

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA<sub>3</sub>) NA  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE ACEROLA  
(*Malpighia glabra* L.) SOB REFRIGERAÇÃO E UMIDADE  
RELATIVA ALTA

LUIS FERNANDO SERVÍN VILLALBA  
Engenheiro Agrônomo

Orientador : Prof. Dr. ANTONIO A. LUCCHESI

Dissertação apresentada à Escola  
Superior de Agricultura “Luiz de  
Queiroz” da Universidade de São  
Paulo, para obtenção do título  
de Mestre em Ciências. Área  
de Concentração : Fisiologia e  
Bioquímica de Plantas.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Abril - 1997

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP**

Servín Villalba, Luis Fernando

Influência da aplicação de ácido giberélico (GA3) na conservação pós-colheita de frutos de acerola (*Malpighia glabra* L.), sob refrigeração e umidade relativa alta / Luis Fernando Servín Villalba. - - Piracicaba, 1997.

105 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.  
Bibliografia.

1. Acerola (Conservação) 2. Ácido giberélico 3. Pós-colheita 4. Refrigeração 5. Umidade relativa I. Título.

CDD 634.23

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA<sub>3</sub>) NA  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE ACEROLA  
(*Malpighia glabra* L.) SOB REFRIGERAÇÃO E  
UMIDADE RELATIVA ALTA

LUIS FERNANDO SERVÍN VILLALBA

Aprovada em : 28/ Abril / 1997

Comissão julgadora:

Prof. Dr. ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI ESALQ/USP

Prof. Dr. RICARDO FERRÁZ DE OLIVEIRA ESALQ/USP

Profª Dra MARTA HELENA FILLET SPOTO CENA/USP

  
Prof. Dr. ANTONIO A. LUCCHESI  
Orientador

## DEDICO

Aos meus pais Hector Gustavo, María Cristina; a meus irmãos María Cristina, Hector Gustavo, Jorge Walter e meus cunhados , pela confiança e apoio permanente; a meus sobrinhos pelo sorriso constante e a Cláudia pela dedicação e amor em todo momento.

A Deus....pela vida.



## **AGRADECIMENTOS**

Aos Professores Doutores Antonio Augusto Lucchesi e Ricardo Ferraz de Oliveira, pelos conselhos profissionais, apoio permanente, confiança, prestatividade e pela grande amizade demonstrada durante o curso.

A Profª. Eunice Melotto-Chody pela confiança e transmissão de conhecimentos.

Ao corpo docente do Departamento de Botânica pela amizade e apoio profissional demonstrado em todo momento.

A todos os funcionários do Departamento de Botânica, em especial Édina Maria Tornisiello Vitti, Maria Cristina Clemente Furlan e José Anibal Zandoval, pelo auxílio prestado em todo o transcorrer do trabalho.

A Dra. Rachel Domarco, Dra. Marta Spoto, Técnica Especializada Clarice Matraia, e aos demais funcionários do Departamento de Entomologia do CENA, pela ajuda na execução das análises físicas e químicas realizadas em laboratório.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Aos estagiários Gabriel F. Vieira, Ana Cláudia Pacheco, e Priscila Z. Bassinello, pela boa vontade e dedicação prestada durante o transcurso do trabalho de pesquisa.

A ESALQ, pela oportunidade brindada para a realização do curso de mestrado.

Ao Prof. João Alexio, e ao pessoal de campo do Departamento de Horticultura, pelo apoio no fornecimento do material botânico para estudo.

Ao colega Alfredo Salinas, Adonías Virgens Filho, e aos demais colegas paraguaios e brasileiros da pós-graduação pela grande amizade e apoio oferecido durante o desenvolvimento do curso.

Às bibliotecárias Katia M.A. Ferraz e Eliana M.G. Sabino, pelo auxílio bibliográfico.

Ao Sr. Jose M. Iannelli e família, pelo apoio permanente e auxílio na edição deste material.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

## SUMARIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Origem e nomenclatura da espécie botânica.....	3
2.2. Características físicas dos frutos.....	4
2.3. Características químicas dos frutos.....	5
2.4. Ácido ascórbico.....	6
2.5. Fisiologia e bioquímica da maturação dos frutos.....	7
2.5.1. Vitamina C.....	8
2.5.2. Coloração.....	10
2.5.3. Firmeza.....	12
2.5.4. pH.....	14
2.5.5. Acidéz titulável (AT).....	14
2.5.6. Sólidos solúveis (SS).....	15
2.5.7. Relação Sólidos solúveis / Acidez titulável.....	16
2.6. Medidas físicas dos frutos.....	16
2.7. Temperatura e umidade relativa ambiental.....	17
2.8. Reguladores vegetais.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Procedência e preparo do material.....	21

3.2. Avaliações.....	23
3.2.1.Parâmetros físicos.....	23
3.2.2.Parâmetros químicos.....	28
3.3. Análises estatísticas.....	29
3.3.1. Delineamento experimental.....	29
4.RESULTADOS E DISCUSÃO.....	33
4.1. Análises dos dados.....	33
4.1.1. Peso.....	33
Tabela 1. Peso dos frutos .....	35
4.1.2. Diâmetro transversal e longitudinal.....	36
Tabela 2. Diâmetro transversal.....	39
Tabela 3. Diâmetro longitudinal.....	40
4.1.3. Taxa de crescimento relativo (RGR).....	41
4.1.4. Firmeza.....	43
Tabela 4. Firmeza dos frutos .....	45
4.1.5. Vitamina C.....	46
Tabela 5. Conteúdo de vitamina C .....	48
4.1.6. Coloração.....	49
Tabela 6. Índice de coloração a*.....	51
Tabela 7. Índice de coloração b*.....	54
Tabela 8. Índice de coloração L*.....	57
Tabela 9. Índice de coloração Chroma.....	63
Tabela 10. Índice de coloração h° .....	66
4.1.7. Sólidos solúveis .....	77
Tabela 11. Conteúdo de sólidos solúveis.....	79

4.1.8. Acidez titulável.....	80
Tabela 12. Acidez titulável.....	82
4.1.9. Sólidos solúveis / Acidez titulável.....	83
Tabela 13. Relação SS : AT.....	84
4.1.10. pH.....	85
Tabela 14. pH dos frutos.....	86
4.2.Considerações gerais.....	87
5.CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO (GA<sub>3</sub>) NA  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE ACEROLA  
(*Malpighia glabra* L.), SOB REFRIGERAÇÃO E  
UMIDADE RELATIVA ALTA

