões de alta cristalinidade entremeadas com glucanos menos organizados. Algumas hemiceluloses também podem ser aprisionadas na microfibrila e ligadas à superfície (TAIZ e ZEIGER, 2004).

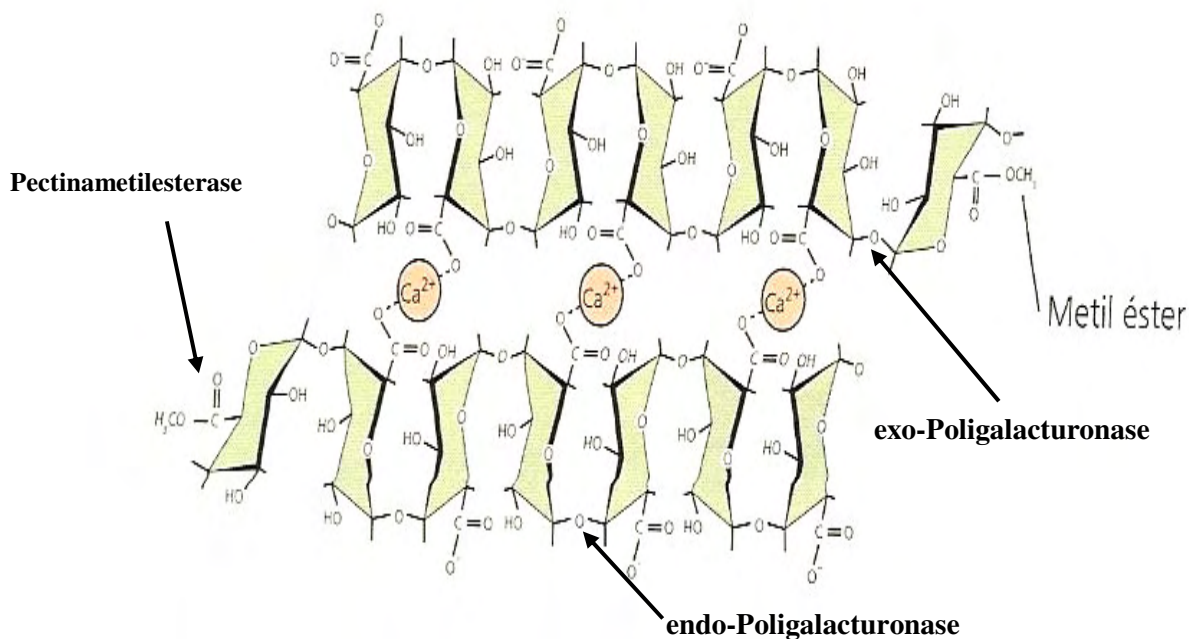


Figura 3. A formação de uma rede de pectinas envolve pontes iônicas, por meio de íons cálcio, dos grupos carboxila (COO^-) não esterificados. Quando bloqueados por grupos metil-esterificados, os grupos carboxila não podem participar desse tipo de formação de rede intercadeia (CARPITA e MACANN, 2000).

Oliveira Junior et al. (2004) não detectaram a presença da PG, somente a atividade da enzima PME em fruta-de-lobo, com conseqüente aumento nos teores de pectina solúvel, não podendo inferir que somente esta enzima esteja envolvida no processo de degradação, mas pode estar envolvida no processo de solubilização das pectinas, já que as pectinas com alto grau de esterificação são pouco solúveis em água e as desesterificadas (ácidos poligalacturônicos) são altamente solúveis. Assim como a presença da PG em morangos é incerta, tem sido relatada sua presença (EL-ZOGHBI, 1994) ou sua ausência (HUBER, 1984).

Em melão, substancial quantia de despolimerização e solubilização acontece durante o amadurecimento. O melão do grupo *Cucumis melo* var. *reticulatus* pode representar um excelente sistema de modelo para examinar a seqüência temporal de desestruturação da parede celular devido seu rápido amolecimento. Em melões 'Charentais' mRNAs de PG são abundantes em R2 (amadurecimento intermediário), enquanto um pico da

atividade da pectinase foi aparentemente em R3 (no estágio maduro), sugerindo que este pico foi resultado da atividade da PG (ROSE et al., 1998). Hadfield e Bennett (1998) correlacionaram a solubilização e despolimerização de pectinas em melões Charentais com aumento da atividade de enzimas degradadoras de pectina e o aparecimento de três PG mRNAs. Os dados apresentados por Hadfield et al. (1998) suportam um papel da PG na despolimerização da pectina em melão. Porém, prévias tentativas de detectar a atividade de PG no amadurecimento de melão têm sido mal sucedidas (HOBSON, 1962; LESTER e DUNLAP, 1985; MCCOLLUM et al., 1989).

Serrano et al. (2002) observaram o efeito da deficiência de cálcio no comportamento da PG e constataram que o controle (sem deficiência de cálcio) não apresentou atividade desta enzima, enquanto os tratamentos com baixos níveis ou ausência de cálcio propiciaram aumento nos níveis de PG.

O envolvimento do etileno na solubilização de pectinas tem sido relatado em inúmeros frutos, porém o papel de outros reguladores vegetais no controle deste processo não é muito estudado (MAJUMDER e MAZUMDAR, 2001).

Mignani et al. (1995) observaram que o tratamento com giberelina reduziu o teor de ácidos urônicos solúveis em água, assim como, na atividade da PG, e quando associado com cálcio inibiu completamente esta atividade e, ainda, observaram que o aumento na concentração deste regulador vegetal proporcionava maior eficiência. O atraso do amadurecimento causado pelo GA₃ poderia ser resultado direto deste regulador na expressão/atividade da PG e outros fatores que afetam a solubilidade da pectina.

A aplicação de giberelina duas semanas antes da colheita em pomares de caqui retardou o amadurecimento dos frutos na árvore e atrasou a taxa de amolecimento pós-colheita. Este efeito persistiu durante e depois do armazenamento resfriado. E este atraso do amolecimento pode ser atribuído ao efeito do regulador sobre o metabolismo da parede celular. Os dados indicaram que o GA₃ atrasou todas as mudanças na parede celular que acompanham o amolecimento, incluindo dissolução da lamela média, separação do plasmalema da parede celular, aumento da solubilização de substâncias pécicas, perda de açúcares neutros e aumento na atividade da PG (BEN-ARIE et al., 1996).

As formas solúveis de substâncias pécticas seguiram de aumento em frutos tratados (auxina e giberelina) durante o amadurecimento. Além disso, o acúmulo destas frações de polímeros solúveis foi maior em frutos tratados com auxina em relação aos tratados com giberelina. As frações insolúveis foram maior no tratamento com GA₃, quando comparado com o controle, enquanto a auxina proporcionou menores teores em relação ao controle. A atividade da PG tendeu a aumentar independente do tratamento, contudo, o aumento foi em menor grau em frutos pulverizados com ácido giberélico e a auxina apresentou os maiores valores, inclusive em relação ao controle. Em relação à outra enzima (PME) responsável pela desmetilação da cadeia de ácido galacturônico comportou-se de maneira inversa, com diminuição durante os estádios de desenvolvimento, mas a atividade seguiu o mesmo comportamento, com maior atividade para os tratamentos com IBA (ácido indolilbutírico), seguido do controle e GA₃ (MAJUMDER e MAZUMDAR, 2001).

Resultado semelhante foi reportado por Kondo et al. (1999) em pêras tratadas com a auxina sintética, 2,4-DP, onde relataram maior atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase nos frutos tratados com este regulador vegetal e, conseqüentemente, menor firmeza.

4.4 Reguladores vegetais e atividade fotossintética

A vida na terra depende, em última análise da energia proveniente do sol. A fotossíntese é o único processo de importância biológica que pode aproveitar essa energia. Durante a fotossíntese, a planta utiliza a energia solar para oxidar a água, liberando conseqüentemente oxigênio e reduzir o dióxido de carbono, assim produzindo grandes compostos carbonados, sobretudo açúcares (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os principais produtos finais do metabolismo de carboidratos fotossintéticos são amido e sacarose (ALLA et al., 2001). Após a colheita os frutos continuam o seu processo respiratório, no qual utilizam seus dois maiores substratos, os açúcares e ácidos orgânicos (SEYMOUR et al., 1993).

Alguns trabalhos estudaram o efeito do ácido giberélico sobre a taxa fotossintética com resultados contraditórios ou não conclusivos. Coulombe e Paquin (1959) observaram marcante aumento na fotossíntese, respiração e transpiração após a pulverização em plantas de tomate com 100 mg L⁻¹ de GA₃. Contudo, Haber e Tolbert (1956) não encontraram nenhum efeito na taxa de fixação de CO₂. Hayashi (1961) concluiu que o aumento na atividade fotossintética em plantas de tomates tratadas com GA₃ não foi devido ao incremento, mas sim, devido ao aumento na área foliar.

Bidwell e Turner (1966) observaram que quando folhas de feijão eram pulverizadas com solução de IAA, proporcionava aumento de 30-100% num período de 20 ou 30 minutos sobre a taxa de assimilação de CO₂, e após este período retorna a sua taxa original. Os mesmos autores constataram que o IBA, auxina sintética, também proporcionou aumento na taxa de assimilação de CO₂, porém, outros reguladores como NAA, 2,4-D e IPA (auxinas sintéticas), GA₃ e cinetina não promoveram aumento nesta taxa e, ainda, a cinetina causou uma marcante inibição.

Aplicações foliares de cinetina revertem completamente os efeitos deletérios da salinidade sobre os níveis de açúcares solúveis e insolúveis e, certamente, metabólitos fotossintéticos totais (ALLA et al., 2001). No mesmo padrão, Abdalla et al. (1992) constataram que as aplicações foliares de BA, 2,4-D e GA₃ aumentaram os teores de açúcares redutores, sacarose, polissacarídeos e açúcares totais em folhas de rabanete vermelho.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi conduzido em estufa para cultivo protegido localizada na área experimental da Fazenda Experimental de São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho”, Botucatu, SP, com coordenadas geográficas 22°46’35”S e 48°34’44”WGr e altitude de 740 m. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é mesotérmico do tipo Cwa, subtropical úmido , com verão chuvoso e inverno seco.

5.2 Estufas

A estufa em arco (Figura 4), instalada no sentido leste-oeste apresentava as seguintes características: 40 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m, coberto com filme de polietileno transparente de baixa densidade com 150 micras de espessura e as laterais foram protegidas com o mesmo filme até 1 m de altura e possuíam tela de nylon preta de 1,00 mm.



Figura 4. Visão da estrutura da estufa para condução do meloeiro em cultivo protegido.

5.2.1 Característica dos canteiros

Foram construídos seis canteiros com altura de 0,20 m acima do nível do terreno. Cada canteiro foi servido por uma linha de irrigação e fertirrigação.

5.2.2 Adubação de plantio e fertirrigação

A característica química do solo (Tabelas 1 e 2) foi realizada mediante análise de amostras compostas coletadas antes da construção dos canteiros na camada de 0,20 m de profundidade, para quantificar a necessidade de calagem, adubação de plantio e de cobertura.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m de uma área não cultivada.

P	S	M.O.	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al ⁺³	pH	SB	CTC	V
----(mg dm ⁻³)---		(g dm ⁻³)	-----mmol _c dm ⁻³ -----				(CaCl ₂)	-mmol _c dm ⁻³ -		%
182	1	10	1,7	50	7	13	6,3	59	72	82

Tabela 2. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m de uma área não cultivada.

B	Cu	Fe	Mn	Zn
------(mg dm ⁻³)-----				
0,23	1,3	19	9,7	5,8

Com base na análise química do solo, procedeu-se a correção do solo mediante a aplicação no sulco de plantio de 2 Kg ml⁻¹ de esterco composto, 30g ml⁻¹ de Yoorim Máster + S e 20 g ml⁻¹ de KCl vinte dias antes do plantio, visando o aumento de K, B e S que estavam com teores médio, médio e baixo, respectivamente.

A fertirrigação foi através da tabela (Tabela 3) de extração para melão rendilhado obtida por Kano (2002), fornecendo a melhor dose no experimento (300 Kg de K₂O e 200 Kg de N).

Tabela 3. Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido (Kano, 2002).

<i>Dias após o transplantio</i>	<i>Extração (% ha⁻¹ dia⁻¹)</i>	
	N	K
1-5	1	1
6-11	2	1
12-16	3	2
17-22	6	4
23-27	9	8
28-33	17	16
34-38	28	18
39-43	16	20
44-49	7	18
50-54	6	9
55-60	3	2
61-65	2	1

5.3 Condução das plantas

5.3.1 Mudas

As mudas do meloeiro rendilhado (*Cucumis melo* L. var *reticulatus* Naud.) híbrido Galileu foram preparadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células (Figura 5) preenchidas com substrato comercial colocando-se uma semente por célula no dia 21 de março de 2006. A umidade das bandejas foi mantida diariamente com irrigação todas as manhãs, sendo que a aplicação cessava após o início do gotejamento na parte inferior da bandeja. O período de formação de mudas foi de 22 dias após a semeadura.



Figura 5. Produção das mudas em bandejas de poliestireno de 128 células, com filme de polietileno.

5.3.2 Transplântio das mudas

As mudas foram transplantadas para os canteiros no dia 04 de abril de 2006 (22 dias após a sementeira), utilizando-se espaçamento de 0,5 m x 1,00 m, resultando numa densidade de plantas de 20.000 plantas ha⁻¹. Após o transplântio, realizou-se a primeira irrigação com duração de 30 minutos para adaptação das plantas ao novo ambiente.

5.3.3 Sistema de condução

Em cada canteiro, instalaram-se mourões de madeira com um fio de arame liso nº 12 esticado na horizontal à aproximadamente 2 m do nível do solo, onde as plantas foram conduzidas com uma haste e tutoradas na vertical.

A desbrota foi realizada até o 23º nó, onde foi realizada a capação, permanecendo apenas os 12º e 13º nós. Os brotos laterais remanescentes foram podados no 3º nó para posterior polinização e pegamento dos frutos (1 por planta). Quando as plantas iniciaram a emissão das gavinhas, envolveu-se a base da planta (1º nó visível) com fitilho que foi amarrado ao arame.

A polinização foi realizada artificialmente durante o período de 13 dias consecutivos a partir do surgimento das primeiras flores femininas dos ramos laterais, onde seriam conduzidos os frutos.

5.3.4 Controle fitossanitário

O controle fitossanitário foi adotado de acordo com Brandão Filho & Vasconcellos (1998), por meio das aplicações preventivas e de controle, com defensivos químicos a cada 7 dias.

As plantas daninhas foram controladas sempre que necessário por meio de capina manual.

5.4 Irrigação

Após a conclusão do canteiro o sistema de irrigação por gotejamento foi instalado em seis linhas laterais. Cada linha lateral com 31 metros de comprimento e espaçada em 1 m era composta de tubo gotejador de polietileno espaçados em 0,20 m, com vazão de $1,45 \text{ L h}^{-1}$ com pressão de 10 metros de coluna de água.

A primeira irrigação foi realizada até que a umidade do canteiro atingisse a capacidade de campo até 0,2 m de profundidade.

A frequência de irrigação foi realizada sempre que necessário através da verificação da umidade do solo manualmente.

5.5 Aplicação dos reguladores vegetais

A aplicação dos tratamentos foi realizada após a polinização, 15 e 30 dias após a primeira aplicação. Os tratamentos utilizados foram: controle (T1), GA₃ (ácido giberélico) a 100 mg L⁻¹ (T2), IBA (ácido indolilbutírico) a 100 mg L⁻¹ (T3), cinetina a 100 mg L⁻¹ (T4), a mistura de GA₃ + IBA + cinetina a 5% (T5).

As soluções foram aplicadas por meio de pulverizador manual com injeção de CO₂ com pressão de 5 Kgf cm⁻² e vazão de 0,2 L min⁻¹, com volume de calda de 400 L ha⁻¹ por tratamento.

5.6 Parâmetros de Avaliação

5.6.1 Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos

Os frutos foram colhidos 60 dias após a polinização e a qualidade foi avaliada a cada 5 dias durante 20 dias de armazenamento em 4 frutos para cada tratamento por avaliação, através dos seguintes parâmetros:

pH: Foi determinado por potenciometria utilizando-se o potenciômetro ANALYSER – modelo pH 300, conforme técnica descrita por Pregnoatto & Pregnoatto (1985).

Acidez Titulável (AT): O conteúdo de acidez titulável, expresso em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, foi determinado através da titulação de 10 gramas de polpa homogeneizada e diluída para 90 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, utilizando-se como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

Teor de Sólidos solúveis (SS): Foi realizada através de refratômetro digital, modelo PR 300 ATAGO, segundo recomendação da A. O. A. C. (1992).

Relação SS/AT (“Ratio”): foi determinada pela relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (TRESSLER e JOSLYN, 1961).

Teores de Açúcares redutores e totais: Foram determinados pela metodologia descrita por Somogy e adaptada por Nelson (1944).

Teor de Sacarose: Foi determinada pela diferença entre o açúcar total e o açúcar redutor, sendo os resultados expressos em percentagem.

Firmeza: Foi determinada pelo uso de texturômetro (STEVENS – LFRA texture analyser) com distância de penetração de 20 mm e velocidade de $2,0 \text{ mm s}^{-1}$, utilizando-se ponteiro TA 9/1000. Os frutos foram divididos transversalmente e realizadas 4 leituras em cada uma das metades na região equatorial da polpa do fruto, sendo que o valor obtido para se determinar a firmeza em grama-força, foi definido como a máxima força requerida para que uma parte do ponteiro penetre na polpa do fruto.

Perda de massa – quatro frutos foram pesados de 5 em 5 dias em balança semi-analítica para verificação de perda de massa, e os resultados foram expressos em porcentagem.

5.6.2 Parâmetros bioquímicos

Para cada análise enzimática foram utilizados 4 frutos por tratamento para cada dia de avaliação.

Extração e determinação da peroxidase (POD): Amostras de melão foram pesadas e analisadas individualmente. A polpa foi homogeneizada em 5 mL de tampão fosfato 0,2M pH 7 e centrifugada a $12100 \times g$, por 10 minutos a 4°C , obtendo-se desta maneira o extrato bruto, no qual foi determinada a atividade da peroxidase através de espectrofotometria (LIMA et al, 1998). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} de M.F. min^{-1}

Extração e determinação da atividade da poligalacturonase (PG): A determinação da atividade da poligalacturonase seguiu a metodologia descrita por Pressey e Avants (1973) homogeneizando-se (aparelho Polytron) 5 g de amostra em água destilada resfriada. O homogenato foi filtrado em tecido fino (organza) e o resíduo, ressuspensionado em NaCl 1M resfriado. O pH foi ajustado para 6,0 com NaOH e o novo homogenato foi incubado a 4°C por uma hora. Nova filtração em gaze foi realizada, sendo o filtrado centrifugado a 5.000 g por 30 minutos, a 4°C . O sobrenadante resultante foi filtrado em papel-de-filtro e o novo filtrado, utilizado para a determinação da atividade enzimática.

O extrato foi incubado em solução a 0,25% de ácido galacturônico (lavado com etanol 80% antes do uso) em tampão acetato de sódio 37,5 mM pH 5,0 por três horas. A reação foi

interrompida em banho-maria fervente e os grupos redutores liberados, determinados pela técnica de Somogy, modificada por Nelson (1944), usando glicose como padrão. Como branco foi usado extrato inativado termicamente e incubado nas mesmas condições. Uma unidade de atividade da poligalacturonase foi considerada como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de um nmol de grupos redutores por minuto nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em U.E. min^{-1} grama de tecido⁻¹.

Extração e determinação da atividade da pectinametilesterase (PME): A atividade de pectinametilesterase (PME) foi determinada segundo Hultin et al. (1966). Um mililitro do extrato enzimático foi adicionado sobre 30 mL de pectina cítrica 1% em NaCl 0,2M. O pH da solução foi mantido em torno de 7,0, por dez minutos, com NaOH 0,01N. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH min^{-1} g⁻¹ de massa fresca, nas condições do ensaio. O resultado foi expresso em U.E. min^{-1} grama de tecido⁻¹.

5.6.3 Medidas de trocas gasosas

As medidas foram realizadas sempre no período das 8:00 às 11:00 horas da manhã, nas plantas controle e tratadas com os reguladores vegetais, no dia anterior e posterior à aplicação. Durante o desenvolvimento dos frutos foram medidas as trocas gasosas em 3 plantas por bloco, sempre na folha da haste principal mais próxima ao fruto (12º ou 13º nó). Utilizou-se medidor portátil de fotossíntese, com sistema aberto e analisador de CO₂ por radiação infravermelha (“Infra Red Gas Analyser – IRGA”, modelo LI-6400 da LI-COR). Os parâmetros medidos foram:

- Taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (A) em $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$;
- Condutância estomática (g_s) em $\text{mmol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$;
- Taxa de transpiração nas folhas (E) em $\text{mol. m}^{-2}\text{s}^{-1}$;
- Concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci) em $\mu\text{mol mol}^{-1}$.

Análise de nutrientes: As análises químicas para a determinação dos teores de nutrientes (através de material seco) presentes nos frutos foram feitas em 8 frutos por tratamento no momento da colheita, nos extratos obtidos pela digestão sulfúrica (nitrogênio), nítrico-perclórica (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês e zinco) e por via seca (boro) (SARRUGE e HAAG, 1974).

O nitrogênio foi quantificado pelo método semi-micro Kjeldahl, fósforo e boro por colorimetria, potássio por fotometria de chama e cálcio, magnésio, enxofre, manganês, zinco e ferro por espectrofotometria de absorção atômica, conforme recomendado por Sarruge e Haag (1974).

A partir das análises foram obtidos os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (em g Kg^{-1}), boro, ferro, manganês e zinco (em mg g^{-1}). A quantidade dos nutrientes extraídos pelo fruto foi obtida pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa seca do fruto.

5.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com o controle e mais quatro tratamentos com reguladores vegetais: GA_3 a 100 mg L^{-1} , IBA a 100 mg L^{-1} , cinetina a 100 mg L^{-1} , a mistura de GA_3 + IBA + cinetina a 5% e quatro repetições que corresponderam aos blocos.

Na estufa utilizaram-se seis canteiros de plantas construídas no sentido longitudinal, sendo os dois canteiros externos considerados como as bordaduras. Cada parcela foi representada por linhas de 6,2 m com 12 plantas espaçadas de 0,5 m, distribuídas nos quatro canteiros centrais.

Os dados foram tabulados, submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se também análise de regressão para analisar o comportamento de cada variável durante o armazenamento dos frutos de melão.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Acidez e pH

O resultado referente a acidez titulável pode ser observado na Figura 6 e Tabela 4. Observa-se que as curvas de regressão decrescem durante o período de amadurecimento para os tratamentos controle (T1) e GA₃ (T2), enquanto, o tratamento com IBA (T3) e GA₃ + IBA + cinetina (T5) sofreram queda até a penúltima avaliação com pequeno acréscimo na última avaliação. O tratamento com cinetina (T4) oscilou durante todo o período do experimento, porém esta oscilação pode ser considerada mínima. No entanto, os demais tratamentos seguiram o comportamento de decréscimo, comum à cultura. Esta redução é o comportamento normal para a maioria dos frutos, excetuando-se os de caroço, como pêssegos, ameixas e nectarinas (FERRI et al., 2004). Kays (1991) afirma que os ácidos orgânicos tendem a declinar na maioria dos frutos após a colheita e durante o armazenamento, devido à larga utilização desses compostos como substratos respiratórios e como esqueletos de carbono para a síntese de novos compostos e este consumo de ácidos orgânicos não é diferente durante o armazenamento de melão (BARREIRO et al., 2000).

Araújo e Chitarra (2005) relatam que os ácidos orgânicos são importantes precursores de sabor e fonte de energia respiratória em células vegetais. Porém, Menezes (1996), em sua pesquisa com melão tipo Galia, concluiu que a acidez titulável tem

pouco significado prático em função da sua baixa concentração. Assim, o teor de ácidos orgânicos apresenta pouca contribuição para o aroma e sabor.

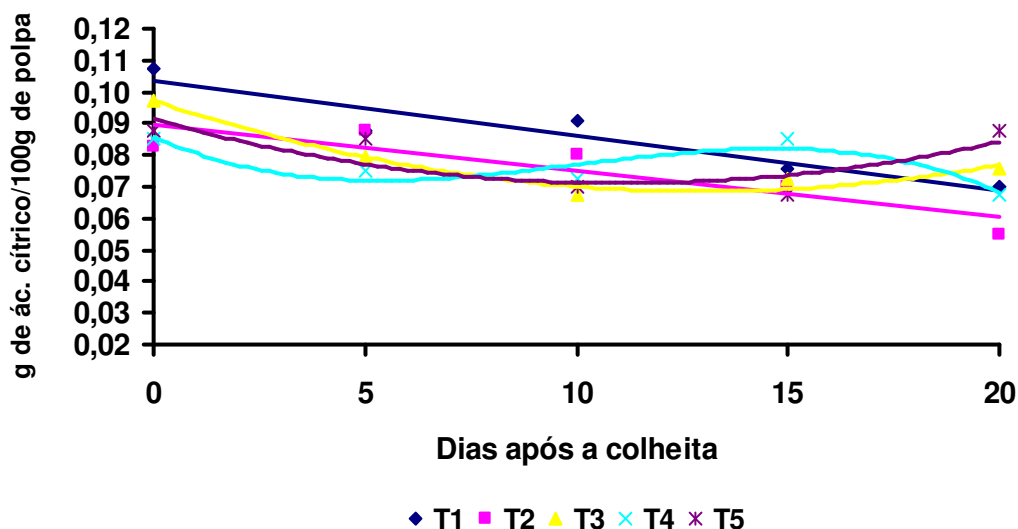


Figura 6. Curvas de regressão para acidez titulável (g de ácido cítrico 100g de polpa⁻¹) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 4. Equações de regressão e ajuste de reta (R²) para acidez titulável em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R ²
T1*	$y = -0,001735x + 0,10365$	0,8878
T2*	$y = -0,00145x + 0,0895$	0,7934
T3*	$y = 0,00017x^2 - 0,00441x + 0,09715$	0,9646
T4*	$y = -0,000025x^3 + 0,00075x^2 - 0,005875x + 0,082$	0,8376
T5*	$y = 0,0001642857x^2 - 0,003635714x + 0,09121429$	0,6797

*Significativo

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para acidez titulável durante o período de armazenamento, exceto na última avaliação (Figura 7).

O tratamento com ácido giberélico apresentou declínio linear, assim como, o resultado encontrado por Ferri et al. (2004), onde caquis tratados com GA₃ apresentaram o mesmo comportamento. Contudo, aplicações de giberelina em frutos de cereja mantiveram alta acidez em relação ao controle (KAPPEL e MACDONALD, 2002).

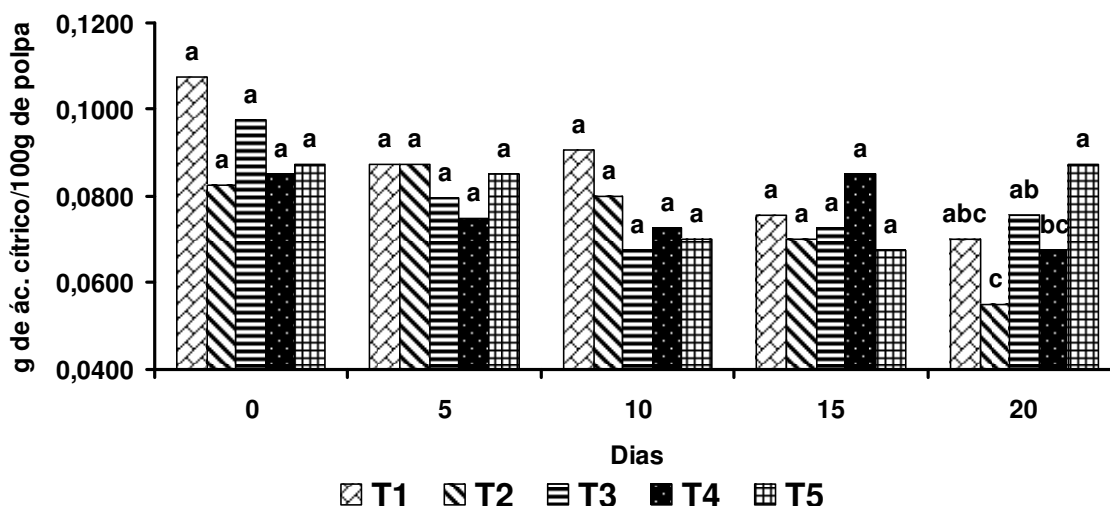


Figura 7. Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g de polpa⁻¹) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dias = 14,58; 5 dias = 14,51; 10 dias = 19,58; 15 dias = 11,71; 20 dias = 11,50.

Em concordância com a acidez titulável, enquanto esta diminuía, o pH sofreu aumento durante o armazenamento (Figura 8 e Tabela 5), exceto na última avaliação, quando o controle e os tratamentos T5 e T3 decresceram e o tratamento T2 manteve-se constante durante o período de armazenamento, assim como para acidez. O comportamento do tratamento T4 diferenciou-se dos demais, oscilando (aumentando e diminuindo) a cada avaliação.

Os valores oscilaram entre 0,0550 e 0,1075 para acidez e 6,35 e 7,07 para o pH. Resultados próximos e levemente superiores ao encontrado por Menezes (1996) para acidez e pH, respectivamente, em melões do tipo Galia. Os valores encontrados por Brackmann (2006) para acidez em melões armazenados em embalagens de polietileno oscilaram entre 0,081 e 0,098.

O pH superior neste trabalho em relação aos resultados encontrados por Menezes (1996) pode ser explicado por este ser bastante influenciado pela temperatura (EVANGELISTA, 1999), em razão da temperatura deste trabalho ser superior a aplicada por Menezes. Em mangas armazenadas a 12°C, 17°C, 22°C, 27°C, 32°C e 37°C, apresentaram

valores de pH mais elevados em temperaturas mais elevadas (27°C, 32°C e 37°C) (MEDLICOTT et al., 1986).

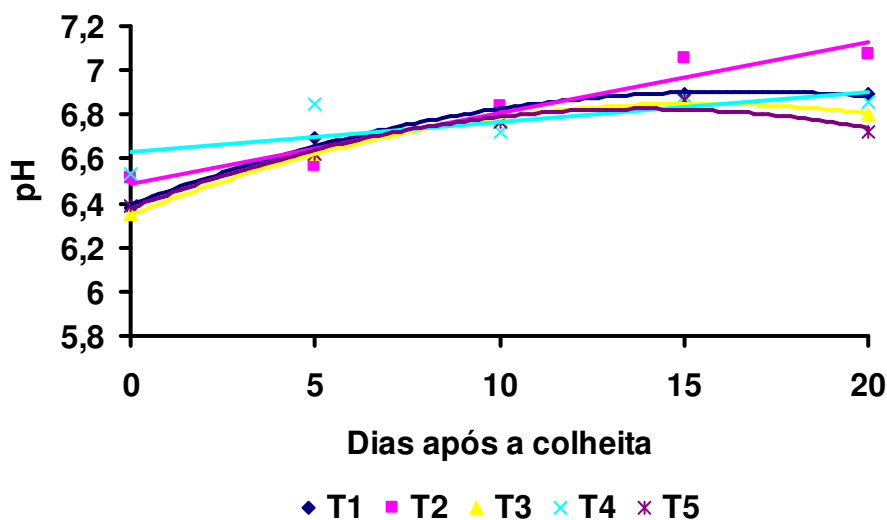


Figura 8. Curvas de regressão para pH de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 5. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para pH em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R^2
T1*	$y = -0,0019x^2 + 0,0622x + 6,399$	0,9932
T2*	$y = 0,03215x + 6,493$	0,9324
T3*	$y = -0,002192857x^2 + 0,06660714x + 6,348857$	0,9989
T4*	$y = 0,01365x + 6,6345$	0,5489
T5*	$y = -0,002335714x^2 + 0,04676429x + 6,380714$	0,9685

*Significativo

6.2 Teor de sólidos solúveis (SS) e Relação SS/AT

Os tratamentos não influenciaram no teor de SS durante o período de amadurecimento, porém, observou-se tendência de aumento durante o armazenamento para todos os tratamentos, exceto o tratamento com giberelina que se manteve inalterável, com tendência de valores superiores de SS em relação aos demais, enquanto os frutos de plantas que receberam IBA permaneceram com os menores valores (Figuras 9 e 10 e Tabela 6). Esse menor valor pode ser devido à diminuição na taxa fotossintética e, conseqüentemente, menor exportação de fotoassimilados para o fruto, já que a área foliar foi diminuída devido ao enrolamento das folhas (Figura 26) por alguns dias, logo após a aplicação do tratamento com IBA. Apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos, na prática a diferença de 1,22°Brix entre os tratamentos com ácido giberélico e a auxina pode ser considerável.

O teor de sólidos solúveis (SS) é utilizado como medida direta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor à medida que esses teores vão se acumulando no fruto. Porém, sua medição não representa o teor exato de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas na seiva vacuolar, assim como, ácidos orgânicos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os SS geralmente aumentam com o transcorrer do amadurecimento por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos (FIDLER e NORTH, 1966), assim como encontrado no presente trabalho.

Resultado semelhante foi encontrado por Barreiro et al. (2000) em melão de inverno, onde o teor de sólidos solúveis aumentou até o 40º dia de armazenamento, quando a partir desta data começou a decrescer. Esse acréscimo no teor não foi encontrado por Menezes (1996) em melões armazenados à temperatura de 7°C.

El-Kholy et al. (1982) observaram incremento no teor de sólidos solúveis em melão pulverizados com GA₃ e as auxinas sintéticas IAA e NAA, porém, não observaram aumento com a auxina sintética utilizada neste experimento (IBA). Segundo Ofuso-Anim et al. (1998), o IAA estimulou o acúmulo de glicose através do sistema mediado por carreadores e, ainda, proporcionou aumento da glicose, frutose e sacarose pelo sistema de difusão simples.

Cunha (1993) trabalhando com o cultivar Valenciano Amarelo, reportou que quando submetido à pulverização de ácido giberélico no campo, nas concentrações de 30 e 60 mg L⁻¹, proporcionou aumento no teor de SS.

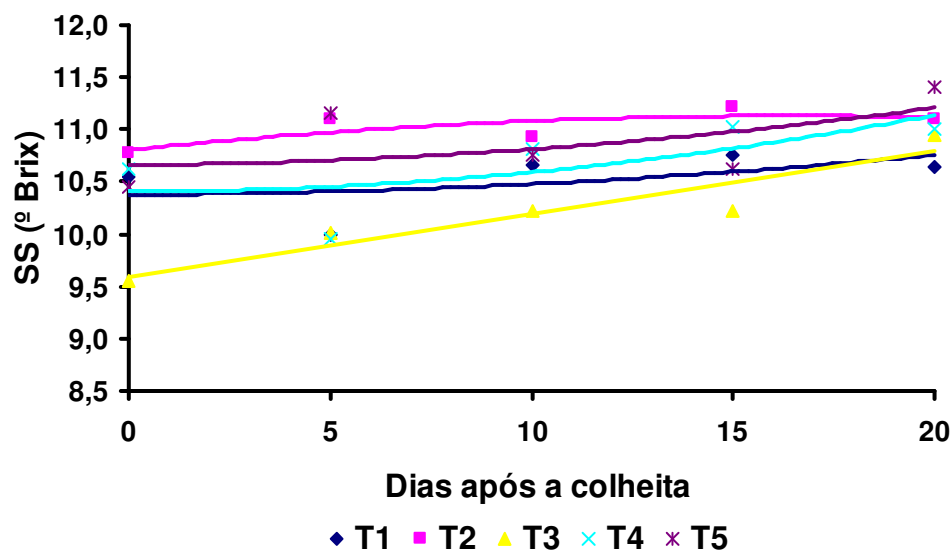


Figura 9. Curvas de regressão para SS (°Brix) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 6. Equações de regressão e ajuste de reta (R²) para SS em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R ²
T1	$y = 0,0008571429x^2 - 0,001857143x + 10,37786$	0,2671
T2	$y = -0,001214286x^2 + 0,03978571x + 10,80929$	0,5896
T3*	$y = 0,06x + 9,5950$	0,8852
T4	$y = 0,001785714x^2 - 0,0007857143x + 10,40929$	0,4638
T5	$y = 0,001214286x^2 - 0,003214286x + 10,66071$	0,3311

*Significativo

Os dados apresentados neste trabalho concordam com El-Kholy et al. (1982), que demonstraram que a citocinina teve pequeno efeito no teor de SS. Hayata et al. (2002) encontraram resultados semelhantes, onde o CPPU, citocinina derivada da uréia, não apresentou efeito sobre os níveis de sólidos solúveis em frutos com sementes. Naqueles sem

sementes, reduziu o teor dos níveis de sacarose na placenta quando aplicado em altas concentrações.

Os valores obtidos neste experimento para SS variaram entre 9,55 e 11,40, acima do encontrado por Menezes (1996) que oscilou entre 6 e 8 para melões tipo Galia.

A relação SS/AT (ratio) é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Contudo, Menezes (1996) relata pouca influência da acidez no sabor de melões devido a sua baixa quantidade, portanto, podendo o ratio em melão não ter tanta significância.

Esta relação sofreu aumento durante o amadurecimento (Figura 11 e Tabela 7), devido ao aumento no teor de SS e diminuição da acidez, porém, a diferença significativa só pode ser observada a partir da penúltima avaliação, onde o tratamento com ácido giberélico foi superior a cinetina, e na última avaliação diferenciou-se dos tratamentos controle, IBA e GA₃ + IBA + cinetina (Figura 12). O teor elevado desta relação, diferente do encontrado em outros frutos, é devido à baixa acidez dos mesmos.

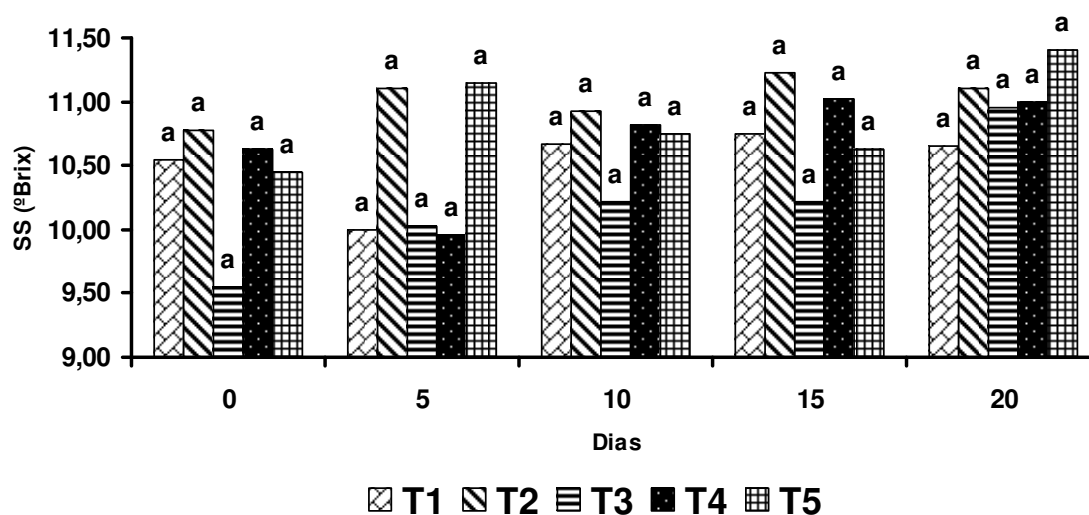


Figura 10. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 6,47; 5 dias = 6,59; 10 dias = 5,81; 15 dias = 4,67; 20 dias = 3,27.