Autor: LUIS FERNANDO SERVÍN VILLALBA  
Orientador: Prof. Dr. ANTONIO A. LUCCHESI

## RESUMO

A aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), na fase pós-colheita de frutos de acerola (*Malpighia glabra* L.), permite o armazenamento dos frutos por mais tempo, evitando a rápida destruição e perda das qualidades nutricionais, principalmente do teor de ácido ascórbico. O uso de refrigeração e umidade relativa alta, ajuda a regular o metabolismo diminuindo a velocidade de decomposição. Para este trabalho foram utilizadas três dosagens diferentes (50, 100, 150 mg.L<sup>-1</sup>), além do controle. Frutos semi-maduros (estádio 3IP-início de pigmentação), foram colhidos de plantas de um mesmo clone. Os frutos foram avaliados através de análises físico-químicas. Os resultados obtidos mostraram que não houve influência dos tratamentos em relação ao peso, diâmetro e teores de sólidos solúveis dos frutos; no entanto, a temperatura baixa e a umidade relativa alta permitiram a conservação por um tempo maior. O uso de GA<sub>3</sub> favoreceu a diminuição nas perdas de vitamina C. Dose de 100 mg.L<sup>-1</sup> proporcionou o aumento de ácido ascórbico em maior porcentagem, até o sexto dia de armazenamento. A aplicação de doses de 50 e 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>

favoreceram significativamente no aspecto visual dos frutos em relação à intensidade e cromaticidade da coloração de acordo aos diferentes índices ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma,  $h^\circ$  e CIRA), calculados a partir das leituras geradas em colorímetro para avaliação da coloração. Os frutos tratados com  $GA_3$ , apresentavam-se mais túrgidos, indicando que o  $GA_3$  reduz a perda de água dos frutos, quando armazenados em condições de umidade relativa alta e temperatura baixa. Houve aumento na acidez total titulável para todos os tratamentos, porém maiores em termos absolutos, para as doses de 50 e 100  $mg.L^{-1}$  de  $GA_3$ . Os frutos que receberam aplicação de  $GA_3$ , apresentavam-se mais firmes durante o período de armazenamento, sendo que as doses de 50 e 100  $mg.L^{-1}$  de  $GA_3$  deram aos frutos maior resistência a penetração (frutos mais rígidos). Doses de 50 e 100  $mg.L^{-1}$ , proporcionaram maior firmeza aos frutos. Houve diminuição do pH em todos os tratamentos, sendo, menores para os frutos não tratados com  $GA_3$  e os tratados com 150  $mg.L^{-1}$  de  $GA_3$ . O uso de 100  $mg.L^{-1}$  de  $GA_3$  aumentou a qualidade visual (coloração) e física (firmeza) dos frutos. O uso de  $GA_3$  foi eficiente para reduzir o desenvolvimento da coloração, mantendo os frutos em condições pós colheita, por um maior período de tempo. Após 6 dias de armazenamento foi detectada a ocorrência de *Alternaria* sp e *Fusarium* sp nos frutos que não receberam aplicações de  $GA_3$ . Após 8 dias também apareceram nos frutos que receberam as diferentes dosagens de  $GA_3$ .

EFFECTS OF GIBBERELIC ACID (GA<sub>3</sub>) APPLICATION ON  
POSTHARVEST CONSERVATION OF ACEROLA FRUITS  
(*Malpighia glabra* L.) UNDER REFRIGERATION  
TEMPERATURE AND HIGH  
RELATIVE HUMIDITY

Author: LUIS FERNANDO SERVÍN VILLALBA  
Adviser: Prof. Dr. ANTONIO A. LUCCHESI

## SUMMARY

Application of GA<sub>3</sub>, led to prolong acerola fruits (*Malpighia glabra* L.) conservation and maintained nutritional properties for longer time. Also, refrigeration temperature and high relative humidity, helped to reduce fruits metabolism, degreening enzyme activities. Three levels of GA<sub>3</sub> (50, 100, 150 mg.L<sup>-1</sup>), were used with low temperature and high relative humidity. Pale red fruits (3IP-pigmentation beginning) were harvested, and immediately evaluated on their physical and chemical properties. Treatments weren't efficient on weight, diameters and soluble solids, however, low temperature and high relative humidity helped to maintain, the commercial quality of the fruits for a longer time. Use of GA<sub>3</sub> led to reduce loss of vitamin C content. Dosage of 100 mg.L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub>, provided increase of ascorbic acid content for at least 6 days during storage. Application of 50 and 100 mg.L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub> improved visual quality of fruits specially color (chromaticity and intensity). L\*, a\* and b\* values were taken (mainly



avoiding the effects of differences in color perception among human observers) and analyzing others coordinates including hue angle and chroma. A colour index for red acerolas (CIRA) was adapted to measure effectively changes of surface color. A Minolta Chroma meter CR-200 was used for evaluating colour. Fruits treated with GA<sub>3</sub> increased their firmness, suggesting that GA<sub>3</sub> reduces water loss when stored in high relative humidity and low temperature conditions. A little increase on titratable acidity was observed in all treatments, even so higher when using GA<sub>3</sub>. Firmness was increased during storage associated with uses of GA<sub>3</sub> mainly at 50 and 100 ml.L<sup>-1</sup> dosages. Decreased on acidity was also observed. Horticultural quality of fruits, was improved with 100 ml.L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub>. Colour development was retarded, maintaining high commercial quality for a longer time. Alternaria sp and Fusarium sp, were observed after 5 days in non treated fruits and 8 days in treated fruits respectively.

## 1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo, a cultura da acerola (*Malpighia glabra* L.) vem despertando o interesse de muitos pesquisadores, pelas excelentes características nutricionais que possui, fundamentalmente no que se refere ao conteúdo de vitamina C, que de acordo com dados da medicina, é a vitamina cuja carência é maior nos seres humanos. A literatura existente nesse aspecto cita que a quantidade desta vitamina, encontrada nestes frutos, varia de 1.500 a 5.000 mg.100 ml<sup>-1</sup> de suco (Marino Netto, 1986).