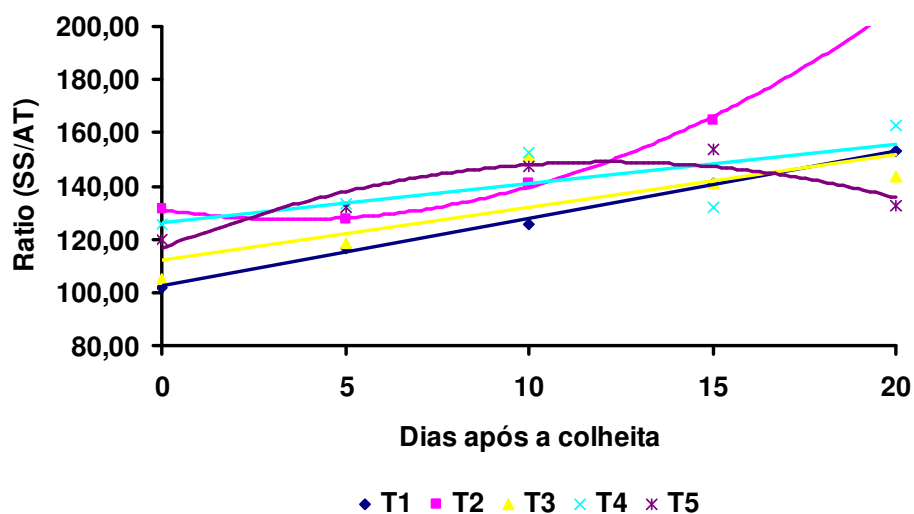


Figura 11. Curvas de regressão para ratio de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 7. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para ratio em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R^2
T1*	$y = 2,55x + 102,25$	0,9952
T2*	$y = 0,2957143x^2 - 2,114286x + 131,1857$	0,9994
T3*	$y = 1,98x + 112,05$	0,6633
T4*	$y = 1,465x + 126,35$	0,5408
T5*	$y = -0,2192857x^2 + 5,330714x + 116,6357$	0,8803

*Significativo

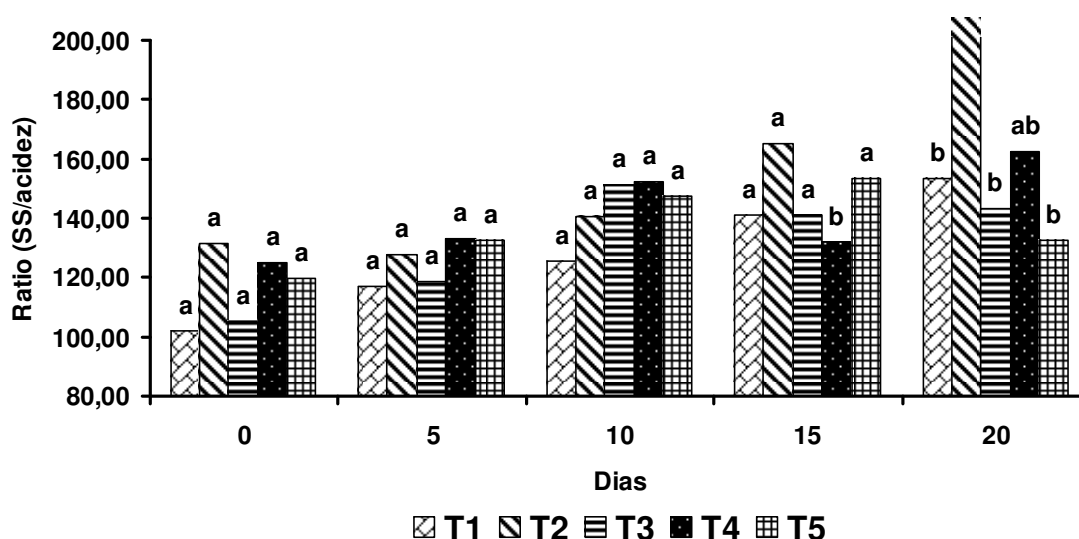


Figura 12. Ratio de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 12,47; 5 dias = 15,41; 10 dias = 18,04; 15 dias = 7,90; 20 dias = 12,69.

6.3 Açúcares totais, redutores e sacarose

A diferença estatística para a variável açúcares totais (AT) ocorreu durante todo o período de armazenamento (Figura 13). O tratamento com GA_3 destacou-se, mantendo níveis superiores em relação aos demais tratamentos, durante a maior parte do período de amadurecimento, acompanhando os resultados encontrados para SS. Contudo, houve grande variação durante o armazenamento, não havendo apenas um tratamento que permanecesse com maiores teores. O mesmo comportamento foi observado para os açúcares redutores (AR) e sacarose (SAC), porém, a diferença estatística ocorreu apenas na 2ª dia avaliação para AR e na última avaliação para SAC (Figuras 14 e 15).

O IBA proporcionou os menores teores para AT, AR e SAC, o mesmo comportamento observado para SS, mostrando que a maior porcentagem de SS em frutos de melão é composto de açúcares. Artés et al. (1993) observaram que melões do tipo ‘Galia’ possuem 86% do seu conteúdo de SS em açúcares.

Houve incremento nos açúcares redutores após o quinto dia de armazenamento, mantendo este aumento até o 15º dia de análise, onde decresceram no fim do

experimento (Figura 16 e Tabela 8). Os frutos climatéricos são colhidos antes do início do climatério respiratório. Dessa forma, são observadas modificações consideráveis nos teores de açúcares, os quais aumentam após a colheita e durante o armazenamento, por curtos períodos, devido a biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos. Após o armazenamento prolongado, todos açúcares decrescem (CHITARRA e CHITARRA, 2005) devido ao consumo pela respiração, como observado no presente trabalho.

Pratt (1971) observou que o principal açúcar encontrado no melão é a sacarose, concordando com o resultado encontrado neste trabalho, que mostrou igual porcentagem de sacarose e açúcares redutores. Esse açúcar seria o predominante, já que, os açúcares redutores predominantes em frutos de melão são divididos em dois tipos: glicose e frutose (Figura 17).

Stepansky et al. (1999), estudando a variação nos níveis de açúcares em 56 genótipos de melão, observaram que a sacarose, frutose e glicose foram os açúcares predominantes, sendo a sacarose o açúcar mais importante na contribuição para o aumento dos açúcares totais. Os mesmos autores observaram que a maioria dos genótipos apresentou o teor de açúcares redutores divididos em aproximadamente 50% para cada açúcar (glicose e frutose). Dos 56 genótipos estudados, 33 apresentaram maior quantidade de glicose e 22 de frutose. Contudo, Albuquerque et al. (2006), estudando os melões ‘Pele de sapo’ (Espanha), ‘Branco’ (Brasil) e ‘Tendral’ (Portugal), observaram que a porcentagem de frutose nos três tipos superava a de glicose.

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 sintetase, invertase ácida e sacarose sintetase, e não da atividade de uma dessas enzimas em particular (KNEE et al., 1973).

Stepansky et al. (1999) relataram que o acúmulo de sacarose durante o amadurecimento do fruto requer a diminuição da atividade da invertase ácida. Os autores observaram estrita correlação entre a diminuição da invertase ácida, com o aumento no conteúdo de sacarose, o mesmo resultado não foi encontrado para a invertase alcalina.

Os resultados encontrados neste trabalho mostram valores superiores de açúcares totais, redutores e sacarose em relação ao encontrado por Menezes (1996) para

melão Galia. Os valores neste trabalho variaram entre 2,77 e 5,42 para açúcares redutores, 1,96 e 4,93 para sacarose e 5,89 e 9,55 para açúcares totais.

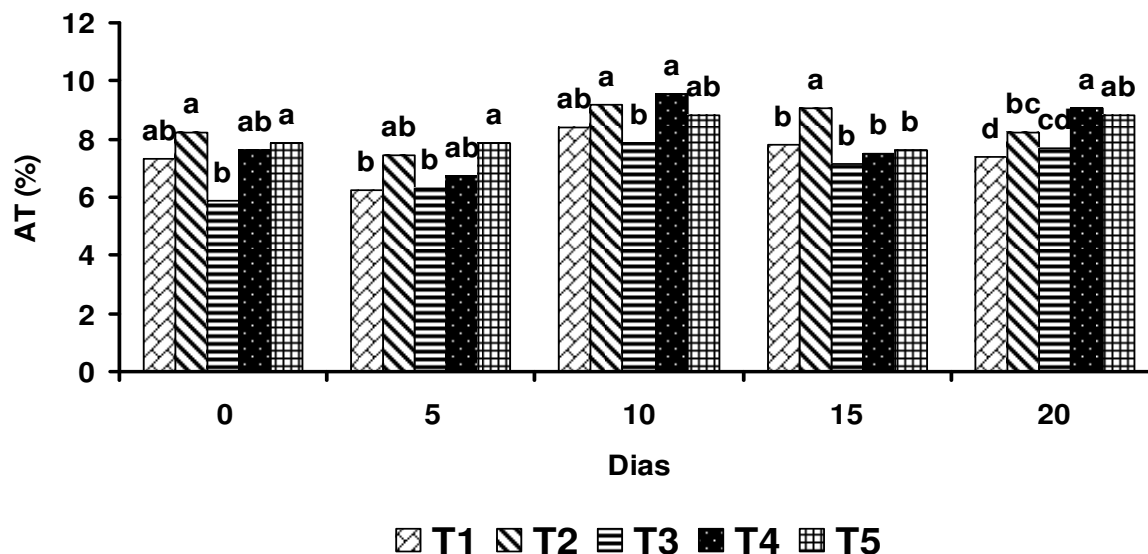


Figura 13. Teores de açúcares totais (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 11,21; 5 dias = 8,96; 10 dias = 6,07; 15 dias = 6,70; 20 dias = 4,25.

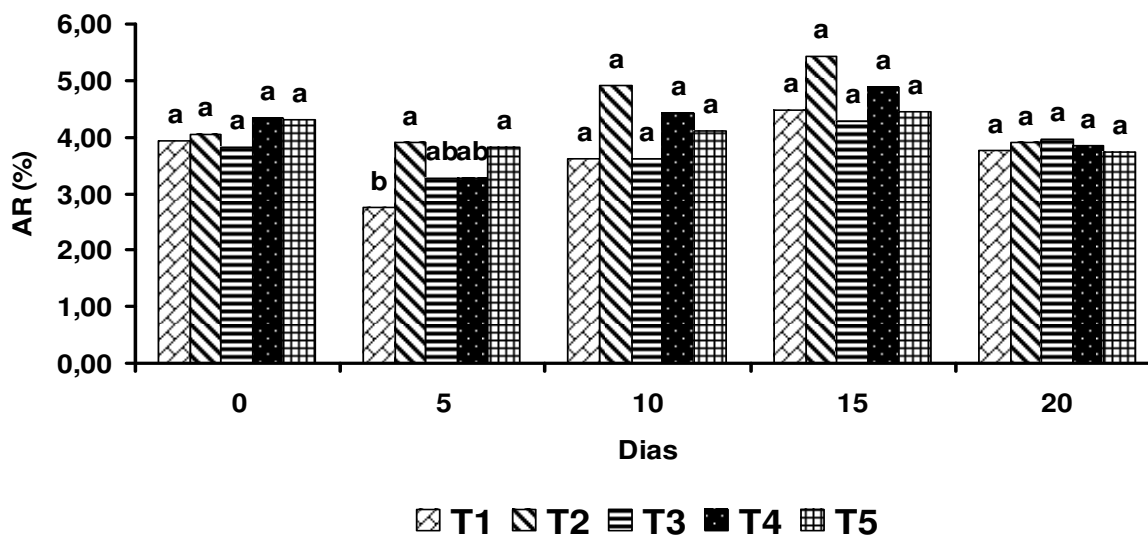


Figura 14. Teores de açúcares redutores (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 18,08; 5 dias = 10,94; 10 dias = 14,08; 15 dias = 19,79; 20 dias = 13,93.

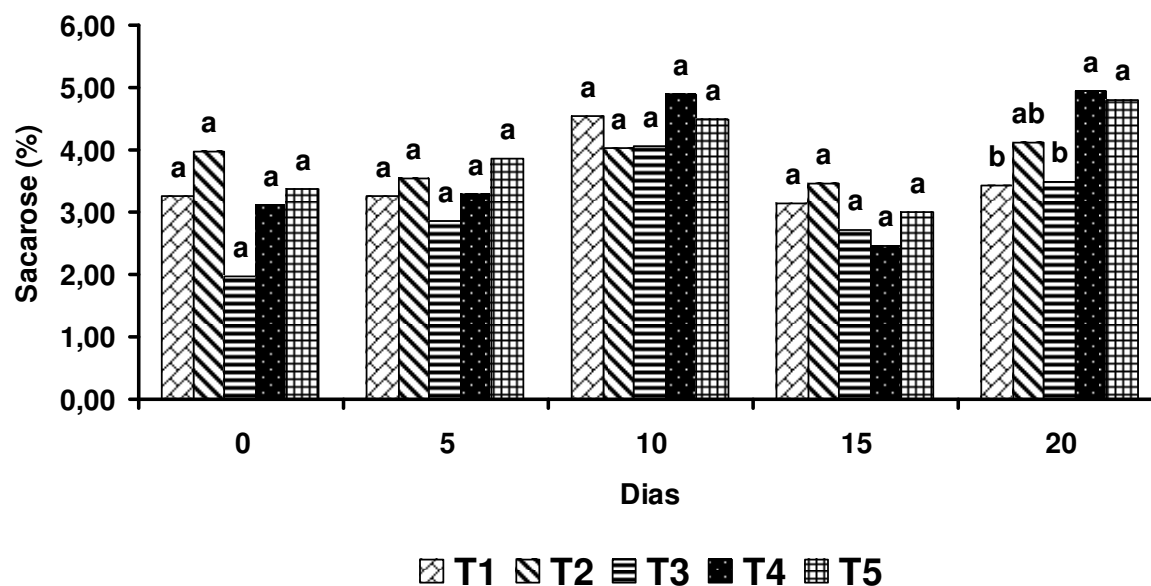


Figura 15. Teores de sacarose (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 30,64; 5 dias = 15,44; 10 dias = 16,19; 15 dias = 24,94; 20 dias = 13,83.

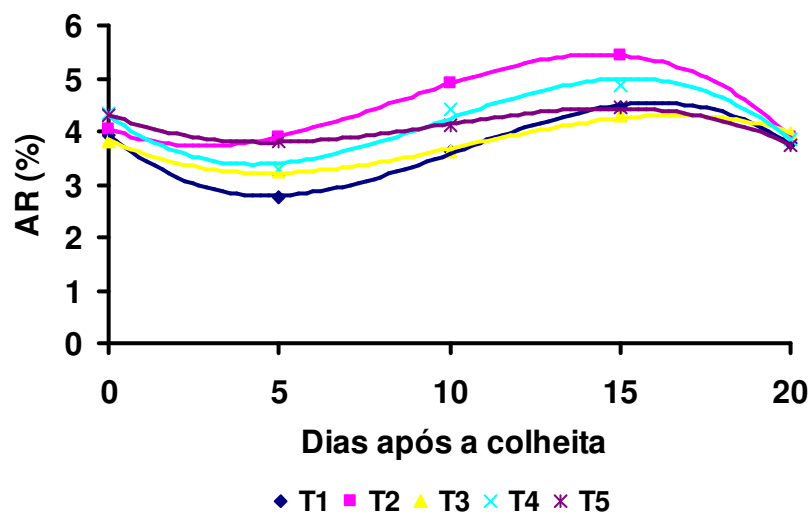


Figura 16. Curvas de regressão para açúcares redutores (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

Tabela 8. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para açúcares redutores em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R^2
T1*	$y = -0,002388333x^3 + 0,07430714x^2 - 0,05394345x + 3,934107$	0,9984
T2*	$y = 0,002153333x^3 + 0,05530x^2 - 0,02526667x + 4,048$	0,9999
T3*	$y = -0,001291667x^3 + 0,04111429x^2 - ,2987440x + 3,845464$	0,9873
T4*	$y = -0,002428333x^3 + 0,07113571x^2 - 0,475006x + 4,303536$	0,9596
T5*	$y = -0,001233333x^3 + 0,03589286x^2 - 0,2527738x + 4,316643$	0,9919

*Significativo

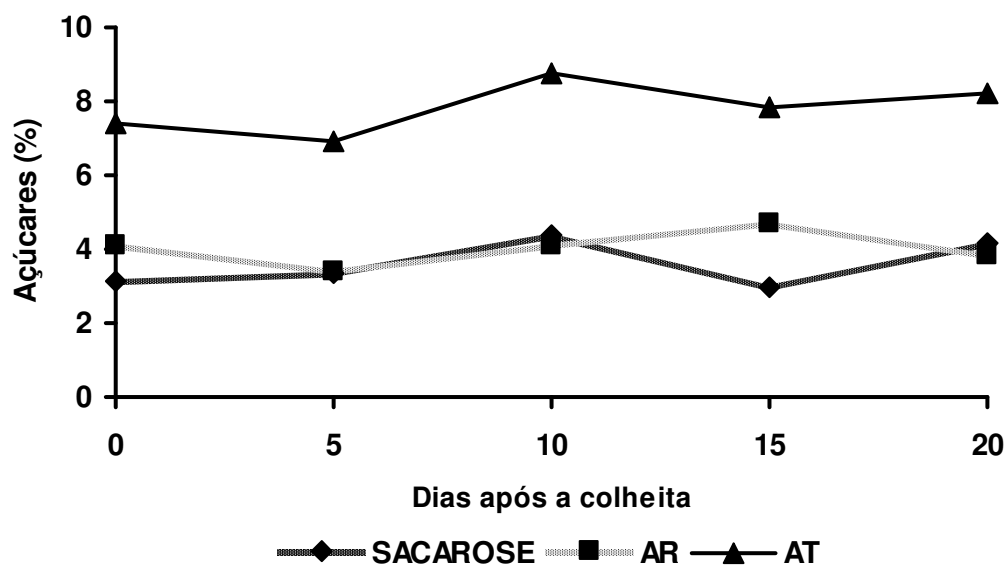


Figura 17. Comportamento dos teores de açúcares totais, redutores e sacarose (%) de frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, durante o armazenamento por 20 dias sob condições ambiente. (AR = açúcares redutores; AT = açúcares totais).

6.4 Firmeza e perda de massa

Os frutos tratados com ácido giberélico (T1) e a mistura de três reguladores vegetais (T5) revelaram melhor comportamento em relação à firmeza e perda de massa, com diferença estatística durante o período de armazenamento (Figuras 18 e 19).

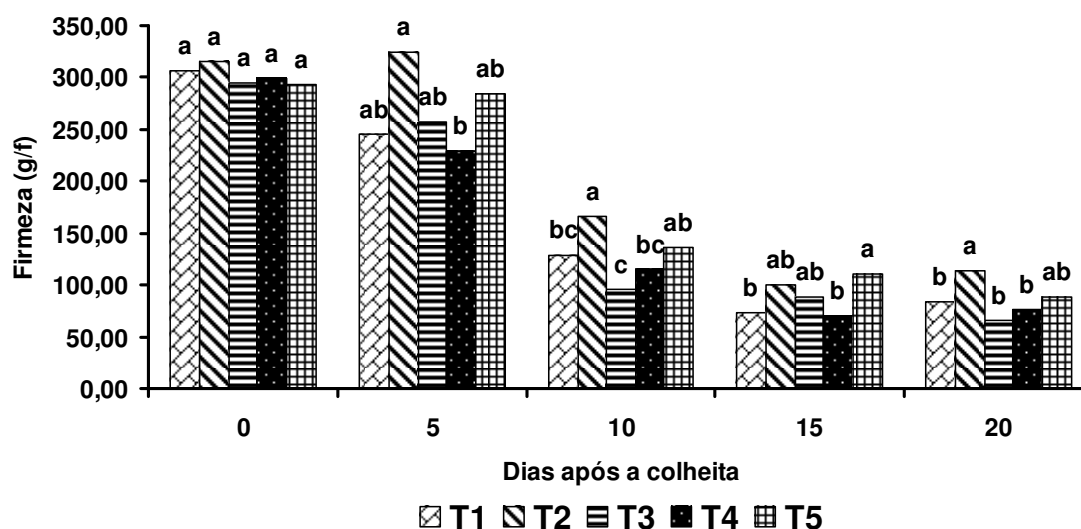


Figura 18. Firmeza (g/f) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 21,06; 5 dias = 14,12; 10 dias = 11,98; 15 dias = 15,44; 20 dias = 13,86.

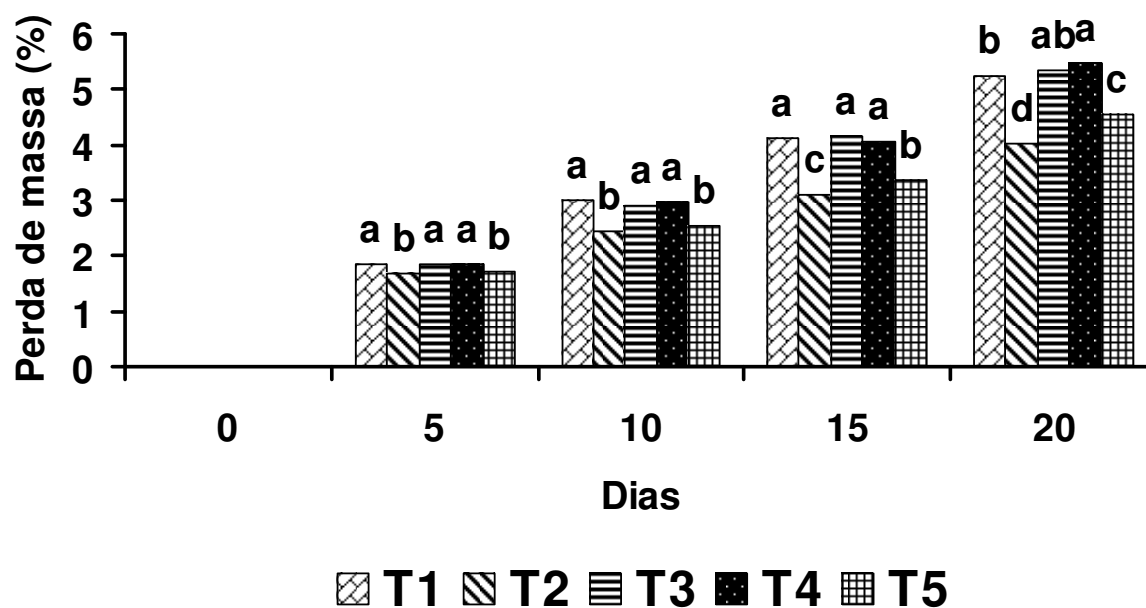


Figura 19. Perda de massa (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 0; 5 dias = 3,57; 10 dias = 3,13; 15 dias = 1,64; 20 dias = 2,20.