A comercialização “in natura” é praticamente nula, pois na maioria dos casos chega ao consumidor em forma de frutos congelados, polpa congelada e em outras formas de produtos como chicletes, balas, etc. No aspecto da comercialização de frutos, estes chegam muitas vezes ao consumidor em condições inadequadas para seu consumo e ao mesmo tempo diminuindo suas características nutricionais e, conseqüentemente, perdendo em qualidade.

O armazenamento do fruto, é talvez, o ponto mais deficiente na produção da acerola. Pelas características do fruto, altamente perecível

devido a sua estrutura succulenta, permite que qualquer mau manejo, seja suficiente para que o fruto comece a se decompor. A este fator também pode-se adicionar o amadurecimento desuniforme que apresentam os frutos, necessitando, às vezes, de três a quatro colheitas por dia, sem que, até hoje, se tenha um mecanismo para permitir um amadurecimento mais uniforme, sem afetar os rendimentos dos ciclos de produção seguintes. O uso de reguladores vegetais para tentar diminuir esta desigualdade, já foi testado e aprovado por várias pesquisas (El-Otmani & Coggins, 1985; Ferguson et al, 1982; Ishihata & Ito, 1995) em associação com outros mecanismos, como o uso de embalagens plásticas e a utilização de temperatura baixa e umidade relativa alta, em adequados níveis (Isenberg, 1979).

Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 1995), a produção de frutos de acerola em 1994, atingiu o valor de 23.000 toneladas. de frutas frescas, sendo que as perdas atingiram valores acima de 8.000 toneladas. A previsão é de que se não fosse plantado mais nenhum hectare, a produção de frutas frescas poderia atingir no ano 2.000 um valor aproximado a 60.000 toneladas. Com esses dados, pode-se esperar que a pesquisa realize todo tipo de esforço para que as perdas, principalmente na fase pós-colheita, sejam diminuídas para a mínima expressão, adotando os mecanismos tecnológicos adequados destinados a esses objetivos.

Os objetivos deste trabalho estão dirigidos a melhorar a qualidade, de forma a oferecer um fruto mais firme, menos sensível ao manejo, de coloração mais uniforme e com a menor perda de vitamina C possível, qualidades que podem ser controladas mediante a combinação de técnicas que levariam a melhoria dos produtos a serem ofertados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Origem e nomenclatura da espécie botânica

A origem certa desta espécie (*Malpighia sp.*), até hoje é desconhecida. Segundo Simão (1971), foi encontrada no mar das Antilhas, Norte da América do Sul e América Central e era bastante difundida entre os índios que habitavam essas regiões. Segundo o mesmo autor, a acerola foi introduzida na Flórida no ano de 1903, através de Cuba. No entanto, Asenjo & Freire de Guzmán (1946), relatam que a mesma tem como centro de origem a América Tropical e Sub-Tropical. Mais especificamente, segundo Morton (1987)<sup>1</sup>, a acerola teve sua origem entre Saint Croix e Trinidad, nas Antilhas; assim como também entre as Ilhas Curaçao e Margarita. A introdução no Brasil, segundo Batista et al. (1989), foi registrada em 1955 no

---

<sup>1</sup> MORTON, J.F. Fruits of warm climates. Media incorporated, Greensboro, 1987. p.204-207. Informação obtida através de internet.

nordeste, com material trazido de Porto Rico pela Profa. Maria Celene Cardoso de Almeida.

Segundo relata Aróstegui et al. (1955), a literatura do gênero botânico da *Malpighia* é bastante limitada. Aproximadamente 30 espécies da América Tropical; e Subtropical constituem o gênero *Malpighia* que faz referência ao botânico italiano Marcello Malpighi. A ampla distribuição desta frutífera em diferentes setores das regiões tropical e subtropical, deu à acerola uma variedade de nomes com os quais hoje é conhecida no mundo inteiro como: West Indian Cherry (Asenjo & Guzmán, 1946), Barbados Cherry (Mustard, 1946) acerola no Brasil (Marino Netto 1986) e outros, como cereja do Pará, cereja de Surinam, semeruco, entre outras. Conforme Aróstegui et al. (1955), existe certa confusão com respeito às denominações da acerola, pois aparentemente há similaridade entre as características da *Malpighia puniceifolia* descrita por Linneus e a *Malpighia glabra* descrita por Millspaugh, sendo que as duas espécies são iguais. O mesmo autor, cita a *M. puniceifolia lancifolia*, *M. puniceifolia vulgaris*, *M. puniceifolia obovata*, como sendo outras denominações referentes a mesma espécie.

## 2.2. Características físicas

Os frutos de acerola se destacam, principalmente pela coloração vermelha brilhante que caracteriza seu estágio maduro, e essa coloração é, ao mesmo tempo, um parâmetro para que o consumidor estabeleça o ponto de colheita para consumo imediato ou para industrialização. O tamanho destes frutos varia principalmente com a época de produção e com as

condições climáticas imperantes neste estádio. Aróstegui et al. (1955), fazem uma descrição dos frutos como sendo uma drupa globosa, ovóide ou subglobosa, de 1,0 a 1,6 cm de diâmetro e peso médio de 9,0 a 12,0 gramas. No entanto Asenjo & Guzmán (1946), a descrevem como um fruto drupáceo, suculento, de coloração vermelha brilhante, de sabor agradavelmente azedo, com peso médio igual a 5 gramas e que 80% do peso é aproveitável. Leme Junior (1951), a descreve como uma fruta semelhante à verdadeira cereja (*Prunus cerasus* L.) em relação ao aspecto externo, com um peso médio de 5 a 6 gramas, e com 80 a 85% de parte comestível, rica em pectinas, de aspecto vistoso e sabor doce.

### **2.3. Características químicas**

Quimicamente a acerola possui todos os elementos nutricionais, comuns aos demais frutos, mas existe um aspecto que ressalta sobre os demais, o teor de vitamina C, o qual se encontra em grande quantidade nesses frutos. Leme Junior (1951), trabalhando com diferentes épocas de colheita, realizou análise desta vitamina nos frutos, encontrando valores entre 560 a 1.490 mg.100g<sup>-1</sup> de polpa. O mesmo autor também estabelece que os frutos verdes e de menor tamanho, são mais ricos nessa vitamina, e que esta característica está na proporção da superfície externa por unidade de peso. Ao mesmo tempo, esta característica pode ser levada em conta para trabalhos de seleção, visando a multiplicação de plantas de alto conteúdo de ácido ascórbico.

Santini & Huyke (1952), trabalhando com o suco da acerola, estabeleceram que a coloração vermelha presente no mesmo, é devido a presença do pigmento antocianina, comprovado pelo método de extração do suco em álcool isobutil, que apresentou a coloração azul púrpura, característica deste pigmento. Ao mesmo tempo, sob análise de espectrofotometria, o suco mostrou uma absorbância da ordem de 500 e 220 m $\mu$ . Os mesmos autores, afirmam que o conteúdo de ácido ascórbico decresce da mesma maneira que a coloração vermelha do suco, principalmente quando os frutos são armazenados à temperatura ambiente. No entanto, sob temperatura de refrigeração, estas perdas são menos evidentes, demonstrando assim que o armazenamento em temperatura de refrigeração, constitui-se numa opção válida como estratégia para reduzir as perdas registradas quando os frutos são mal conservados.

#### **2.4. Ácido ascórbico**

Os estudos feitos com acerola, tem demonstrado que o ponto de partida para as pesquisas, estão dirigidas a buscar um mecanismo de redução de perdas. Neste sentido, tem sido adotado diferentes meios tais como o uso de reguladores vegetais, atmosfera controlada e modificada e liofilização, entre outros. Fonseca et al. (1972), através da liofilização conseguiram resultados significativos na redução de perdas de vitamina C, principalmente quando associado com EDTA, atingindo valores menores que 7%, sendo que na testemunha, estes valores eram dobrados. O ácido ascórbico vem sendo há muito tempo estudado nos diferentes aspectos, principalmente

naqueles que permitem uma degradação menos acentuada desta vitamina. É assim que tem surgido diversos tipos de embalagens adequadas para conservação de frutos com alto teor de vitamina C, assim como a utilização de câmara fria para a conservação, e até aplicação de reguladores vegetais destinados a conservar por mais tempo a qualidade nutricional dos frutos (Bissett & Berry, 1975). Alguns autores (Ito et al., 1990; Lee & Labuza, 1975; Mustard, 1956) tem observado um padrão de comportamento no conteúdo de ácido ascorbico, isto é, na medida que os frutos amadurecem, se produz uma diminuição nas quantidades deste ácido. Parece que a máxima quantidade corresponde a um estágio intermediário logo após o começo do amadurecimento. Outros autores afirmam que esta quantidade é máxima quando os frutos alcançam a maturidade horticultural (Watada et al., 1976).

## **2.5. Fisiologia e Bioquímica da maturação**

### **2.5.1. Vitamina C**

Esta vitamina, está classificada dentro do grupo das hidrosolúveis. Historicamente esta vitamina é de fundamental importância, pois a sua deficiência causa o escorbuto, doença conhecida há muito tempo. Quimicamente a vitamina C é conhecida como ácido lactona 2,3 di-enol- $\beta$ -gulonic, cuja síntese pode ser acompanhada por dois processos bem definidos: a)  $\beta$ -xilose, transformada em  $\beta$ -xilosone, b) *d*-glucosa, transformada por redução a sorbitol e finalmente a  $\beta$ -sorbose. Esta última é considerada pelos pesquisadores como a mais importante no estudo da biossíntese do



ácido ascórbico (Schopfer, 1949). Muitos trabalhos , segundo esse autor, tem demonstrado que o conteúdo de ácido ascórbico em alguns órgãos das plantas, é independente da clorofila; no entanto, as maiores quantidades deste ácido, são encontradas em órgãos em crescimento. Esta relação resulta em uma dificuldade de comprovação em estudos superficiais, pois a existência de precursores da biossíntese de vitamina C , exige pesquisas mais avançadas. A vitamina C passa por diferentes processos que reduzem a sua quantidade. Com o decorrer do tempo, parte dela, por exemplo, é oxidada a ácido deidroascórbico (DHA, vitamina biologicamente ativa) (Bissett & Berry, 1975). Ao mesmo tempo, a capacidade desta vitamina de reduzir uma grande variedade de reagentes orgânicos e inorgânicos, e a sua natureza ácida, é devida ao seu grupamento dienol (Schopfer, 1949) (figura 1).

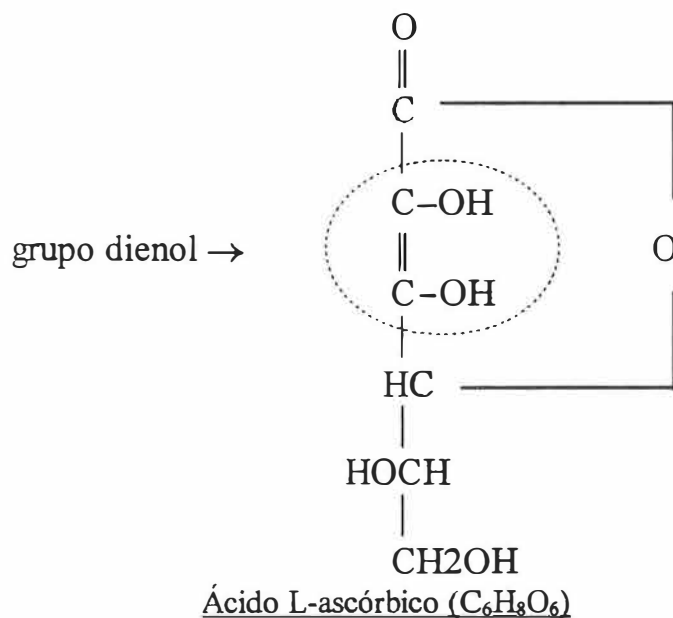


Figura 1 Estrutura química do ácido ascorbico

O mecanismo de oxidação do ácido ascórbico, muda em relação a atividade da água, desta forma a água dilue a concentração de ácido ascórbico na medida que essa atividade aumenta, pois o incremento do volume de água facilita a reação fazendo com que a fase aquosa seja menos viscosa e a difusão aumente (Lee & Labuza, 1975). Na medida que os frutos vão amadurecendo, a atividade aumenta, dissolvendo a solução dentro dos frutos, como consequência da entrada de água cada vez em maior volume devido a diminuição da viscosidade. Esta é a razão pela qual os frutos quanto mais verdes, possuem maior teor de ácido ascórbico, pois na última fase, tem-se uma maior quantidade de água nas células que formam os frutos.