Os resultados obtidos revelam aumento na perda de massa durante o período de armazenamento para todos os tratamentos (Figura 20 e Tabela 9), o que pode ser associado com os resultados para firmeza que diminuíram no decorrer do armazenamento dos frutos (Figura 21 e Tabela 10). A degradação da parede e, conseqüente, perda da firmeza permitem que a água presente no fruto se perca mais facilmente pela transpiração, conseqüentemente, ocasionando maior perda de massa. Brackmann et al. (2006) citam a perda de massa como fator importante, que pode comprometer a qualidade dos frutos, a qual pode ser atribuída à perda de umidade por transpiração.

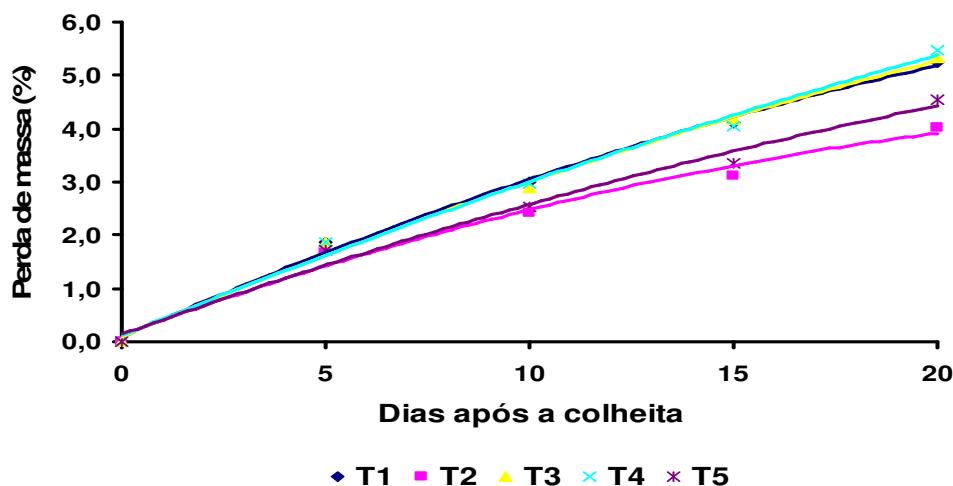


Figura 20. Curvas de regressão para perda de massa (%) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 9. Equações de regressão e ajuste de reta (R²) para perda de massa em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R ²
T1*	$y = -0,004207143x^2 + 0,3391929x - 0,08364286$	0,9963
T2*	$y = -0,004592857x^2 + 0,2811071x - 0,1288571$	0,9839
T3*	$y = -0,003221429x^2 + 0,3236786x - 0,09092857$	0,9954
T4*	$y = -0,002571429x^2 + 0,3149286x - 0,1124286$	0,9933
T5*	$y = -0,003021429x^2 + 0,2749786x - 0,1359286$	0,9855

*Significativo

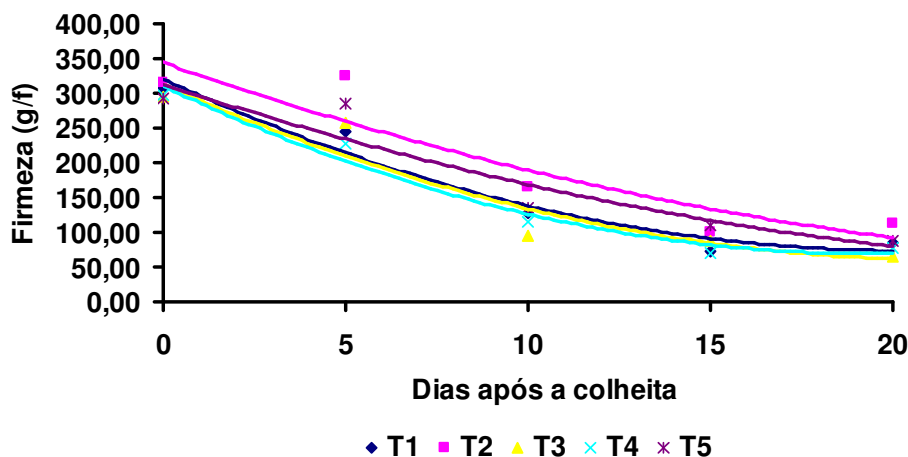


Figura 21. Curvas de regressão para firmeza (g/f) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 10. Equações de regressão e ajuste de reta (R²) para firmeza em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R ²
T1*	$y = 0,5907143x^2 - 24,15929x + 320,2857$	0,9611
T2*	$y = 0,3342857x^2 - 19,27571x + 344,8643$	0,8443
T3*	$y = ,5321429x^2 - 23,16786x + 312,2071$	0,911
T4*	$y = 0,5678571x^2 - 23,88214x + 309,142$	0,9771
T5*	$y = 0,2771429x^2 - 17,21286x + 313,0571$	0,8931

*Significativo

Kappel e Macdonald (2002) observaram o mesmo efeito da giberelina na manutenção da firmeza dos frutos de cereja. Mesmo quando os frutos eram colhidos na segunda colheita (7 dias após a primeira), mantinham maior firmeza que os frutos controle colhidos na primeira colheita.

Pré-tratamentos com GA₃ proporcionaram maior firmeza na colheita quando comparados com frutos de caqui não tratados. A diferença se manteve durante três meses de armazenamento a temperatura de -1°C. Contudo, o efeito mais marcante no retardo

do amolecimento do fruto, foi quando estes foram transferidos para a temperatura de 20°C. Enquanto, o controle estava completamente amolecido após uma semana, os frutos tratados permaneciam firmes (BEN-ARIE et al., 1996). Efeito semelhante foi observado por Ferri et al. (2004), com a manutenção da firmeza em frutos de caqui tratados com ácido giberélico durante 63 dias de armazenamento. Danieli et al. (2002) observaram que a adição de cálcio ao tratamento com ácido giberélico reduziu o efeito benéfico propiciado pelo GA₃ aos frutos em relação à aplicação isolada do mesmo.

Há algumas evidências que a parede celular é um dos sítios que respondem à giberelina durante o amadurecimento do fruto (LEWIS et al., 1967). Segundo Ben-Arie et al. (1996), a giberelina atrasa ou inibe todas as mudanças na parede celular que acompanham o amolecimento do fruto, incluindo dissolução da lamela média, separação do plasmalema da parede celular, aumento da solubilização de substâncias pécticas, perda de açúcares neutros e aumento na atividade da PG, assim, auxiliando na manutenção da firmeza e, conseqüentemente, na diminuição da perda de massa. Resultado semelhante foi encontrado por Mignani et al. (1995) em tomates e por Majumder e Mazumdar (2001) em frutos de groselha.

Ferri et al. (2004) reportaram que o efeito positivo da aplicação de GA₃ sobre a preservação da firmeza da polpa deve-se, provavelmente, à diminuição da atividade metabólica da parede, especialmente pela redução da produção de etileno em frutos tratados.

As auxinas, giberelinas e citocininas, têm sido estudadas com interesse particular por funcionarem total ou parcialmente como retardadores da senescência de frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990), portanto, o balanço hormonal (giberelina, auxina e citocinina) pode ser um importante fator durante o amadurecimento dos frutos no controle da firmeza e perda de massa, como observado no tratamento 5 (GA₃ + cinetina + IBA).

O comportamento dos tratamentos T3 (IBA) e T4 (cinetina), mantendo menores valores para firmeza e maiores perda de massa, pode ter sido ocasionada devido ao desbalanço hormonal.

Além disso, Majumder e Mazumdar (2001) relataram que o tratamento com auxina acumulou maior teor de pectinas solúveis em água, além de aumentar a atividade da poligalacturonase (responsável pela degradação de cadeias pécticas). E ainda, pode ser

responsável pelo aumento das glucanases (DATKO e MACLACHLAN, 1968), que segundo Rose et al. (1998), pode ser uma das principais enzimas responsáveis pela degradação da hemicelulose (xiloglucano) em melão.

Kondo et al. (1999) observaram que a aplicação de auxina sintética (2,4-DP) acentua a perda da firmeza, enquanto os frutos controle diminuíram a firmeza em menor grau.

Enquanto a perda de massa atingiu os valores de 4,02 e 4,55% para os tratamentos T2 e T5, respectivamente, até o fim do armazenamento, os demais tratamentos atingiram porcentagens superiores a 5,33%.

Os resultados encontrados para a perda de massa são superiores aos observados por Lima et al. (2005) em melões, provavelmente, devido a maior temperatura e, principalmente, a menor umidade relativa de armazenamento utilizada neste experimento, já que os frutos foram armazenados em condições ambiente.

6.5 Atividade da peroxidase (POD)

Assim como o observado no presente trabalho (Figura 22 e Tabela 11), indicando que os reguladores, em geral, podem ter grande influência sobre a atividade da enzima peroxidase, Masia et al. (1998), trabalhando com quatro reguladores vegetais (ácido abscísico, aminoetoxivinilglicine, ácido naftaleno acético, n-propil dihidrojasmonato), observaram que o controle diferiu de todos os tratamentos durante o amadurecimento de maçãs, em relação à atividade da peroxidase (POD).

O comportamento de todos os tratamentos foi de um acréscimo até o 15º dia de armazenamento com posterior queda no 20º dia, exceto para o controle que decresceu no decorrer de todo experimento. O aumento encontrado para os tratamentos com reguladores vegetais assemelha-se com outros dados na literatura, que a atividade da POD aumenta durante o amadurecimento do fruto em espécies climatéricas, como a maçã e tomate (MASIA et al., 1998; THOMAS et al., 1981). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), em maçã, a POD solúvel apresenta pico de atividade aproximadamente na metade do processo de amaciamento, assim como encontrado neste trabalho. Este pico de atividade pode atuar como

indicador bioquímico, para identificar o grau do processo de amadurecimento de diferentes cultivares.

A manutenção de maiores valores para a firmeza dos frutos pode estar relacionada com o maior consumo de peróxido de hidrogênio, apresentado nos tratamentos com ácido giberélico e a mistura dos reguladores em relação ao controle. Assim, o aumento da atividade da peroxidase pode ter sido um dos mecanismos utilizados para estes tratamentos com reguladores vegetais. Santos e Valle (2005) citam o forte poder de oxidação do peróxido de hidrogênio, atacando componentes celulares essenciais, tanto de microrganismos, quanto das células vegetais, que dependendo da concentração, pode levar ao rompimento das células vegetais, interferindo sobre a firmeza.

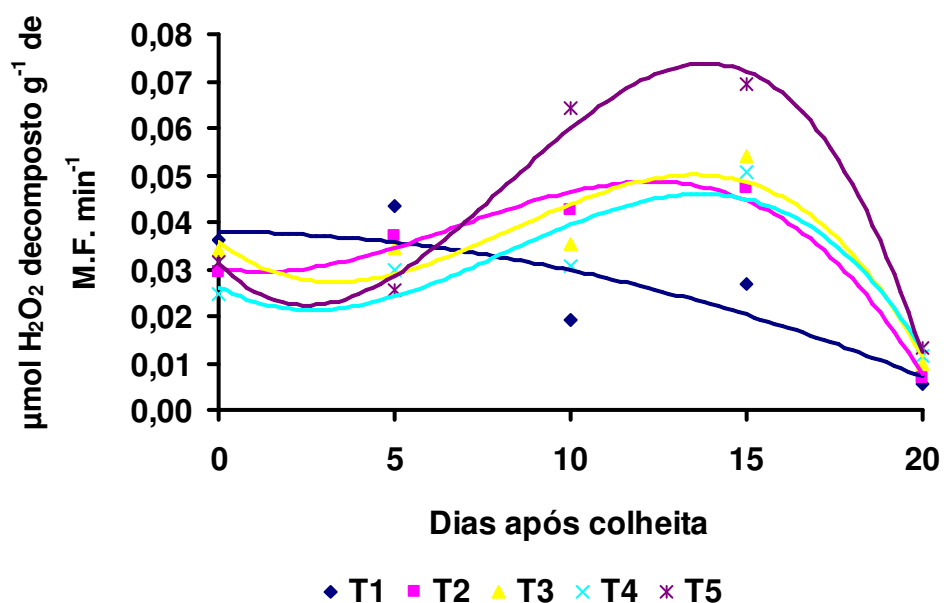


Figura 22. Curvas de regressão para atividade da peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto g^{-1} de M.F. min^{-1}) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

Tabela 11. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para atividade da peroxidase em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R^2
T1*	$y = -0,000075x^2 + 0,000045x + 0,03795$	0,7505
T2*	$y = -0,00002833x^3 + 0,0005742857x^2 - 0,001277381x + 0,03016429$	0,9691
T3*	$y = -0,00004216667x^3 + 0,001062143x^2 - 0,005588690x + 0,03563214$	0,8633
T4*	$y = -0,00003650x^3 + 0,0008957143x^2 - 0,003976786x + 0,02621071$	0,8133
T5*	$y = -0,0000705x^3 + 0,001732143x^2 - 0,007380357x + 0,3103214$	0,9852

*Significativo

Os frutos tratados com auxina mantiveram maior atividade da peroxidase em relação ao controle, talvez, não para o controle do peróxido de hidrogênio. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as PODs apresentam numerosas funções fisiológicas, atuando sobre diferentes substratos, em reações, tal como a degradação da auxina.

Kar e Mishra (1976) observaram aumento na atividade da peroxidase durante a senescência de órgãos destacados das plantas tratados com citocinina em relação ao controle. Dados que suportam o resultado encontrado nos melões tratados com este regulador vegetal, neste experimento.

Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o amadurecimento e senescência são fenômenos nos quais predominam os processos oxidativos, principalmente quando os peróxidos de hidrogênio acumulam-se em níveis tóxicos ao tecido. Do mesmo modo, os radicais livres presentes, se não forem inativados, induzem a peroxidação lipídica, por meio do qual, iniciam-se as mudanças deteriorativas associadas com o amadurecimento.

Lacan e Baccou (1996) sugerem que o amadurecimento e a senescência de melão estão relacionados com as mudanças nos lipídeos de membrana. 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.

6.6 Atividade da pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)

Um grande número de enzimas tem participação na degradação biológica das substâncias pécticas, embora algumas não sejam bem estudadas, as mais importantes são a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (FONSECA, 1974).

O comportamento para a PME foi de ligeira diminuição no 5º dia de armazenamento com posterior aumento até o final do experimento para todos os tratamentos, exceto os frutos tratados com ácido giberélico que sofreram queda na última avaliação (Figura 23 e Tabela 12).

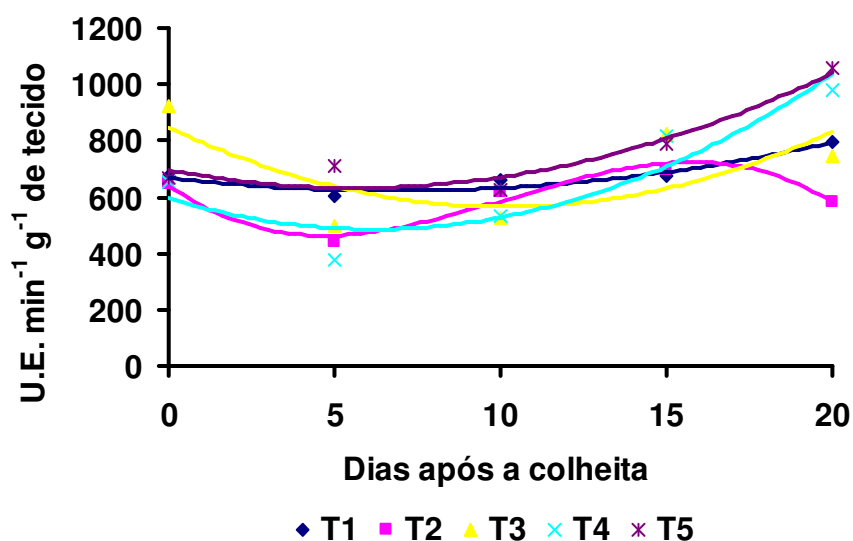


Figura 23. Curvas de regressão para atividade da pectinametilesterase (U.E. min⁻¹ g⁻¹ de tecido) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tabela 12. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para atividade da pectinametilesterase em melão ‘Galileu’ armazenado sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R^2
T1*	$y = 0,9964286x^2 - 13,61357x + 668,6214$	0,9279
T2*	$y = -0,3838333x^3 + 11,76929x^2 - 84,98988x + 642,4393$	0,9424
T3*	$y = 2,752857x^2 - 416,64x + 1195,2$	0,4726
T4*	$y = 2,889286x^2 - 35,75071x + 595,8143$	0,8637
T5*	$y = 1,98x^2 - 22,3x + 695,2$	0,9186

*Significativo

Segundo Oliveira Junior et al. (2004), a PME é uma das pectinases envolvidas no processo de amaciamento com conseqüente aumento nos teores de pectina solúvel. Rose et al. (1998) observaram aumento na atividade da pectinase em melão no estágio de amadurecimento médio (aproximadamente 30% de perda de peso do fruto) para o estágio de 50-75% do máximo amolecimento, assim como, o observado para a atividade da PME neste trabalho.

O comportamento da enzima PME pode variar de acordo com a espécie. A atividade desta enzima pode aumentar em mamão (LOURENÇO e CATUTANI, 1984), maçã (JOHNSTON et al., 2002), pêssago (OLIVEIRA et al., 2005), framboesa (IANNETTA et al., 1999), carambola (CHIN et al., 1999), pêra (BRUMMELL et al., 2004), tomate (HOBSON, 1963) e banana (HILTIN e LEVINE, 1965; SALES et al., 2004) ou diminuir em abacate (AWAD e YOUNG, 1979), manga (PRASANNA et al., 2003) e tomate (RESENDE et al., 2004).

Awad e Young (1979) observaram que parcial desmetilação da pectina é necessária antes que a poligalacturonase possa trazer significante hidrólise. Então, a pectinametilesterase pode ter a função de preparar o substrato para ser hidrolisado pela PG. Os autores observaram que, quando houve diminuição abrupta da PME, iniciou-se o aumento da PG. D’ Innocenzo (1996) igualmente concluiu que o amolecimento ocorria em mamão, quando a atividade da pectinametilesterase era mínima e a da poligalacturonase era máxima.

Acredita-se que, a pectinametilesterase tem pouca influência sobre a mudança da firmeza no amadurecimento do fruto (BRADY, 1976). O resultado obtido neste

trabalho demonstra a PME tem pouca influência na diminuição da firmeza após o seu aumento no 15º dia, ou seja, na fase final de amadurecimento, visto que, seu aumento para o tratamento 5 (GA₃ + IBA + cinetina), não representou queda significativa na firmeza do mesmo. Contudo, sua atividade no início do armazenamento pode ser suficiente para causar alto grau de desesterificação.

Oliveira et al. (2005) observaram atividade semelhante de PME em frutos de pêssgo entre 900 e 1200 U.E. min⁻¹ g⁻¹ de tecido, e concluíram que, apesar de encontrar atividade de PME, não se pode inferir que apenas esta enzima esteja envolvida no processo de degradação. Oliveira Junior et al. (2004) reportaram que a enzima pode estar envolvida no processo de solubilização de pectinas, já que as pectinas com alto grau de esterificação são pouco solúveis em água e as desesterificadas (ácidos poligalacturônicos) são altamente solúveis em água.

Outra possível explicação para o aumento da PME não afetar a firmeza do fruto é que, durante o amadurecimento, a atividade desta enzima resulta no aparecimento de grupos carboxílicos com carga (COO⁻), reduzindo o grau de esterificação e aumentando o grau de cargas negativas ao longo da cadeia de pectina. Assim, a afinidade por ligações com Ca⁺² é aumentada, e essa ligação é considerada de natureza cooperativa, pois assim, impede a ação da PG e, conseqüentemente, mantém a estrutura da parede celular (BURNS e PRESSEY, 1987).

Os frutos tratados com ácido giberélico permaneceram grande parte do armazenamento com menor atividade de PME, não ultrapassando atividade de 700 U.E. min⁻¹ g⁻¹ de tecido, enquanto os demais tratamentos tiveram atividade superior a 800 U.E. min⁻¹ g⁻¹ de tecido, chegando a atingir até 1057 U.E. min⁻¹ g⁻¹ de tecido nas últimas avaliações.

Majumder e Mazumdar (2001) em estudo com reguladores vegetais em frutos de groselha observaram que a aplicação de ácido giberélico diminuía a atividade da PME em relação ao controle e tratamentos com auxina, além disso, relataram que com o aumento da concentração da GA₃ obtiveram melhor efeito na manutenção desta atividade.

No entanto, os mesmos autores perceberam que a aplicação de auxina sintética, ácido indolilbutírico (IBA), também utilizada neste experimento, aumentava a atividade da PME e acentuava este aumento nas maiores dosagens. Isto pode explicar a grande diferença do tratamento com IBA em relação aos demais tratamentos na época da colheita

(Figura 24), porém, igualando-se após o 5º dia. Tais respostas podem ser devido à capacidade das auxinas em promover a síntese de etileno pelo aumento da atividade da ACC sintetase (TAIZ e ZEIGER, 2004). O etileno é considerado o hormônio do amadurecimento, que muda características importantes no armazenamento do fruto, tal como, o amolecimento do fruto devido á quebra enzimática das paredes celulares.

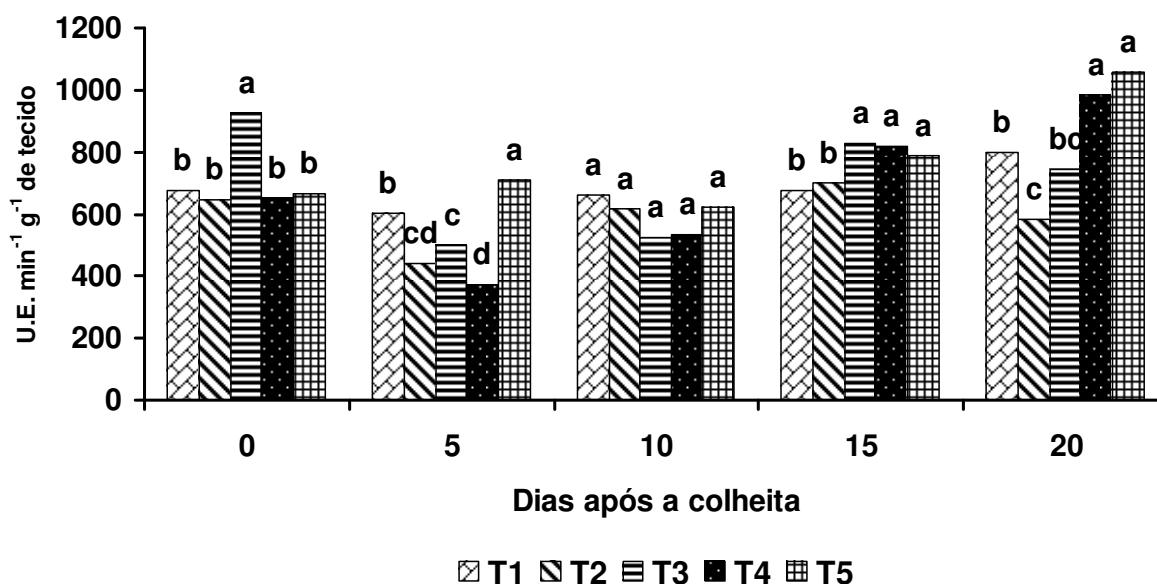


Figura 24. Atividade da pectinamylesterase (U.E. min⁻¹ grama de tecido⁻¹) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina). C.V. (%) - 0 dia = 4,84; 5 dias = 7,39; 10 dias = 27,33; 15 dias = 4,37; 20 dias = 9,34.

Portanto, a auxina pode ter elevado a atividade da pectinamylesterase em relação aos outros tratamentos, em aproximadamente 300 unidades, causando alta solubilidade das pectinas no início o armazenamento. A PME é responsável pela desmetilação dos açúcares neutros que compõe frações de polímeros da parede celular, como a ramnose, fucose, arabinose, xilose, manose, galactose e glicose, tornando-os mais solúveis em água, conseqüentemente, desestruturando a parede celular, provavelmente com o auxílio de outras enzimas. Rose et al. (1998) mostrou um modelo que resume dados de experimentos anteriores e poderia ser ampliado para incluir a atividade de outras enzimas que tem sido associadas com o metabolismo da pectina durante o amadurecimento, assim como, a pectinamylesterase.

Resultado semelhante foi reportado por Kondo et al. (1999) em pêras tratadas com a auxina sintética 2,4-DP, onde relataram maior atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase nos frutos tratados com este regulador vegetal e, conseqüentemente, menor firmeza.

Hadfield e Bennett (1998) relatam a participação da poligalacturonase em muitos processos de desenvolvimento da planta, a maioria das pesquisas focaliza a PG no amadurecimento dos frutos, zonas de abscisão ou pólen.

As curvas de regressão (Figura 25 e Tabela 13) foram pouco significativas para a maioria dos tratamentos, isso devido a grande oscilação da atividade da PG. Resultado semelhante foi observado em banana (VILAS BOAS, 1995) e tomate (FILGUEIRAS, 1996), onde atividade da enzima PG oscilou durante o amadurecimento dos frutos. Apesar desta oscilação, pode-se observar maior atividade no tratamento T5 (GA_3 + IBA + cinetina) durante todo armazenamento, exceto no 15º dia, diferindo estatisticamente do tratamento T3 (IBA) com menor atividade de poligalacturonase até o 10º dia de armazenamento (Figura 26).

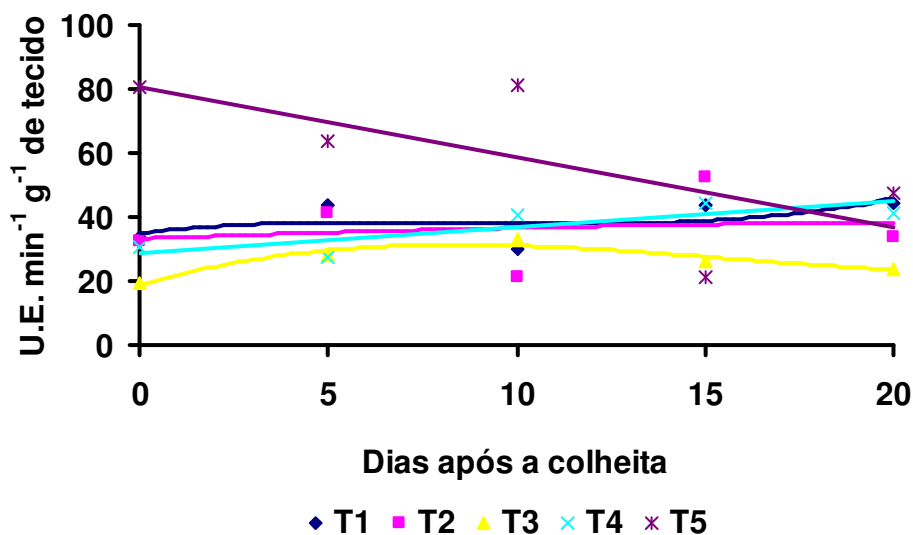


Figura 25. Curvas de regressão para atividade da poligalacturonase ($U.E. \min^{-1} \text{ grama de tecido}^{-1}$) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

Tabela 13. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para atividade da poligalacturonase em melão ‘Galileu’ armazenado a temperatura ambiente. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

Tratamentos	Equações de Regressão	R^2
T1	$y = 0,0065x^3 - 0,1707143x^2 + 1,351786x + 35,03929$	0,3515
T2	$y = -0,007857143x^2 + 0,4121429x + 33,30714$	0,0314
T3	$y = 0,005833333x^3 - 0,275x^2 + 3,404167x - 18,875$	0,9110
T4*	$y = 0,785x + 29,05$	0,6762
T5*	$y = -2,185x + 77,65$	0,5767

*Significativo

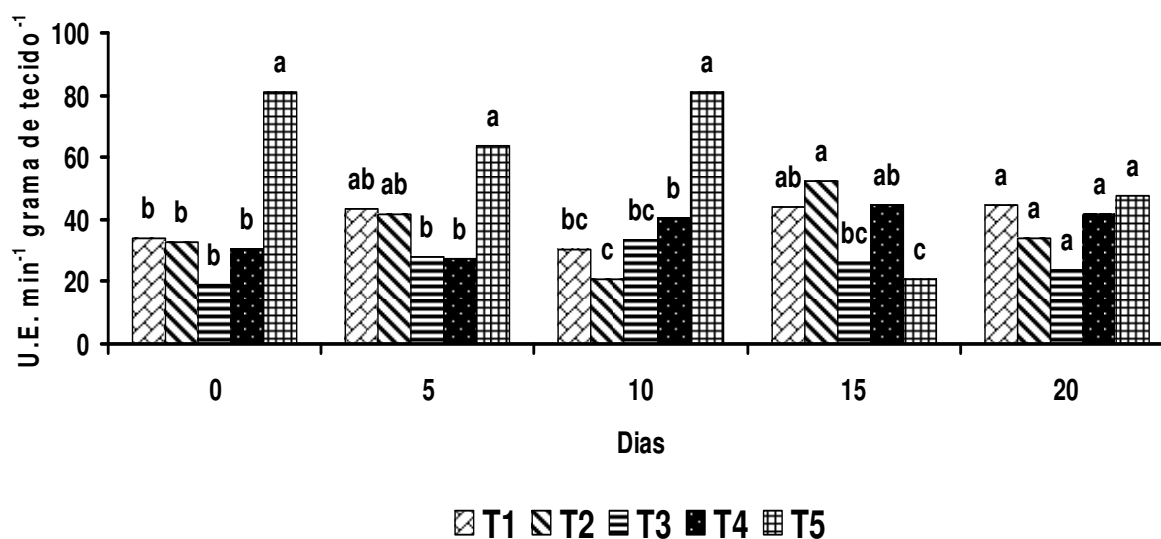


Figura 26. Atividade da poligalacturonase (U.E. min⁻¹ grama de tecido⁻¹) de melão tipo Galia, híbrido Galileu, armazenado durante 20 dias sob condições ambiente. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro da mesma avaliação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) - 0 dia = 17,26; 5 dias = 24,26; 10 dias = 14,51; 15 dias = 22,24; 20 dias = 28,73.

A atividade da poligalacturonase é dependente da condição do ambiente do apoplasto do pericarpo dos frutos. Almeida e Huber (1999) observaram durante o amadurecimento do tomate que os íons aumentam, principalmente o K⁺, no apoplasto,

podendo interferir diretamente na atividade das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular. Em frutos no estágio inicial de amadurecimento, o apoplasto apresenta 13 mM de K^+ , enquanto os frutos completamente maduros, apresentam 37mM de K^+ . A máxima atividade da PG observada experimentalmente pode ser medida em condições de 100 mM de K^+ . Portanto, pode-se averiguar o maior e menor teores de K^+ em frutos dos tratamentos T5 e T3 (Figura 37), respectivamente, podendo ser os possíveis reguladores da atividade da PG.

Apesar dos teores de potássio não diferirem estatisticamente, pequenas variações em suas concentrações podem interferir na atividade fotossintética.

Contudo, esta atividade não influenciou na firmeza do fruto pelos resultados apresentados, sendo que os tratamentos que apresentaram maior e menor atividade da PG, apresentaram também, maior e menor firmeza, respectivamente. Segundo Sales et al. (2004) não houve relação direta entre a atividade de PG e a solubilização de pectina, já que o tratamento que proporcionou maior atividade apresentou menor solubilização de pectina.

Mignani et al. (1995) observaram o efeito do cálcio e do potássio na quantidade de ácidos urônicos de frutos maduros de tomate e concluíram que o cálcio aumentava o teor destes ácidos solúveis em CDTA e diminuía os solúveis em água. Enquanto que o potássio aumentou a fração solúvel em água, proporcionando frutos com menor firmeza.

Outro íon que pode ter grande importância na manutenção da parede celular é o Ca^{2+} . O tratamento que obteve maior firmeza (GA_3) foi também o que apresentou maiores teores de cálcio (Figura 37). Em tomate há evidências que a degradação de pectina dependente da PG pode ser limitada por fatores como Ca^{2+} ou acessibilidade ao substrato (BRADY et al., 1987).

Serrano et al. (2002), estudando o efeito da deficiência de cálcio sobre a evolução da firmeza e a atividade da enzima poligalacturonase em melão Cantaloupe, observaram que a firmeza foi maior nos frutos controle (sem deficiência de cálcio), seguido do tratamento com baixos níveis de cálcio e ausência. A atividade da poligalacturonase foi maior nos frutos com ausência de adubação de cálcio, em relação àqueles tratados com baixos níveis, não encontrando atividade desta enzima em frutos sem deficiência.

A atividade da poligalacturonase variou entre 19,25 e 80,75 U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ de tecido. Em melão, substancial quantia de despolimerização e solubilização de pectina tem sido reportada durante o amadurecimento do fruto (RANWALA et al., 1992). No entanto,

em melão tem sido reportado a ausência da atividade da enzima PG (HOBSON, 1962; LESTER e DUNLAP, 1985; MCCOLLUM et al., 1989). A inicial mudança na solubilidade da pectina coincide com a perda da galactose, mas precede a expressão do mRNA para PG, sugerindo que em estádios iniciais a modificação estrutural da pectina é independente da PG. A despolimerização de poliuronídeos ocorreu predominantemente nos estádios finais de amadurecimento, depois do aparecimento do mRNA para PG, sugerindo a dependência da PG na degradação da pectina, nos estádios finais de amadurecimento (ROSE et al., 1998).

Hadfield et al. (1998) apresentaram dados que suportam o papel da PG na despolimerização da pectina em melão. MPG1 e MPG2, que são mRNAs precursoras da PG, foram relacionadas com zonas de abscisão, e MPG3 por ser a PG responsável pela degradação em frutos de tomate. MPG1, a mais abundante mRNA para PG em melão foi expressa em *Aspergillus oryzae*. O filtrado da cultura diminuiu exponencialmente a viscosidade da solução péctica e catalisou a liberação de grupos redutores, sugerindo que MPG1 codifica uma endo-PG com potencial para despolimerizar a pectina da parede celular de frutos de melão. Como a MPG1 pertence a um grupo de PGs divergente daquela PG bem caracterizada em frutos de tomate, isto suporta o envolvimento de uma segunda classe de PGs nos frutos, onde o amadurecimento e desestruturação da pectina estão associados.

O tratamento T5 (GA₃ + IBA + cinetina) apresentou maior atividade da enzima PG, porém, manteve melhores valores de firmeza, exceto em relação ao tratamento com ácido giberélico, mostrando que, talvez a desestruturação da parede celular do melão envolva outras enzimas de maior importância.

Ahmed e Labavitch (1980) observando o comportamento dos açúcares neutros ramnose, fucose, arabinose, xilose, manose e galactose, mostraram que a PG reduzia significativamente o teor de arabinose na parede celular de frutos de pêra, não interferindo nos outros açúcares, inclusive, o açúcar predominante no melão, a galactose. Assim, a PG pode ter pouca importância na despolimerização da pectina em melões.

Despolimerização da hemicelulose foi observada através do amadurecimento de melão e a degradação da fração de xiloglucano foi detectada antes do início do amadurecimento. Então, o metabolismo do xiloglucano que pode estar estritamente associado com as microfibrilas de celulose (Figura 3) pode contribuir para os estádios iniciais de amolecimento. O rompimento desta associação pela quebra da rede de xiloglucano, talvez

catalisada pela endo-1,4- β -glucanase ou xiloglucano endotransglicosilases, ambas no qual tem sido associada com o amadurecimento, que poderia permitir a perda da parede celular. Alternativamente, o rompimento de associações não covalente entre xiloglucano e microfibrilas de celulose poderia também resultar em mudança na firmeza, bem como, em aumento na acessibilidade do substrato, para o ataque enzimático, pelas hidrolases da parede celular (ROSE et al., 1998).

A auxina tem sido citada por alguns autores por aumentar a atividade da celulase (endo-1,4- β -glucanase). Datko e Maclachlan (1968), estudando três tipo de enzimas em mudas de pêra, observaram que a endo-1,4- β -glucanase foi a única a aumentar devido a auxina, em quantidade por unidade de peso fresco. A máxima concentração (20-45 vezes maior que o controle) foi atingida do terceiro ao quarto dia.

As galactosidases são também relacionadas com a despolimerização das pectinas, com liberação de resíduos de galactosil, os quais representam os principais açúcares neutros da parede celular perdidos durante o amadurecimento da maioria dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Em ambos os modelos de frutos, com amadurecimento climatérico e não climatérico, a enzima β -galactosidase aparenta ter um importante papel na desestruturação da pectina (CHIN et al., 1999). A atividade de degradação observada em frutos pré-amadurecidos pode ser resultado da atividade da β -galactosidase. Tem sido previamente reportado, que extratos parcialmente purificados de β -galactosidase, provenientes de melão, atuam em muitas classes de polissacarídeos e são hábeis em causar diminuição no peso molecular da pectina, embora esta diminuição não se assemelhe ao que acontece endogenamente durante o amadurecimento (RANWALA et al., 1992).

A galactose, o principal açúcar liberado de frutos amolecidos foram mantidos em altos níveis dentro do material da parede celular de frutos tratados com ácido giberélico, no qual pode ter afetado a β -galactosidase (BEN-ARIE et al., 1996).

Esta enzima pode ser considerada de grande importância em melão, já que o conteúdo de galactose no estágio inicial de amadurecimento é de 41,5% dos açúcares neutros da parede celular e decresce até o fim do amadurecimento, atingindo 30,3% (ROSE et al., 1998).

6.7 Trocas gasosas

O processo fotossintético ocorre em organismos intactos que estão continuamente respondendo a mudanças internas e externas. As folhas e a energia solar formam um sistema que determina a atividade fotossintética de uma planta (TAIZ E ZEIGER, 2004).

Durante o desenvolvimento das plantas, antes da aplicação dos tratamentos, a taxa fotossintética era semelhante entre as plantas, mostrando uniformidade de desenvolvimento entre as plantas, porém após a aplicação dos tratamentos as plantas comportaram-se de forma variada.

O comportamento mais marcante foi em relação à aplicação da auxina, que causou o enrolamento das folhas (Figura 27), diminuindo a área foliar e, conseqüentemente, a redução da taxa fotossintética, diferenciando-se dos demais tratamentos (Figuras 28 e 29). No entanto, na terceira aplicação dos tratamentos não houve redução da taxa fotossintética, provavelmente, devido à adaptação das plantas tratada a com auxina (Figura 30). Segundo Taiz e Zeiger (2004), as folhas adaptam-se, mostrando que as plantas são fisiologicamente flexíveis e que se adaptam de imediato ao seu ambiente.

Bidwell e Turner (1966) trabalhando com cinco tipos de auxinas, observaram que o estímulo na taxa fotossintética foi em maior grau no IAA em relação à aplicação de IBA e este estímulo, durou no máximo 120 minutos, enquanto as demais auxinas não tiveram efeito. Então, segundo os autores, parece que o efeito sobre a fotossíntese é efeito específico do IAA.

O tratamento com citocinina reduziu a taxa fotossintética, diferenciando-se da maioria dos tratamentos na segunda e terceira aplicação (Figuras 29 e 30). A aplicação de cinetina, além de não aumentar a taxa fotossintética, estimulou a redução da mesma em folhas de feijão segundo Bidwell e Turner (1966). Genkov et al. (1997), trabalhando com citocininas (feniluréias), observaram que dependendo da concentração aplicada, estas estimularam ou inibiram o conteúdo de pigmentos fotossintéticos.



Figura 27. Enrolamento de folhas de melão tipo Galia, híbrido Galileu após pulverização do tratamento com IBA.

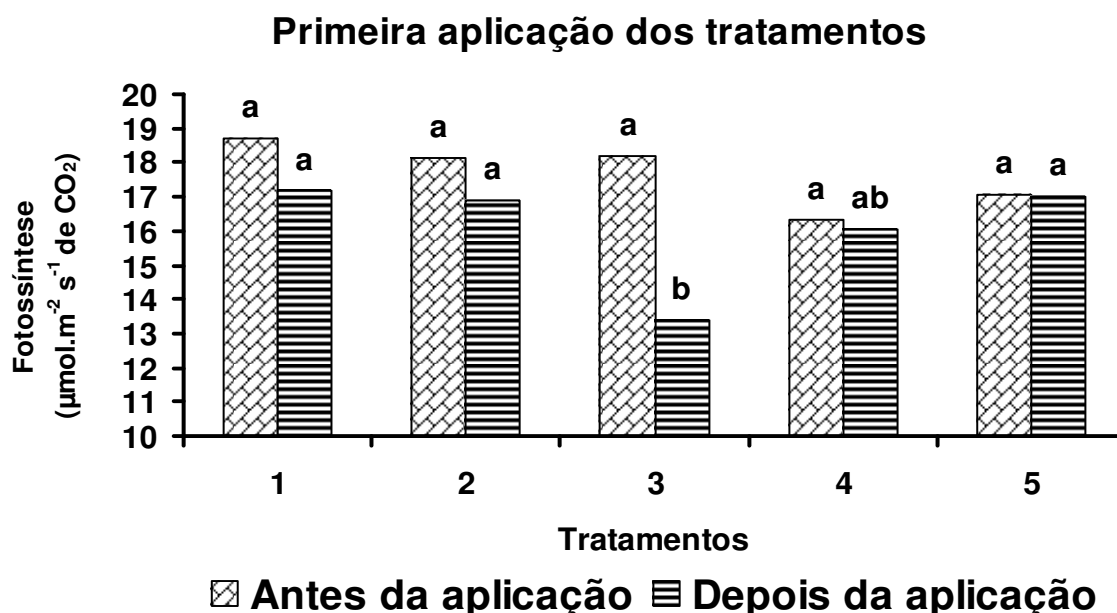


Figura 28. Taxa fotossintética de melão tipo Galia, híbrido Galileu, antes e após a primeira aplicação durante o desenvolvimento de plantas de melão. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro de cada aplicação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – Antes da aplicação = 6,38; Depois da aplicação = 9,54.