A vitamina C, segundo Wills (1981), é um dos menores constituintes químicos nos frutos, mas a sua carência provoca uma das doenças mais antigas e comuns, o escorbuto. O requerimento diário de vitamina C para o organismo humano é de aproximadamente 50 mg, sendo que 90% é aproveitada de frutos e hortaliças, e é encontrada em até menos de 100 g de tecido. É característico em frutos de acerola encontrar um decréscimo no conteúdo de vitamina C, conforme os frutos vão amadurecendo, sendo que a maior quantidade desta vitamina é encontrada em frutos verdes, tal como relata Alves (1993).

A vitamina C está estreitamente relacionada com os açúcares, principalmente em tecidos verdes, no entanto, também são encontrados em outros tecidos. Uma das etapas da biossíntese de ácido ascórbico é a conversão de manose em xilose; isto é considerado por muitos autores, o ponto de partida para a formação de vitamina C, pois esta utiliza os açúcares como substrato para a formação do ácido ascórbico. Isto explica

a grande quantidade desta vitamina encontrada nos tecidos verdes, pois a maior quantidade de açúcares é formada nos cloroplastos; no entanto, se só os açúcares são essenciais para a formação de vitamina C, a presença de clorofila não é fundamental (Schopfer, 1949). O conteúdo de vitamina C em acerola tem sido estudado amplamente, resultando em todos eles num decréscimo da quantidade encontrada conforme os frutos vão amadurecendo, isto concorda com a afirmação de Schopfer (1949), acerca do maior conteúdo de vitamina C em frutos verdes.

### **2.5.2. Coloração**

Segundo Wills (1981), a mudança mais evidente que ocorre nos frutos, corresponde a coloração, e é um dos parâmetros pelo qual o consumidor determina se um fruto está apto para o consumo. A perda da coloração verde dos frutos não só corresponde aos frutos climatéricos, mas também aos frutos não climatéricos, que muitas vezes apresentam uma marcada perda da cor. Isto acontece principalmente em citros em climas temperados, e em menor escala em climas tropicais.

A perda da cor verde dos frutos torna-se muito importante para indicar o estágio de maturação; na medida que esta desaparece, novos pigmentos vão surgindo, entre eles os de coloração amarela, alaranjada e vermelha, mudanças que ocorrem como consequência da quebra da estrutura da clorofila, provocadas principalmente pelas mudanças de pH, como consequência da presença de ácidos orgânicos provenientes do vacúolo, pela presença de sistemas oxidantes e pela atividade

de clorofilases (Awad, 1993; Wills, 1981). Em relação a este fato, Spayd et al. (1990), afirmam que a coloração dos frutos é consequência da presença de três tipos de pigmentos que são: a) compostos fenólicos (antocianinas), b) clorofilas, e c) carotenóides. Os mesmos autores afirmam também que a síntese e degradação de pigmentos em decorrência dos diferentes processos químicos que ocorrem nos frutos, são os principais responsáveis pela mudança na coloração.

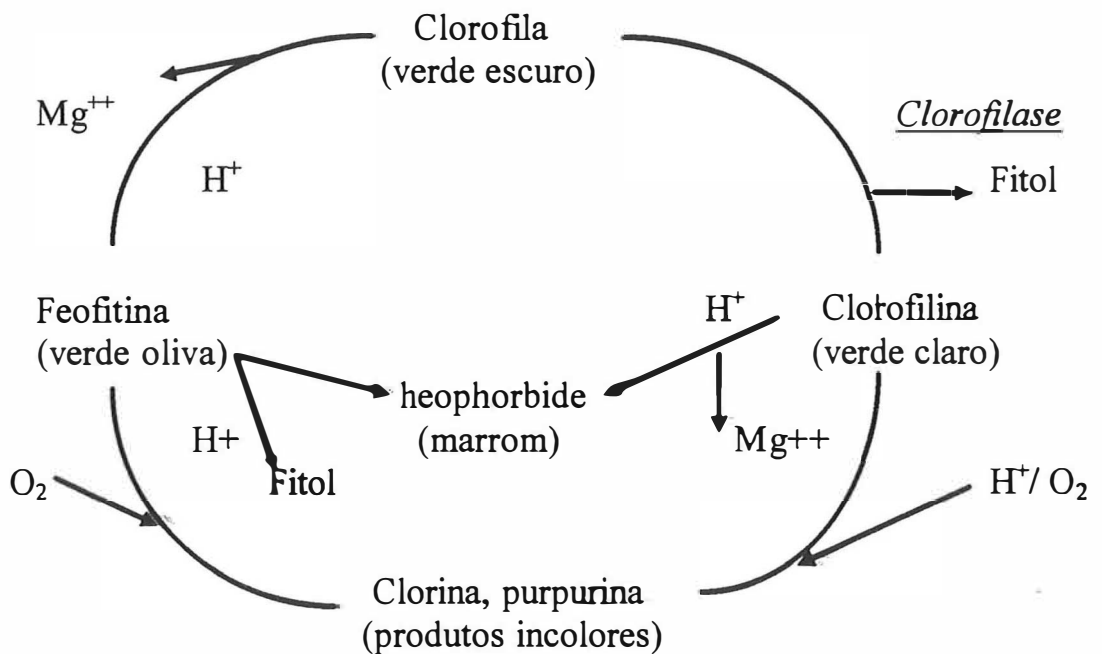


Figura 2 Processo de degradação da clorofila (Watada, 1986)

No processo de degradação da clorofila (figura 2), a perda de coloração está associada a ação da clorofilase, sendo que o desaparecimento da clorofila está relacionada a síntese de pigmentos num

espectro que vai do amarelo até o vermelho (Wills, 1981). Watada (1986), afirma que a perda de clorofila é consequência da síntese de pigmentos e não da perda de clorofila que está mascarando esta síntese. No entanto, Hicks et al.(1982), Kitagawa et al.(1978) e Barmore (1975), relacionaram a perda de clorofila com a presença do etileno, isto é, na medida que os frutos vão amadurecendo, registra-se um aumento na taxa de produção de etileno, que leva ao aumento da atividade da clorofilase e assim, à destruição da clorofila. No entanto um mecanismo de prevenir a perda do conteúdo deste pigmento é o uso de temperaturas baixas para a conservação (Brecht, 1980).