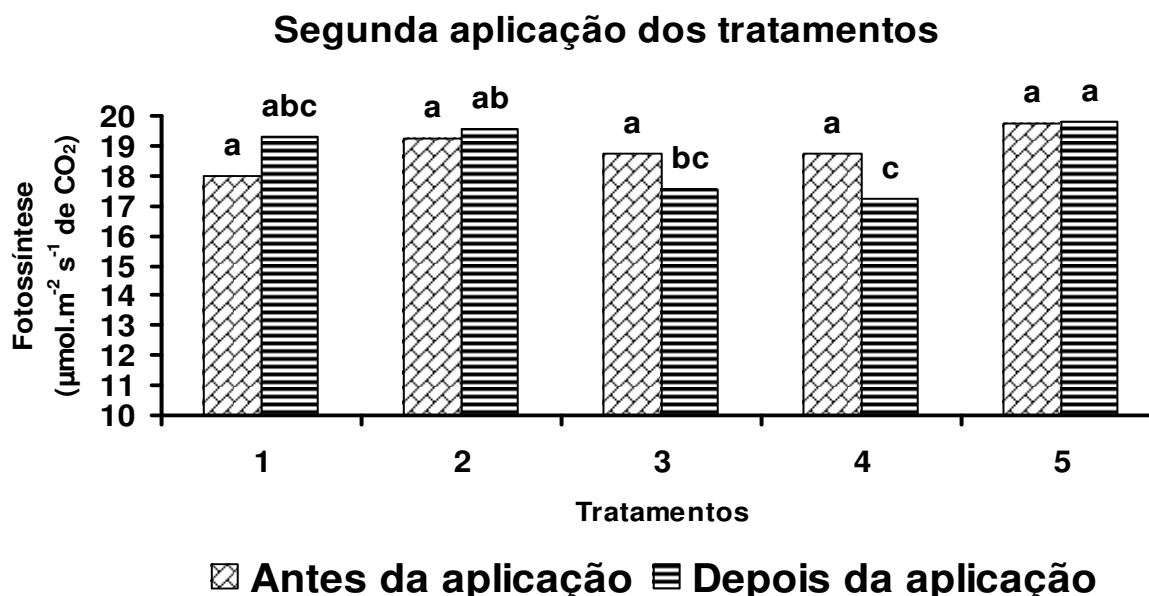


Figura 29. Taxa fotossintética de melão tipo Galia, híbrido Galileu, antes e após a segunda aplicação durante o desenvolvimento de plantas de melão. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro de cada aplicação. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – Antes da aplicação = 15,12; Depois da aplicação = 5,03.

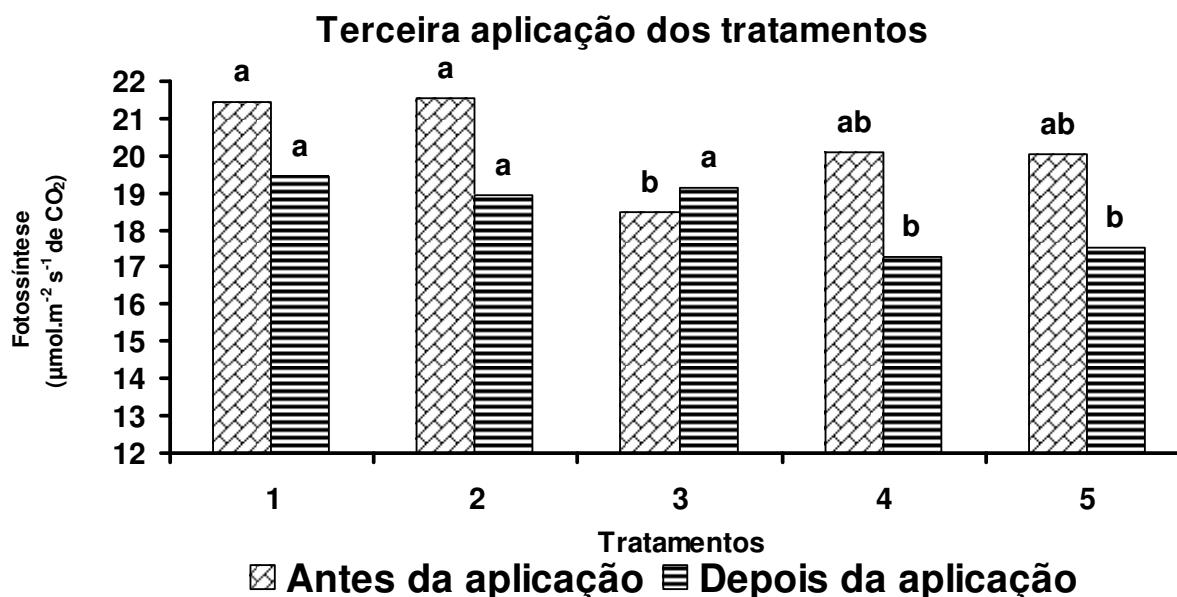


Figura 30. Taxa fotossintética de melão tipo Galia, híbrido Galileu, antes e após a terceira aplicação durante o desenvolvimento de plantas de melão. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$ dentro de cada aplicação. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

C.V. (%) – Antes da aplicação = 4,32; Depois da aplicação = 3,08.

A giberelina aumentou a taxa fotossintética, apenas na segunda aplicação dos tratamentos, nas demais aplicações houve queda da fotossíntese, porém, essa redução foi para todos os tratamentos. Apesar de não alterar a fotossíntese na primeira e terceira aplicação, o tratamento com ácido giberélico manteve-se com boa taxa de assimilação de CO_2 (Tabela 14).

Tabela 14. Taxa de assimilação líquida de CO_2 , transpiração e eficiência do uso de água após a última aplicação dos reguladores vegetais em melões tipo Galia, híbrido Galileu. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

Tratamentos	Taxa de assimilação líquida de CO_2 ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de CO_2)	Transpiração ($\text{mol. m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Eficiência do uso de água ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de CO_2 / $\text{mol. m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
T1	19,45	4,66	4,18
T2	18,93	4,34	4,36
T3	19,16	4,52	4,24
T4	17,30	5,00	3,46
T5	17,56	3,66	4,80

Diversos trabalhos têm estudado o efeito do ácido giberélico sobre a fotossíntese, com resultados contraditórios ou inconclusivos. Coulombe e Paquin (1959) observaram aumento na fotossíntese e transpiração após pulverização de 100 mg L⁻¹ de GA₃ em plantas de tomate. Haber e Tolbert (1957) não encontraram aumento na fixação de CO₂ em aveia, independente da concentração, que variou entre 0 e 1000 mg L⁻¹.

A manutenção da taxa fotossintética para o tratamento com ácido giberélico pode ser um dos fatores que colaboraram para a maior firmeza e SS. A firmeza dos frutos aumenta pela pulverização pré-colheita com ácido giberélico, sendo esse efeito morfológico atribuído ao aumento no número de células nos frutos remanescentes na árvore, bem como, ao aumento da relação entre parede celular:volume celular, o que melhora a firmeza da polpa (CHITARRA E CHITARRA, 2005), além de, aumentar o teor de açúcares neutros insolúveis em água da parede celular. Enquanto, a colaboração para maior teor de sólidos solúveis, pode ser devido a alteração do padrão de distribuição de assimilados dentro da planta e essas modificações, especificamente o aumento do acúmulo de açúcares no local de aplicação deste regulador vegetal.

Chitarra e Chitarra (2005) citam a luz como fonte de energia necessária para o desenvolvimento dos tecidos vegetais e pode aumentar a sua firmeza, mas em níveis superiores aos da saturação fotossintética, pode aumentar a temperatura dos frutos e resultar em danos, com perda de firmeza dos tecidos vegetais. E ainda, o estresse pode alterar a produção de carboidratos, já que os principais produtos finais do metabolismo de carboidratos são o amido e sacarose (MAMDOUH et al., 2001).

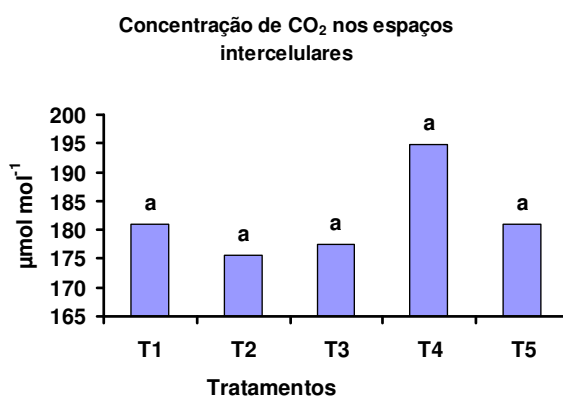
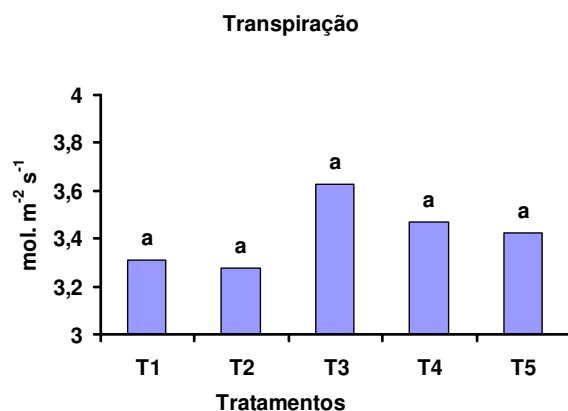
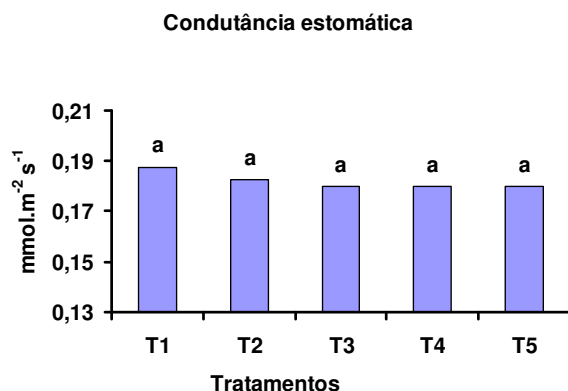
A redução na taxa fotossintética proporcionada pela pulverização com auxina, pode ser observada também em outras variáveis (Figura 31), ocorrendo redução na transpiração e condutância estomática, conseqüentemente, interferindo na taxa fotossintética (Figura 28). A queda atingiu 13%, 18% e 25,5%, para transpiração, condutância estomática e fotossíntese, respectivamente.

Após a segunda aplicação, o mesmo comportamento foi observado para a auxina e citocinina, porém, não havendo diferença estatística para estas duas variáveis, mas afetando novamente a taxa de assimilação de CO₂ (Figura 32). No entanto, a maior redução foi para a cinetina, onde ocorreu redução de 23%, 21% e 8% para a transpiração, condutância estomática e fotossíntese, respectivamente.

No último dia de avaliação destas variáveis observou-se aumento na transpiração das plantas pulverizadas com cinetina (Figura 33), que não foi revertida em maior taxa fotossintética (Figura 30). Apesar deste aumento na transpiração, observa-se que o mesmo tratamento apresentou baixa eficiência no uso da água (Tabela 14).

O único tratamento que não afetou a taxa fotossintética nas duas primeiras aplicações foi o tratamento 5 (mistura dos reguladores), no qual, manteve-se com alta taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e concentração intercelular de CO_2 (Figuras 31 e 32). No entanto, no último dia de análise houve queda acentuada nestas variáveis, exceto na taxa fotossintética, porém, este tratamento apresentou alta eficiência no uso de água.

Antes da aplicação dos tratamentos



Depois da 1ª aplicação dos tratamentos

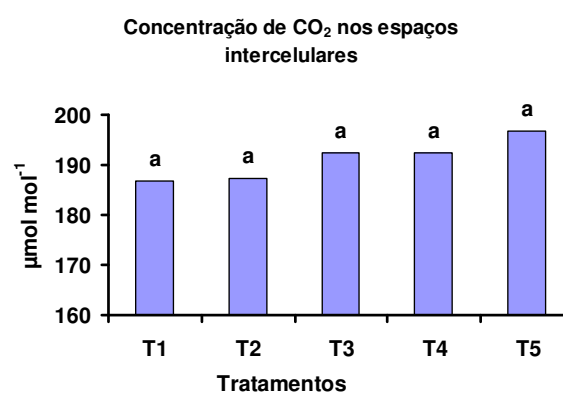
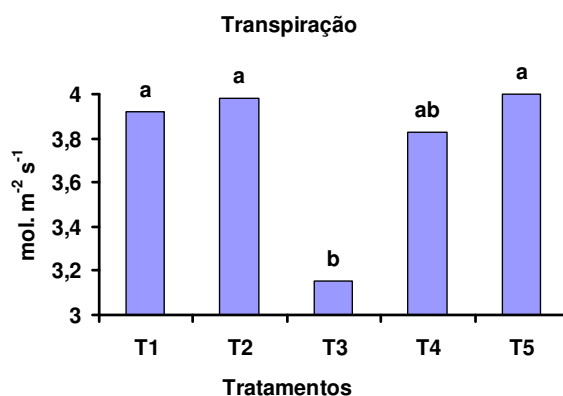
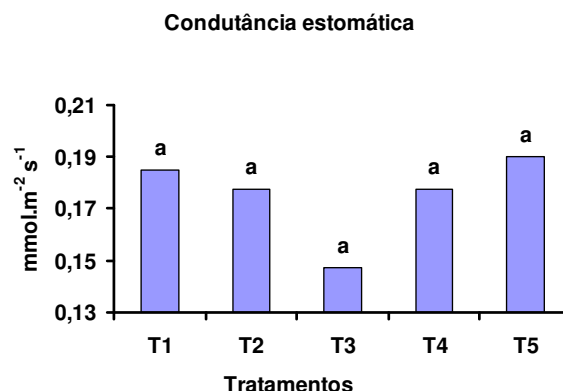


Figura 31. Condutância estomática, transpiração e concentração de CO₂ nos espaços intercelulares, antes e após a primeira aplicação de reguladores vegetais durante o desenvolvimento da planta de melão. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – $g_s = 11,24$, $E = 9,81$, $C_i = 9,46$

$g_s = 11,10$, $E = 8,66$, $C_i = 9,20$.

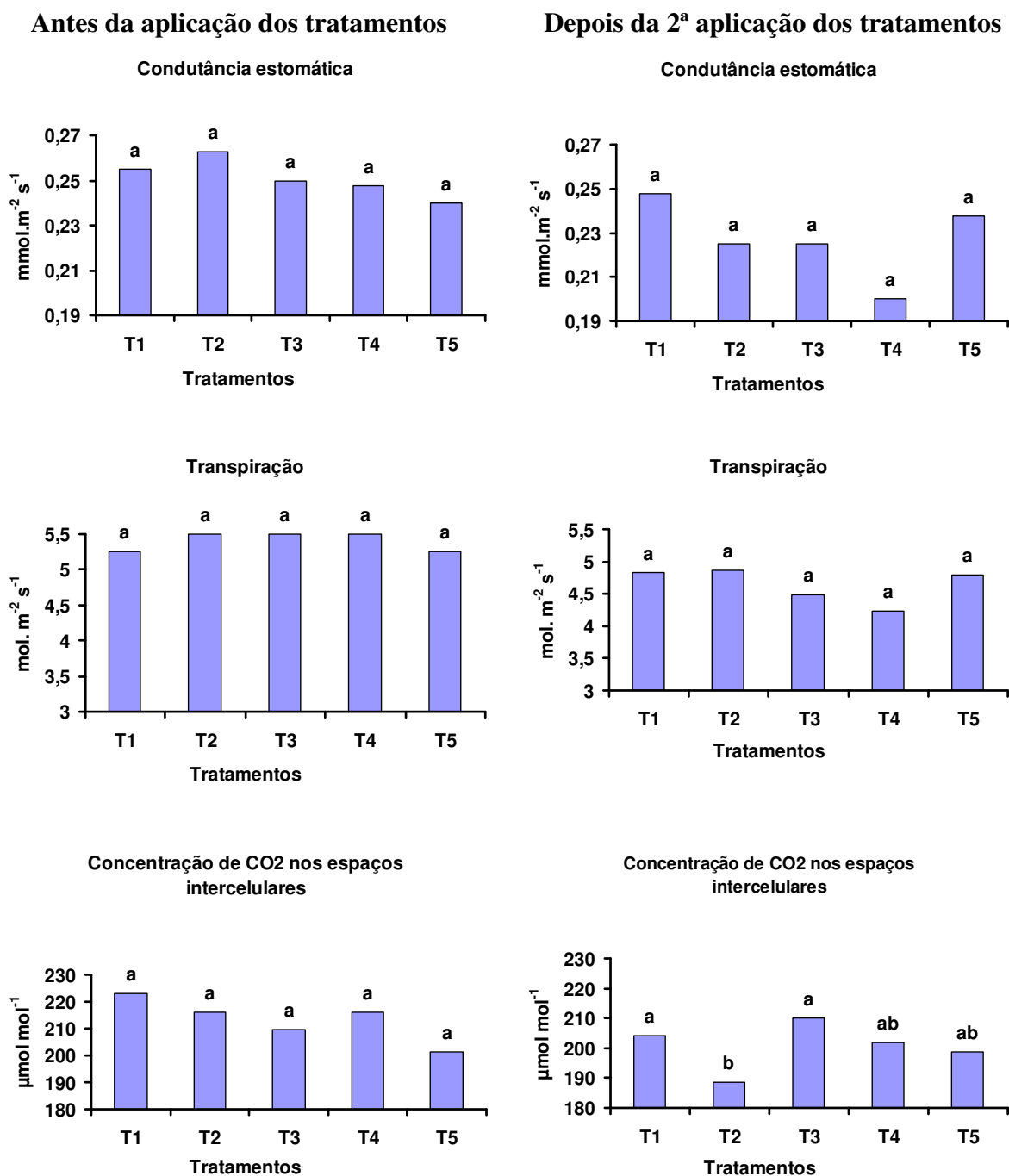


Figura 32. Condutância estomática, transpiração e concentração de CO₂ nos espaços intercelulares, antes e após a segunda aplicação de reguladores vegetais durante o desenvolvimento da planta de melão. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – $g_s = 14,25$, $E = 9,24$, $Ci = 7,14$

$g_s = 11,32$, $E = 6,38$, $Ci = 3,33$.

Antes da Aplicação dos tratamentos

Depois da 3ª aplicação dos tratamentos

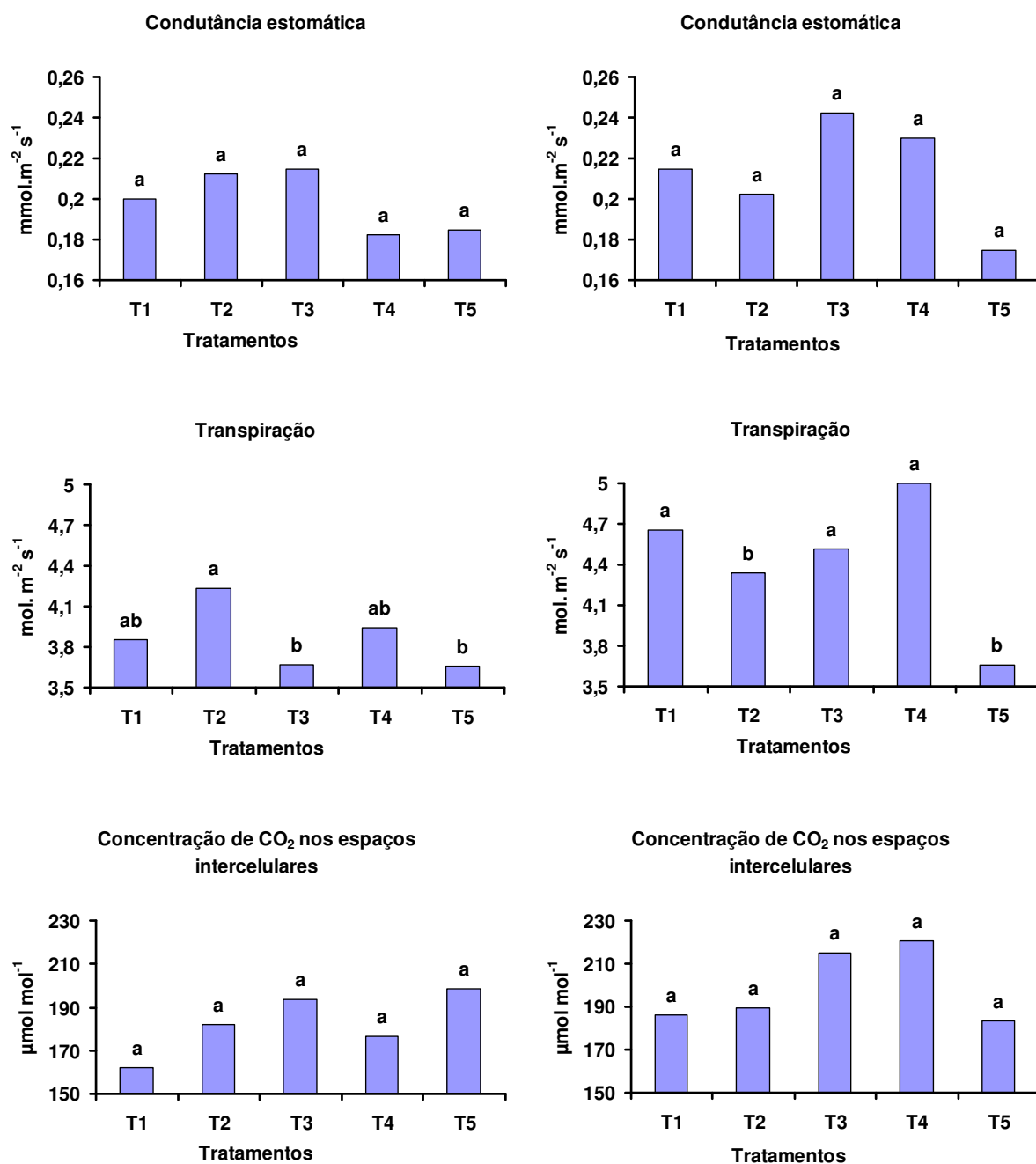


Figura 33. Condutância estomática, transpiração e concentração de CO₂ nos espaços intercelulares, antes e após a terceira aplicação de reguladores vegetais durante o desenvolvimento da planta de melão. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste Tukey a $p < 0,05$. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – $g_s = 10,90$, $E = 5,44$, $Ci = 9,67$;

$g_s = 14,48$, $E = 9,50$, $Ci = 8,98$.

6.8 Nutrientes

Quantitativamente, a seqüência de macronutrientes extraídos foi: $K > N > Ca > Mg > P > S$ (Figuras 34 e 35). Nos resultados apresentados por Duarte (2002) a seqüência para meloeiro foi a mesma: $N > Ca > Mg > P > S$. Em condições de casa de vegetação para o híbrido Bônus, Kano (2002) encontrou: $N > Ca > Mg > P > S$; já Prata (1999) apresentou os seguintes resultados para diversos híbridos de meloeiro: $Ca > K > N > Mg > P$; no trabalho de Lima (2001), a seqüência em diversos híbridos foi: $K > N > Ca > P > Mg$. Desta forma, observa-se que o potássio, o nitrogênio e o cálcio são os nutrientes mais exigidos pelo meloeiro, sendo a necessidade de cada um, variável de acordo com as condições em que se deu a pesquisa.

Para os micronutrientes Kano (2002) observou que a seqüência encontrada nos frutos foi: $Fe > Zn > B > Mn$. Diferenciando dos resultados encontrados no presente trabalho, onde a seqüência foi: $Zn > Fe > B > Mn$ (Figura 36).

O potássio pode influenciar nos aspectos de qualidade nos frutos, podendo alterar a firmeza e o conteúdo de açúcar nos frutos. A nutrição potássica aumenta o teor de sólidos solúveis e melhora a firmeza da casca e polpa em abacaxi. Além disso, seu baixo teor no solo, proporciona menor absorção e, conseqüentemente, menor transporte de açúcar das folhas para os frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Portanto, os menores valores de K encontrados na polpa dos frutos tratados com auxina (Figura 37), pode ter influenciado a qualidade do fruto, como relatado em capítulos anteriores.

O cálcio tem recebido atenção, nos últimos anos, não somente em relação às desordens fisiológicas, mas também por causa de seu efeito desejável, particularmente em frutos, aumentando a firmeza e retardando o amadurecimento e senescência (Evangelista, 1999).

Os frutos pulverizados com ácido giberélico apresentaram maior teor de cálcio no momento da colheita na polpa dos frutos, porém, não houve diferença estatística. Enquanto, o tratamento com auxina apresentou os menores teores. Os frutos partenocárpico induzido pela auxina apresentam, em geral, baixos níveis de cálcio e podem ocorrer sintomas de deficiência nesses frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O cálcio é importante componente da parede celular, estando associado com os grupos carboxílicos livres da pectina, para que esta mantenha sua estrutura. Além disso, à medida que ocorre a desmetilação pela pectinametilesterase, o Ca^{+2} volta a ligar-se formando ligação de natureza cooperativa, pois assim, mantendo a firmeza do fruto.

O tratamento com ácido giberélico, não só proporcionou maior teor de cálcio, mas da maioria dos macronutrientes e micronutrientes (Figuras 35 e 38).

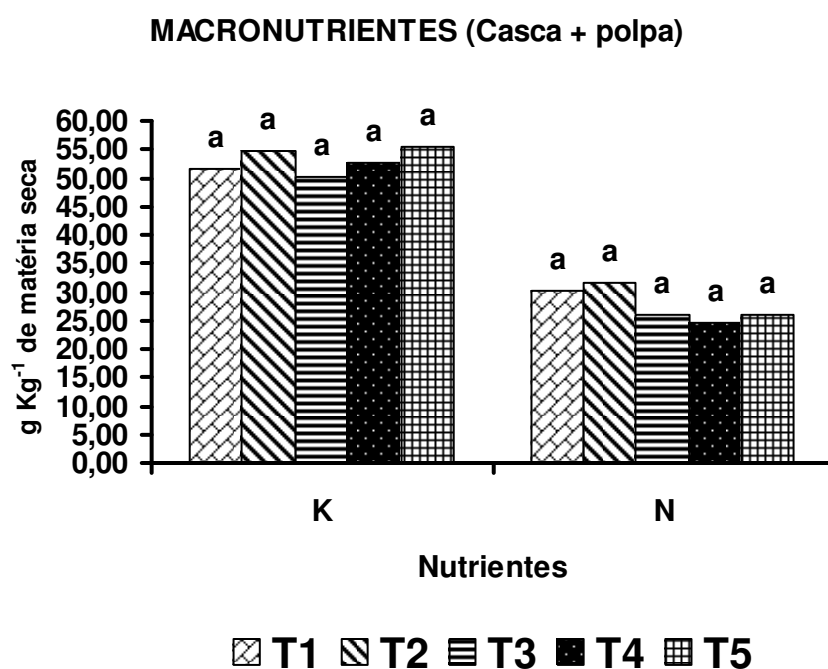


Figura 34. Teor de potássio e nitrogênio em frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$ para cada nutriente. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

C.V. (%) – K = 7,36; N = 11,48.

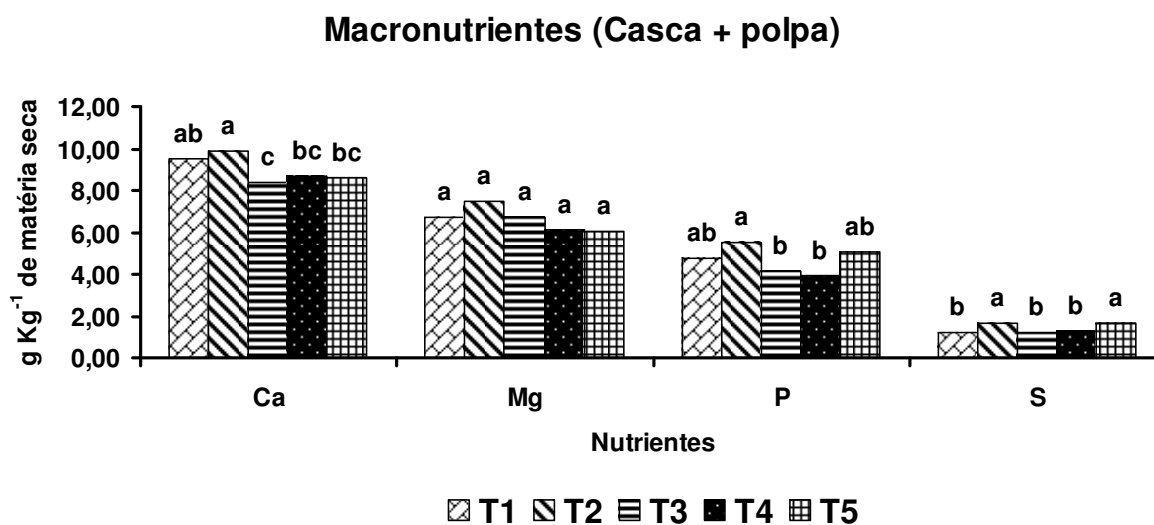


Figura 35. Teor de cálcio, magnésio, fósforo e enxofre de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita. Letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$ para cada nutriente. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

C.V. (%) – Ca = 5,01; Mg = 11,18; P = 12,29; S = 10,16.

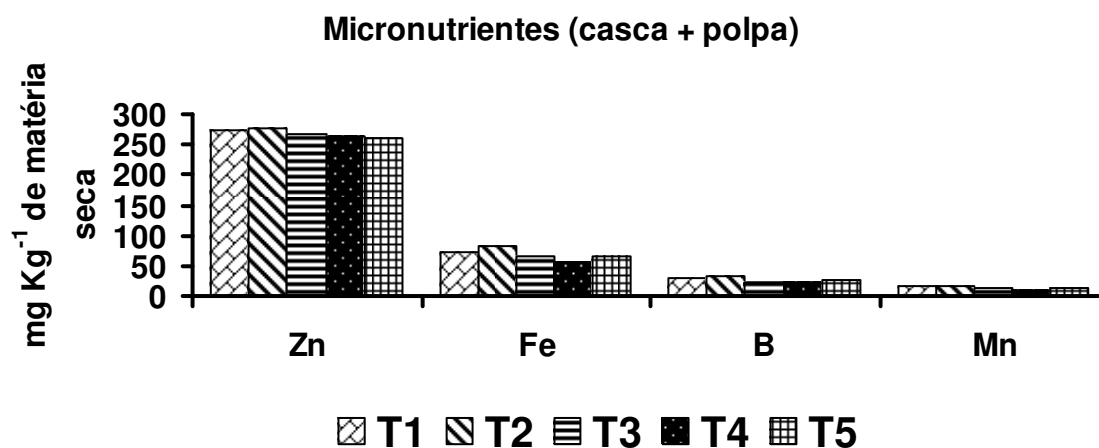


Figura 36. Exportação de cálcio, magnésio, fósforo e enxofre por frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita. (T1 = controle; T2 = GA_3 ; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA_3 + IBA + cinetina).

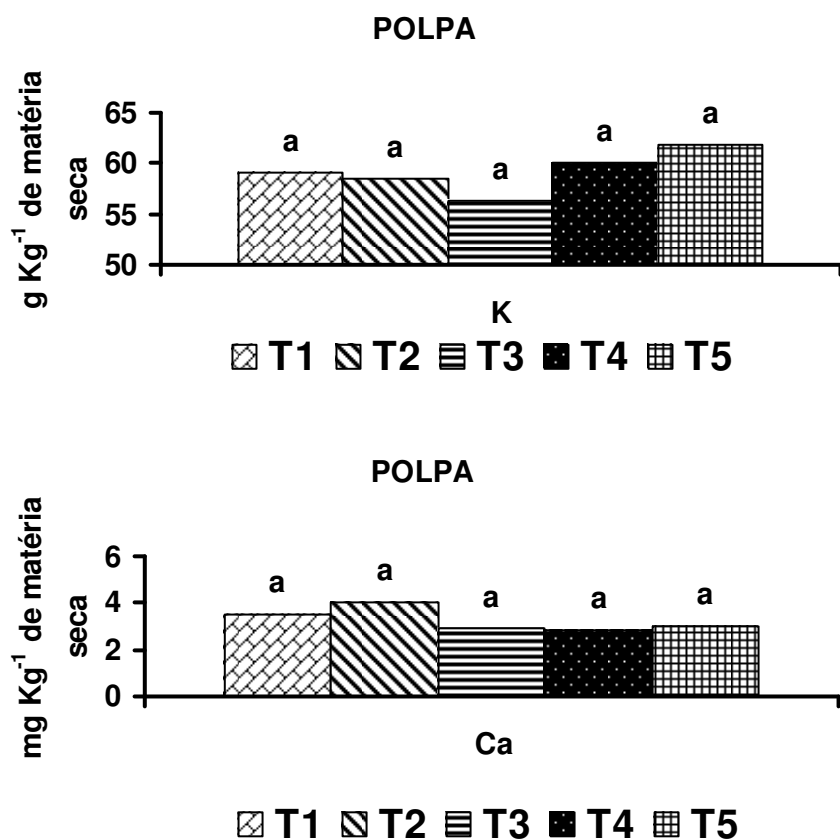


Figura 37. Teor de cálcio e potássio em frutos de melão tipo Galia, híbrido ‘Galileu’, no momento da colheita. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – K = 8,49; Ca = 17,38.

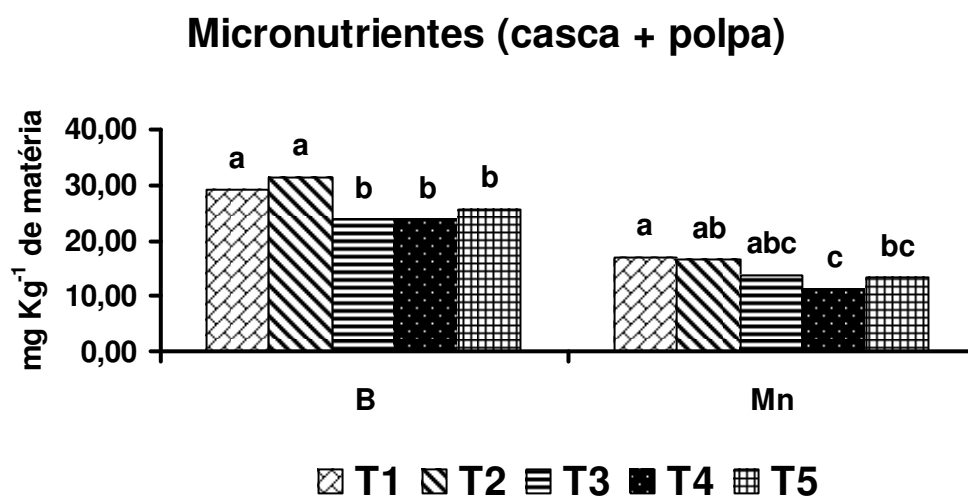
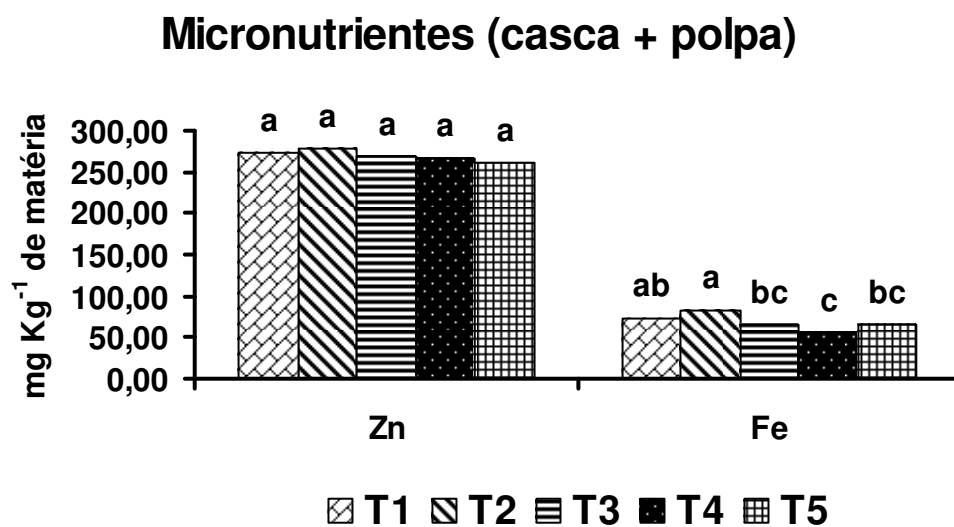


Figura 38. Teor de zinco, ferro, boro e manganês em frutos de melão tipo Galia, híbrido Galileu, no momento da colheita. (T1 = controle; T2 = GA₃; T3 = IBA; T4 = cinetina; T5 = GA₃ + IBA + cinetina).

C.V. (%) – Zn = 3,15; Fe = 9,36; B = 6,26; Mn = 10,38.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento com ácido giberélico que já é utilizado comercialmente em outras culturas apresentou melhor qualidade do fruto de melão, através da manutenção da firmeza e perda de peso, além de proporcionar tendência de maiores teores de sólidos solúveis, açúcares totais e relação SS/AT.

Todos os tratamentos influenciaram a atividade enzimática nos frutos, porém, não houve correlação entre esta atividade e o amolecimento do fruto, sugerindo que outras enzimas podem ser de maior importância na degradação da parede celular dos frutos de melão.

As demais características de qualidade do fruto não foram influenciadas pelos tratamentos com reguladores vegetais.

8. CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que o experimento foi realizado, pode-se afirmar que:

- Os tratamentos com ácido giberélico e a mistura dos reguladores vegetais (GA_3 + IBA + cinetina) demonstraram serem mais eficientes na manutenção da firmeza e perda de massa fresca;
- O tratamento com a mistura dos reguladores vegetais (GA_3 + IBA + cinetina) apresentou maior atividade das enzimas peroxidase, pectinametilesterase e poligalacturonase;
- O tratamento com ácido giberélico influenciou positivamente no teor de açúcares totais e na relação SS/AT;
- As demais características da qualidade do fruto não foram afetadas pelos tratamentos com reguladores vegetais, e
- A aplicação de IBA, cinetina e a mistura dos reguladores vegetais (GA_3 + IBA + cinetina) influenciaram na taxa fotossintética.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDALLA, M. M., EL-TELWANY, K. A.; HASSANEIN, R. A. Effect of 2,4-D, GA₃ and BA on some metabolites and mineral composition of leaves of drouthgt stressed red radish plants. **Egypt. J. Physiol. Sci.** v.16, p.37-54, 1992.

AGRIANUAL 2004, FNP Consultoria e Informativos, p.369-372.

AGRIANUAL 2006, FNP Consultoria e Informativos, p.334-336.

AHMED, E. A.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit. **Plant Physiology.** v.65, p.1009-1013, 1980.

ALBUQUERQUE, B.; LINDON, F. C.; BARREIRO, M. G. A case study on de flavor properties of melon (*Cucumis melo* L.) cultivars. **Fruits.** v.61, n.5, p.333-339, 2006.

ALLA, M. M. N. et al. Effect of kinetin on Photosynthetic activity and carbohydrate content in waterlogged or seawater treated *Vigna sinensis* and *Zea mays*. **Journal of Biological Sciences.** v.1, n.10, p.918-924, 2001.

ALMEIDA, D. P. F.; HUBER, D. J. Apoplastic pH and inorganic íon levels in tomato fruit: A potencial means for regulation of cell wall metabolism during ripening. **Physiologia Plantarum.** v.105, p.506-512, 1999.

ANTONIOLLI, L. R.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. Prevenção da abscisão pré-colheita de frutos de laranja 'Westin'. **Laranja.** Cordeirópolis. v.24, n.1, p.71-82, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists: fruits and fruits products.** Washington, 1980, cap.22, p.359-373.

ARAÚJO, J. P. **Cultura do Melão.** Petrolina: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, EMBRAPA, 1980, 40p.

ARAÚJO, F. M. M. C.; CHITARRA, A. B. Armazenamento de melão 'Orange Flesh' minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciênc. Agrotec.** v.29, n.2, p.346-352, mar/abr., 2005.

ARAÚJO, J. L. P.; VILELA, N. J. Aspectos socioeconômicos. In: SILVA, H. R.; DUARTE, N. **Melão, Produção: Aspectos Técnicos.** Brasília: EMBRAPA Hortaliça, 2003, p.15-18.