A coloração, é um critério utilizado muitas vezes para se determinar o ponto de colheita de frutos. A partir do momento que ocorre a degradação da pigmentação, há dificuldade no uso de um padrão pois este tipo de mudança existe tanto entre os cultivares, como dentro do cultivar. Muitas vezes, a coloração vermelha é mais acentuada quando os frutos são armazenados em lugar escuro, como ocorre normalmente durante o transporte (Ryugo, 1988).

### **2.5.3. Firmeza**

Na medida que os frutos estão expostos ao etileno, uma série de mudanças estão sendo registradas. Uma delas, que influi na qualidade e principalmente na comercialização, é a firmeza dos frutos. Na medida que o amadurecimento ocorre, os frutos vão perdendo a qualidade física, levando os mesmos à deterioração, como consequência da atividade de enzimas que atuam nesta fase (Watada,1986).

Wills (1981), define a textura como um conjunto de sensações percebidos quando o fruto é colocado na boca, como resultado do contato com os lábios, língua, paredes da boca e dentes, que são os responsáveis em produzir sinais que determinam os diferentes atributos dos produtos, totalmente diferentes, ao que chamamos de “*flavor*”, citado pelo mesmo autor, relacionando o gosto e o aroma. Com relação à firmeza, refere-se a estrutura e solidez do tecido, pois, na medida que os frutos amadurecem, vão amolecendo como consequência da dissolução da lamela média da parede celular. Spayd (1990) sugere que existe uma alta relação entre a textura dos frutos com o turgor celular, integridade da parede e das membranas celulares e a integridade intracelular. Fils-Lycaon & Buret (1990), propõem mudanças nos conteúdos celulares da parede e uma alta atividade enzimática, fundamentalmente na fase de amolecimento dos frutos, relacionados com a presença das enzimas pectinesterase e poligalacturonase. A firmeza dos frutos, é medida através da aplicação de força, necessária para penetrar a superfície do fruto com ou sem casca. As variações na firmeza dos frutos, depende de vários fatores tais como, o cultivar e mesmo entre plantas dentro de um mesmo pomar. Os frutos de maior tamanho cujas células são alongadas, parede celular finas e com maiores espaços entre as mesmas, permite que estes frutos se apresentem mais macios conforme o amadurecimento (Ryugo, 1988).

#### 2.5.4. pH

A capacidade regulatória de alguns sucos, pode levar a grandes variações na acidez titulável, sem que isto afete grandemente o pH. Uma pequena variação nos valores do pH, é facilmente detectável em testes organolépticos (Chitarra & Chitarra, 1990).

A concentração de  $H^+$ , tende a ser maior, quanto mais baixa seja a temperatura. Este comportamento está relacionado às características varietais dos frutos com que se esteja trabalhando. Claypool & Davis (1959), trabalhando com pêssego, registraram uma tendência a diminuição da concentração de  $H^+$ , na medida que a temperatura de armazenamento era aumentada de 0 a 5,6 °C. Estes estudos indicam que estas perdas de  $H^+$ , são em função da temperatura antes do processo de amadurecimento. No entanto, pode ocorrer variações nos valores de  $H^+$ , devido a eventuais condições climáticas predominantes na época de colheita.

#### 2.5.5. Acidez titulável (AT)

A acidez nos frutos depende exclusivamente das características próprias do gênero e da espécie, assim como também do cultivar dentro de cada grupo. O comportamento quantitativo está sujeito às condições ambientais da própria planta, período de conservação, e aos fatores induzidos, como nos casos da aplicação de grupos de compostos químicos que podem ter influência sobre este parâmetro químico (Claypool & Davis, 1959). Segundo Chitarra & Chitarra (1990), estes ácidos

diminuem, com algumas exceções, com a maturação, como consequência da sua utilização no processo de respiração para a conversão de açúcares, constituindo-se em reserva energética no período de maturação. Os mais abundantes são os ácidos cítricos e málicos, dependendo da espécie, sendo que, para acerola, o ácido que se encontra em maior porcentagem é o ácido málico, como foi demonstrado por Santini (1952b)

Sasson & Monselise (1977) indicam que o conteúdo de ácido málico aumenta quando os frutos vão amadurecendo e são incrementados durante o armazenamento, na medida que os frutos vão amolecendo. Estes autores estimam que estes ânions estão envolvidos no processo de senescência por efeito da translocação de cátions, como o cálcio, da parede celular e de membranas, causando a solubilização de pectinas, acelerando assim o processo de senescência.

#### **2.5.6. Sólidos solúveis (SS)**

Este índice estabelece a quantidade em gramas de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa, e são comumente denominados graus Brix (°Brix), cuja tendência é aumentar conforme a maturação (Chitarra & Chitarra, 1990).

Grande número de solutos, principalmente açúcares (glicose, frutose e sacarose), são encontrados nos vacúolos das células na medida que os frutos amadurecem. É assim que o conteúdo de sólidos solúveis aumenta gradualmente. Estas medições devem ser realizadas logo após a colheita dos frutos, pois os valores tendem a aumentar de acordo com



o tempo de armazenamento. Esta situação pode ser corrigida mediante refrigeração e umidade relativa alta (Ryugo, 1988). O conteúdo de sólidos solúveis não está sempre numa situação estática, devido a sua importância no metabolismo energético, podendo ter variações tanto em quantidade como em qualidade, e dependem exclusivamente das condições e do tempo de armazenamento, pois este processo é regulado enzimaticamente (Hansen & Weichmann, 1987; Carvalho & Manica, 1994)

### **2.5.7. Relação sólidos solúveis / acidez titulável**

A relação sólidos solúveis / acidez titulável é uma medida equivalente entre os açúcares e os ácidos orgânicos e, que em muitos casos é utilizada como índice de avaliação do sabor, pois relaciona a acidez titulável (principal ácido presente) e não a acidez total (Chitarra & Chitarra, 1990).