ARTÉS, F. et al. Quality factors in four varieties of melon (*Cucumis melo*, L.). **Journal of Food Quality.** v.16, n.2, p.91-100, 1993.

AWAD, M.; YOUNG, R. E. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase, and pectinmethylesterase in avocado (*Persea americana* Mill, cv.Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. **Plant Physiology.** v.64, p.306-308, 1979.

BARREIRO, M. da G.; LINDON, F. C.; PINTO, M. Physicochemical characterisation of the postharvest senescence of the winter melon 'Tendral'. **Fruits.** v.56, n.1, 2000.

BATISSE, C.; FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Pectin changes in ripening cherry fruit. **Journal of Food Science.** v.59, n.2, p.389-393, 1994.

BEN-ARIE, R.; et al. Cell wall metabolism in gibberellin-treated persimmon fruits. **Plant Growth Regulation.** v.19, p.25-33, 1996.

BICALHO, U. DE O. et al Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.24, n.1, p.136-146, 2000.

BIDWELL, R. G. S.; TURNER, W. B. Effect of growth regulators on CO₂ assimilation in leaves, and its correlation with the bud break response in photosynthesis, **Plant physiology.** v.41, p.267-270, 1966.

BRACKMANN, A. et al. Qualidade de melões (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud.), híbrido Torreon, produzidos em hidroponia e armazenados em embalagens de polietileno. **Ciência rural**, v.36, p.1143-1149, jul-ago, 2006.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annu Rev Plant Physiol**. v.38, p.155-179, 1987.

BRANDÃO FILHO, J. U. T. B.; VASCONCELLOS, M. A. S. **Produção de Hortaliças em Ambiente Protegido: condições subtropicais** / organizadores Romy Goto, Sebastião Wilson Tivelli. – São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998, p.161-193.

BRETT, C. T.; WALDRON, K. W. **Physiology an biochemistry of plant cell walls**. London: Chapman and Hall, 2.ed, 1996.

BRUMMELL, D. A. et al. Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. **Journal of Experimental Botany**. v.55, n.405, p.2029-2039, 2004.

BURNS, J. K.; PRESSEY, R. Ca^{+2} in cell wall of ripening tomato and peach. **Journal of the American for Horticultural Science**. v112, p.783-787, 1987.

CARPITA, N. C.; MACCANN, M. The cell wall. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plants Biologists, 2000, p.52-108.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. 2001, 131p.

CHIN, L-H.; MOHD.ALI, Z.; LAZAN, H. Cell wall modification, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening. **Journal of Experimental Botany**. v.50, n.335, p.767-775, june 1999.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 320p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2.ed, Lavras: UFLA, 2005, 785p.

COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informa Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.31-39, 1994.

COULOMBE, L. J.; PAQUIN, R. Effects de acide gibberellique sur le metabolisme des plantes. **Can. J. Botany**. v.37, p.897-901, 1959.

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).

DANIELI, R. et al. Efeito da aplicação de ácido giberélico e cloreto de cálcio no retardamento da colheita e na conservabilidade de caqui, Fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.24, n.1, p.44-48, abril, 2002.

DATKO, A. H.; MACLACHLAN, G. A. Indoleacetic acid and the synthesis of glucanases and pectic enzymes. **Plant Physiology**. v.43, p.735-742, 1968.

DAVIES, P. J. **PLANT HORMONES and Their Roles in Plant Growth and Development**. / Editor P. J. Davies. – New York, 2004, 614p.

DIAS, R de C. S. et al. Cadeia produtiva do melão no nordeste. In: CASTRO, A. M. G. et al. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica**. Brasília: EMBRAPA. 1998, p.441-494.

D' INNOCENZO, M. **Comportamento de enzimas da parede celular e textura da polpa relacionados ao tratamento de irradiação em mamões (*Carica papaya* L. cv. solo) durante o armazenamento**. 1996, 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - ESALQ - Piracicaba, 1996.

DUARTE, S. R. **Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação**. 2002, 70f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Mineral) – UFCG – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

EL-KHOLY, E.; HAFEZ, H.; NAEEM, F. Effect of some growth regulators on yield and quality of sweetmelon and muskmelon. **J. Agric. Sci., Camb.** v.98, p.645-649, 1982.

EL-ZOGHBI, M. Biochemical changes in some tropical fruits during ripening. **Food Chemistry**. v.49, n.1, p.33-37, jan. 1994.

EVANGELISTA, R. M. **Qualidade mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. 1999. 129f. Tese (Doutorado em

Ciência dos Alimentos/Fisiologia Pós-Colheita) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

FENG, Z.; GUO, A.; FENG, Z. Amelioration of chilling stress by triadimefon in cucumber seedlings. **Plant Growth Regulation**. v.39, p.277-283, 2003.

FERRI, V. C. et al. Ácido giberélico no retardamento da maturação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.), cultivar fuyu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.24, n.1, p.1-5, jan-mar. 2004.

FILGUEIRAS, H. A. C. **Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco ‘alcobaça’**. 1996. 118f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1996.

FIDLER, J. C.; NORTH, C. J. The respiration of apples in CA storage conditions. **Bulletin de l’Institut International du Froid**. Annexe, v.1, p.93-100, 1966.

FISCHER, R. L.; BENNETT, A. B. Role of cell wall hidrolases in fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. v.42, p.675-703, 1991.

FLETCHER, R.A.; KALLIDUMBIL, V.; STEELE P. An improved bioassay for cytokinin using cucumber cotyledons. **Plant Physiol**. v.69, p.675–677, 1982.

FONSECA, H. **Bioquímica de Alimentos**. Piracicaba: ESALQ, 1974, 249p.

FORD, T. W. AND E. W. SIMON. Peroxidase and glucose-6-phosphate dehydrogenase levels in cotyledons of *Cucumis sativus* (L.). **J. Exp. Bot**. v.23, p.423-431, 1972.

FOYER, C. H.; DESCOURVIERES, P.; KUNERT, K. J. Protection against oxygen radicals: An important defense mechanism studied in transgenic plants. **Plant Cell Enviroment**. v.17, p.507-523, 1994.

GAO, Z. et al. Carbohydrate metabolism during early fruit development of sweet melon (*Cucumis melo* L.). **Physiologia Plantarum**. v.106, p.1-8, 1999.

GAYET, J. P. Características das frutas para exportação. In: GORGATTI NETO, A. **Melão para Exportação: procedimentos de Colheita e Pós Colheita**. 1994, p.9-10. (FrupeX Publicações técnicas,2)

- GENKOV, T., TSONEVA, P., IVANOVA, I. Effect of Cytokinins on Photosynthetic Pigments and Chlorophyllase Activity in Vitro Cultures of Axillary Buds of *Dianthus caryophyllus* L. **J. Plant. Growth Regul.** v.16, p.169–172, 1997.
- GIOVANNONI, J. J. et al. Polygalacturonase and tomato fruit ripening. **Horticultural Review.** v.13, p.67-100, 1992.
- GONÇALVES, C. A. A. et al. Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v.26, n.1, p.220-229, jan-mar. 2006.
- GROSS, K. C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry.** v.23, n.11, p.2457-2431, 1984.
- HABER, A. H.; TOLBERT, N. E. Photosynthesis in gibberellin-treated leaves. **Plant Physiology.** v.32, n.2, p.152-153, 1956.
- HADFIELD, K. A.; BENNETT, A. B. Polygalacturonases: Many genes in search of a function. **Plant Physiology.** v.117, p.337-343, 1998.
- HADFIELD, K. A. et al. Polygalacturonase gene expression in ripe melon fruit supports a role for polygalacturonase in ripening-associated pectin disassembly. **Plant Physiology.** v.117, p.363-373, 1998.
- HAGER, A. G. et al. Auxin induces exocytosis and rapid synthesis of a high turnover pool of plasma-membrane H^+ -ATPase. **Planta.** v.185, p.527-537, 1991.
- HAYASHI, T. The effect of gibberellin treatment on the photosynthetic activity of plants. In: IV INTER. CONF. **Plant Growth Regulation.** Iowa: State Press. 1961, p.579-587.
- HAYATA, Y. et al. Effects of CPPU on the growth, sugar accumulation and activity of related enzymes in melon fruit. **Acta Horticulturae.** 514, p.219-225, 2000.
- HAYATA, Y. et al. CPPU and BA, with and without pollination, effect set, growth, and quality of muskmelon fruit. **HortScience.** v.35, n.5, p.868-870, 2000.
- HAYATA, Y. et al. p-CPA enhances growth and quality of muskmelon fruits. **Plant Growth Regulation.** v.36, p.13-18, 2002.

HILTIN, H. O.; LEVINE, A. S. Pectin methylesterase in the ripening banana. **Journal of Food Science**. v.30, p.917-921, 1965.

HOBSON, G. E. Determination of polygalacturonase in fruits. **Nature**. v.195, p. 804-805, 1962.

HOBSON, G. E. Pectinesterase in normal and abnormal tomato fruit. **Biochemistry Journal**. v.86, p.358-365, 1963.

HORVITZ, S.; CAMELO, A. F. L.; YOMMI, A.; GODOY, C. application of gibberellic acid to 'sweetheart' sweet cherries: Effects on fruit quality at harvest and during cold storage. **Acta Horticulturae**. 628, p.311-316, 2003.

HUBER, D. J. Strawberry fruit softening: the potencial roles of polyuronides and hemiceluloses. **Journal of Food Science**. v.49, n.5, p.1310-1315, Sept/Oct. 1984.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, 1966.

IANNETTA, P. P. M. et al. The role of ethylene and cell wall modifying enzymes in raspberry (*Rubus idaeus*) fruit ripening. **Physiologia Plantarum**. v. 105, p.338-347, 1999.

ISNTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2 ed. São Paulo, v.1, 1985, 371p.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOOG, M. L. A. T. M. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**. v.30, p.145-160, 2002.

KANO, C. **Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com a adição de potássio e CO₂ na água de irrigação**. 2002. 102f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de São Paulo / ESALQ, Piracicaba, 2002.

KAPCHINA-TOTEVA, V.; YAKIMOVA, E. Effect of purine and Phenylurea cytokinins on peroxidase activity in relation to apical dominance of *in vitro* cultivated *Rosa hybrida* L. **Bulg. J. Plant. Physiol**. v.23, n.1-2, p.73–83, 1997.

KAPPEL, F.; MACDONALD, R. A. Gibberellic acid increases fruit firmness, fruit size, and delays maturity of 'sweetheart' sweet cherry. **Journal American Pomological Society**. v.54, n.4, p.219-222, 2002.

KAR, M., MISHRA, D. Catalase, Peroxidase, and Polyphenoloxidase Activities during Rice Leaf Senescence. **Plant Physiology**. v.57, p.315-319, 1976.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plants products**. New York: AVI, 1991, 534p.

KNEE, M. Polyssaccharide changes in cell wall of ripening apples. **Phytochemistry**. v.12, p.1543-1549, 1973.

KONDO, S.; INOUE, K.; MANABE, T. Cell wall metabolism of pear fruit on the tree after 2,4-DP treatment. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. v.74, n.5, p.614-617, 1999.

KONDO, S.; DANJO, C. Cell wall polyssaccharide metabolism during fruit development in sweet cherry 'Satohnishiki' as affected by gibberellic acid. **Journal of Japan Society for Horticulture Science**. v.70, n.2, p.178-184, 2001.

KONDO, S.; TAKAHASHI, Y. Effects of 2,4-DP, MCPB and daminozide on preharvest drop and fruit quality of 'Tsugaru' and 'Starking Delicious' apples. **Bulletin of the Akita Fruit-Tree Experiment Station**. v.19, p.1-11, 1988.

KONDO, H.; YAMAZAKI, Y.; KATOH, K. Degradation of pectic polysaccharides extracted from suspension cultures of carrot by purified exo-polygalacturonase. **Plant physiology**. v.61, p.20-26, 1983.

LACAN, D.; BACCOU, J. C. Changes in lipids and electrolyte leakage during nonnetted muskmelon ripening. **Journal of the American Society for horticultural Science**. v.121, n.3, p.554-558, 1996.

LACAN, D.; BACCOU, J. C. High levels of antioxidant enzymes correlate with delayed senescence in nonnetted muskmelon fruits. **Planta**. v.204, n.3, p.377-382, 1998.

LATIMER, L. G. Drought, Paclobutrazol, Absciscic Acid, and gibberellic Acid as Alternatives to Daminozide in Tomato Transplant Production. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.117, p.243-247, 1992.

LEE, T. H. et al. The role of indole-3-acetic acid and acid invertase in the development of melon (*Cucumis melo* L. cv. Prince) fruit. **Journal of the Japan Society for Horticultural Science**. v.65, p.723-729, 1997.

LESTER, G. E.; DUNLAP, J. R. Physiological changes during development and ripening of 'perlita' muskmelon fruit. **Science Hortc.** v.26, p.323-331, 1985.

LEWIS, L. N. et al. Biochemical changes associated with natural and gibberellin A₃ delayed senescence in the Navel orange rind. **Plant Cell Physiology**. v.8, p.151-160, 1967.

LIMA, A. A. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (*Cucumis melo* L.)**. 2001, 60f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Mineral) – UFCG – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2001.

LIMA, G. P. P.; BROETTO, F.; BRASIL, O. G. Efeito da salinidade sobre o teor de proteínas e atividades da peroxidase e redutase de nitrato em calos de arroz. **Acta Biológica Leopoldensia**. v.20, n.2, p.357-363, 1998.

LIMA, M. A. C. et al. Qualidade pós-colheita de melão Galia submetido à modificação da atmosfera e ao 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**. v.23, n.3, 793-798, jul.-set., 2005.

LLANOS, J. L.; BETANCOURT, M.; DIAZ, J. Inhibition of mature grape fruit drop. Use of growth regulators. **Cultivos Agroindustriales**. N.2-3, p.17-26, 1991.

LOONEY, N. E. Principles and practice of plant bioregulator usage in cherry production. In: WEBSTER, A. D.; LOONEY, N. E. **Cherry: crop physiology, production and uses**. Wallingford: CAB International. 1996, p.179-295.

LOURENÇO, E. J.; CATUTANI, A. T. Purification and properties of pectinesterase from papaya. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 35, p.1120-1127, 1984.

MAJUMDER, K.; MAZUMDAR, B. C. Effects of auxin and gibberellin on pectic substances and their degrading enzymes in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of Horticultural Science e Biotechnology**. v.76, n.3, p.276-279, 2001.

MAMDOUH, M. et al. Effect of kinetin on photosynthetic and carbohydrate content in waterlogged or seawater treated *Vigna sinensis* and *Zea mays*. **On Line Journal of Biological Sciences**. v.1, n.10, p.918-924, 2001.

MASIA, A. et al. Effect of some plant growth regulator on apple fruit ripening. **Plant Growth Regulation**. v.25, p.127-134, 1998.

MCCOLLUN, T.G.; HUBER, D.J. CANTLIFFE, D. J. Modifications of polyuronides and hemicellulose during muskmelon fruit softening. **Physiologia Planarum**. v.76, p.303-308, 1989.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B.; THOMPSON, A. K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins). **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.37, n.5, p.469-474, may, 1986.

MENEZES, J. B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo galia durante a maturação e o armazenamento**. 1996. 157f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos/Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MIGNANI, L. I. The effect of GA₃ and divalent cations on aspects of pectin metabolism and tissue softening in ripening tomato pericarp. **Physiologia Plantarum**. v.93, p.108-115, 1995.

MORETTI, C. S.; ARAÚJO, J. L. P. Tecnologia de pós-colheita e comercialização. In: SILVA, H. R.; DUARTE, N. **Melão, Produção: aspectos Técnicos**. Brasília: EMBRAPA Hortaliça, 2003, p.121-129.

NELSON, N.A photometria adaptation of somogi method for determination of glicose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v.31, n.2, p.159-161, 1944.

NUEZ, F. et al. **Catalogo de Semillas de Melon**. Instituto Nacional de Investigación y Tecnologia Agraria y Alimentaria – Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Madri, 1996, p.24-26.

OFUSO-ANIM, J.; YAMAKI, S. Sugar content and compartmentation of melon and the restriction of sugar efflux from flesh tissue by ABA. **Journal of the Japan Society for Horticultural Science**. v.63, p.685-692, 1994.

OFOSU-ANIM, J.; KANAYAMA, Y.; YAMAKI, S. Changes in sugar uptake by excised discs and its stimulation by Absciscic and Indoleacetic acids during melon fruit development. **Journal of the Japan Society for Horticultural Science**. v.67, p.170-175, 1998.

OLIVEIRA JUNIOR, E. N. et al. Alterações pós-colheita da “fruta-de-lobo” (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento: Análises físico-químicas, químicas, e enzimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.26, n.3, p.410-413, Dezembro 2004.

OLIVEIRA, F. E. R., et al. Firmeza de pêssegos ‘Diamante’ tratados com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.27, n.3, p.366-368, Dezembro 2005.

PARISH, R. W. Studies on senescing tobacco leaf disks with special reference to peroxidase. I. The effects of cutting and of inhibition of nucleic acid and protein synthesis. **Planta**. v.82, p.1-13, 1968.

PATRICK, J. W. Aixin-promoted transport of metabolites in stem of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal. Exp. Bot.** v.30, p.1-13, 1979.

PELL, E. J.; DANN, M. S. Multiple stress and plant senescence. In: MOONEY, H. A.; WINNER, W. E.; PELL, E.J. Response of plant stress. San Diego: Academic Press. 1991, p.189-284.

PRASANNA, et al. Pectic polysaccharides during ripening of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.83, p.1182-1186, 2003.

PRATA, E. B. **Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 1999, 60f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – UFC – Fortaleza, 1999.

PRATT, H. K. **Melons**. In: The biochemistry of fruits and their products. 1971, v.2, p.207-232.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, v.1, 533p.

PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonase: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**. v.1, n.6, p.57-74, 1982.

RANWALA, A. P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon fruit ripening. **Plant Physiology**. v.100, p.1318-1325, 1992.

RESENDE, J. M. e al. Atividades DE Enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**. V.22, n.2, p.206-212, abr.-jun. 2004.

ROSE, J. K. C.; HADFIELD, K. A.; BENNETT, A. B. Temporal sequence of cell wall disassembly in rapidly ripening melon fruit. **Plant Physiology**. v.117, p.345-361, 1998.

SAFTNER, R. A.; WYSE, R. E. Effect of plant hormone on sucrose up take by sugar beet root

SANTOS, H. P.; VALLE, R. H. P. Influência da sanificação sobre a qualidade de melão 'Amarelo' minimamente processado: parte II. **Ciência e Agrotecnologia**. v.29, n.5, p.1034-1038, set/out, 2005.

SALES, A. N. de; BOTREL, N.; COELHO, A. H. R. Aplicação de 1-metilciclopropeno em banana 'prata-anã' e seus efeitos sobre as substâncias pécticas e enzimas pectinolíticas. **Ciência e Agrotecnologia**. v.28, n.3, p.479-487, maio/jun., 2004.

SALES JÚNIOR, R. et al. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal. **Horticultura Brasileira**. jan-mar v.22, n.1, p.98-100, 2004.

SERRANO, M. et al. Effect of calcium deficiency on melon (*Cucumis melo* L.) texture and glassiness incidence during ripening. **Food Sci. Tech Int**. v.8, n.3, p.147-154, 2002.

SEYMOUR, G.; TAYLOR, J.; TUCKER, G. **Biochemistry of fruit ripening**. 1.ed, London: Chapman & Hall, 1993, 454p.

SPÓSITO, M. B. et al. Armazenamento refrigerado de frutos de limeira-ácida ‘Tahiti’ tratados com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.22, n.3, p.245-348, 2000.

STEPANSKY, A. et al. Variation in sugar levels and invertase activity in mature fruit representing a broad spectrum of *Cucumis melo* genotypes. **Genetic Resour. and Crop Evolution**. v.46, p.53-62, 1999.

STOVER, E.; FARGIONE, M. J. Harvest management of marshall ‘Macintosh’ apples: Effects of AVG, NAA, Ethephon, and summer pruning on preharvest drop and quality fruit. **Hortsciense**. v.38, n.6, p.1093-1099, 2003.

SYNGENTA SEEDS. Informe pessoal, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre, Artmed, 2004, 719p.

THOMAS, R. L., JEN, J. J.; MORR, C. V. Changes in soluble and bound peroxidase-IAA oxidase during tomato fruit development. **Journal of Food Science**. v.47, p.158-161, 1981.

TRESSLER, D.K.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. Westport: Conn. Avi. 1961, 1028p.

VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de banana “prata” (*Musa acuminata* x *M.balbisiana* AAB) γ -irradiada**. 1995. 73f. Dissertação (Mestrado em ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1995.

YAMAKI, S.; ASAKURA, T. Energy coupled transport of sorbitol and others sugars into the protoplast isolated from apple fruit flesh. **Plant Cell Physiology**. v.32, p.351-318, 1988.