## **2.6. Medições físicas**

Os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos dão uma idéia do crescimento dos frutos em relação ao estágio de maturação. Os parâmetros físicos são muito importantes quando os frutos forem destinados ao consumo e não para a industrialização, com exceção de frutos como abacaxis e pêssegos que são processados em forma de compotas (Chitarra & Chitarra, 1990). Preece & Read (1993), afirmam que existe evidência da existência de um sinal (balanço hormonal) que é transmitido, e que, de certa forma permite que os fotossintetizados produzidos nas folhas, sejam

transportados para os frutos, com rápido crescimento e desenvolvimento dos mesmos, e como consequência o transporte ativo de nutrientes regulado hormonalmente, o que prova, segundo esses autores, a importância do balanço hormonal dentro da planta no sistema interno de translocação. No entanto El-Otmani & Coggins (1991) e Ferguson et al. (1982) em relação ao peso da matéria fresca, afirmam que não existe diferença significativa em relação a perda de peso nos frutos tratados com ácido giberélico quando aplicados fundamentalmente na fase de pós-colheita.

#### **2.4.9. Temperatura e umidade relativa**

Um dos mais comuns métodos de conservação de frutas e hortaliças é através do acondicionamento dos mesmos em câmara fria. Segundo Poovaiah (1986), o uso de temperaturas baixas permite controlar o processo de amadurecimento e senescência, reduzindo a respiração. Temperatura, umidade relativa e composição atmosférica, são condições que podem ser utilizadas para o controle do amadurecimento dos frutos. Esses fatores controlados, levarão a uma redução na taxa de respiração fazendo com que os frutos percam a qualidade e aumente assim a sensibilidade ao ataque de patógenos (Shewfelt, 1986). A temperatura é um dos fatores mais importantes para o controle dos processos fisiológicos nos frutos. Geralmente quanto menor a temperatura maior o tempo de armazenamento e menores os danos ocasionados ao produto. Segundo Wade (1979), os frutos de regiões tropicais e subtropicais são mais sensíveis a danos por resfriamento (*chilling injury*). Sugere-se assim o acondicionamento

destes frutos, principalmente os de textura succulenta, em ambientes com temperaturas acima da qual é susceptível a este tipo de danos. A utilização de temperaturas baixas permite, além da conservação dos frutos por maior período de tempo, uma velocidade de perda da cor verde muito mais lenta, comparativamente à temperaturas ambientes, o que foi comprovado claramente por Claypool & Davis (1959). Brecht (1980), afirma que existe uma correlação entre a temperatura de conservação e o uso de reguladores, entre os quais está o ácido giberélico, sugerindo uma relação direta com o desenvolvimento dos frutos sob estas condições. No entanto, Issenberg (1979), sugere que os processos metabólicos ocorridos em produtos durante a conservação sob atmosfera controlada, sejam mais dependentes da anatomia e morfologia do órgão em questão, antes do que por sistemas bioquímicos envolvidos.

#### **2.4.10 Reguladores vegetais**

A utilização de reguladores vegetais para o controle do amadurecimento, vem se constituindo numa ferramenta efetiva para controlar o tempo de vida útil e as condições de comercialização de frutos. O uso de produtos não considerados como reguladores, mas que causam o mesmo efeito, também são utilizados na prática, assim relata Poovaiah (1986), acerca da utilização de cálcio para melhorar certas características, tais como a firmeza do fruto, incremento no conteúdo de vitamina C, redução do CO<sub>2</sub> e de etileno, entre outras. No entanto a utilização do cálcio está restrito a técnicas de aplicação que requerem alta tecnologia, pois a má utilização

pode ocasionar uma diminuição do potencial hídrico do ambiente no qual os frutos se encontram armazenados, provocando assim, uma perda de água dos frutos, ocasionando distúrbios fisiológicos que levariam a perda do produto, razão pela qual, não foi utilizado o cálcio para o controle do amadurecimento, neste experimento

No entanto, o uso de ácido giberélico ( $GA_3$ ) tem demonstrado efeitos na mudança da firmeza do fruto e na quantidade de sólidos solúveis totais, existindo ao mesmo tempo uma relação com referência ao conteúdo de cálcio na parede celular, sem que exista um mecanismo que explique esta relação (Facteau, 1982). Em relação a coloração do fruto, o ácido giberélico quando usado conjuntamente com 2,4-D, ou em forma individual, retarda o desenvolvimento da coloração vermelha, chegando a valores mais significativos quando aplicado em frutos não destacados.

A maciez do fruto também é afetada, pois o ácido giberélico retarda o amolecimento, mais ainda quando este regulador é associado com temperaturas baixas no armazenamento (El-Otmani & Coggins, 1991). A aplicação de  $GA_3$  em frutos de cereja, segundo Proebsting et al. (1973), provoca nos frutos uma redução na quantidade de antocianina e aumento na firmeza dos frutos, não afetando a quantidade de sólidos solúveis e acidez titulável. As mudanças registradas em referência ao crescimento dos frutos, podem ser mais como consequência do desenvolvimento normal dos frutos e não pela aplicação de  $GA_3$ . Em outro trabalho desenvolvido por El-Otmani & Coggins, (1985), comprovaram que a aplicação de  $GA_3$  leva à não formação ou diminuição da acumulação de

cêra na superfície do fruto, retardando a senescência, no entanto, eles afirmam que os mecanismos da inibição da biossíntese de cêra ou sua translocação para a superfície não são conhecidos. Awad (1993), também afirma que o uso de  $GA_3$  oferece algumas vantagens como o retorno da coloração verde devido a reversão dos cromoplastos para cloroplastos, aumento na quantidade de sólidos solúveis e de ácido ascórbico e aumento na firmeza dos frutos. A imersão de frutos em solução de  $GA_3$  provoca a diminuição da taxa respiratória e de seu amolecimento. Desta forma o uso de  $GA_3$ , contribue para retardar o amadurecimento dos frutos através de modificações físico-químicas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido em condições de laboratório no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Instituto Especializado da USP no campus “Luiz de Queiroz”, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

#### **3.1. Procedência e preparação do material**

Frutos de acerola foram colhidos no mês de fevereiro de 1996, no pomar localizado no horto do Departamento de Horticultura da ESALQ/USP em Piracicaba, SP, a partir de plantas de um mesmo clone, de 2 a 3 m de altura e aproximadamente 10 anos de idade, que receberam tratamentos culturais normais de limpeza, poda e pulverizações contra afídeos.

Os frutos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, com uma temperatura ambiental de 17°C e com muito cuidado, evitando-se assim provocar danos físicos aos frutos, que foram acondicionados em bandejas plásticas de 0,52 m x 0,42 m x 0,08 m de maneira a evitar o empilhamento dos frutos e ao mesmo tempo a decomposição dos mesmos. O ponto de colheita foi determinado de acordo ao descrito no Munsell Book of Color (1976), correspondente ao estadio 3IP (início da pigmentação), posteriormente adaptado por Alves (1993).

Posteriormente, foram submetidos a desinfecção através de imersão em hipoclorito de sódio durante 15 minutos. A seleção foi feita em relação ao estado visual do fruto, descartando-se aqueles que apresentavam sintomas de ataque por patógenos e/ou insetos, frutos mal formados e sem pecíolo. Foram destinados 1,5 kg de frutos para cada tratamento. Foram utilizados doses de 50, 100, 150 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), em solução com água destilada, além das parcelas não tratadas (testemunha), e os frutos ficaram imersos por 30 minutos. Logo após a retirada dos frutos dessas soluções, os mesmos foram colocados em bandejas plásticas, e acondicionadas em câmara fria a uma temperatura oscilante entre 8 e 11°C e com umidade relativa entre 90 e 96%, utilizando-se um medidor eletrônico para registrar leituras periódicas e ajudar a manter esses parâmetros nos níveis anteriormente mencionados.

No primeiro dia foi feita uma análise de 35 frutos, para obter-se valores dos diferentes parâmetros considerados em relação ao estado físico-químico dos frutos no momento em que estes foram colhidos. Posteriormente foram realizadas análises diárias da mesma quantidade de frutos por parcela

tratada, por um período de 8 dias, tempo que levaram os frutos para amadurecer, ou deteriorar-se. Os frutos foram transportados em caixas de papelão até o local da realização das análises, de forma a garantir-se total integridade dos mesmos.

## **3.2. Avaliações**

### **3.2.1. Parâmetros físicos**

Peso: Medido através da pesagem individual (em balança analítica) de 12 frutos por tratamento.

Diâmetro Transversal e Longitudinal: Com o auxílio de paquímetro, a partir da maior dimensão, para ambos os casos (medidas de 12 amostras).

Taxa de crescimento relativo (RGR - Relative growth ratio): A taxa de crescimento relativo, determina a variação no crescimento do fruto, isto é, como o fruto vai evoluindo de acordo as condições impostas. Os frutos, na grande maioria apresentam curvas de crescimento relativo diferentes (sigmóide, dupla sigmóide) (Phan, 1987). Esta taxa, pode ser analisada em relação ao peso e aos diâmetros do fruto, obtendo-se assim a curva de crescimento relativo (RGR - Relative Growth Ratio), dada pela fórmula desenvolvida por Ryugo (1988):



$$\text{RGR} = \frac{(X_2 - X_1)/X_1}{(t_2 - t_1)} \times 100, \text{ onde}$$

$X_1$  = medição da primeira amostragem;

$X_2$  = medição da segunda amostragem;

$(X_2 - X_1) / X_1$ . = incremento no crescimento inicial, tanto em peso  
como em diâmetro;

$(t_2 - t_1)$ . = intervalo de tempo (dias). O resultado é multiplicado por  
100, para expressar o crescimento em porcentagem.

Firmeza: Medido por resistência ao penetrômetro de sensibilidade 1,5 N (Newton) FDN 1, marca Wagner Dial Force (figura 4), em tres pontos diferentes dos fruto, para um total de 12 frutos por tratamento.

Cor: Utilização de colorímetro Minolta CR-200b de 8 mm de diâmetro (figura3), para medição das mudanças na coloração, brilho e saturação das cores, previamente calibrado em superfície branca segundo padrões pre-estabelecidos (Bible & Singha, 1993; Mutschler et al., 1992), de acordo a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L\*, a\*, b\* - CIELAB). Foram feitas três medições em diferentes partes do fruto, para um total de 12 frutos (três parâmetros por cada leitura). Sendo estes parâmetros analisados sob vários aspectos (Mc Guire, 1992; Carreño, 1995), que levam a indicar a efetividade dos tratamentos aplicados, sendo avaliados sob os seguintes aspectos: a) valores de a\*: tons de cores que vão do verde azulado (valores negativos) até o vermelho púrpura (valores positivos); b) valores de

$b^*$ : tons que vão do amarelo (valores positivos) até o azul (valores negativos); c) valores de  $L^*$ : indicados pelas coordenadas de  $a^*$  e  $b^*$ , num plano retangular de eixos, destacando a luminosidade da coloração entre tons de branco e preto (em valores positivos e negativos respectivamente); d) valores de “chroma” e “ $h^\circ$ ”: para determinar o grau de saturação e intensidade da coloração, sendo que estes valores são obtidos pelas fórmulas, descritas por Mc Guire (1992), Chervin et al. (1996), Voss (1992) e Tijskens & Evelo, (1994):

a)  $\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , representando a distância do centro de origem ao ponto formado pelos valores de  $a^*$ ,  $b^*$ .

b)  $h^\circ = \text{ARCTANG}(b^* / a^*)$ , formado a partir do eixo de ordenadas representadas pelos valores de  $+a^*$  e o raio de origem dos pontos  $a^*$  e  $b^*$ , em sentido anti-horário.

A área perto do centro de origem (valores absolutos baixos de  $a^*$  e  $b^*$ ), representa uma coloração cinza, indicando cores com pouca ou nenhuma cromaticidade. Sendo assim, o esquema utilizado para determinação de coloração pode ser considerado como um gráfico de coordenadas retangulares com valores de  $a^*$  e  $b^*$  nos eixos de abscisa e ordenada, respectivamente (Voss, 1992). No seguinte esquema, pode-se observar a sequência de cores e os diferentes parâmetros medidos a partir desses pontos.

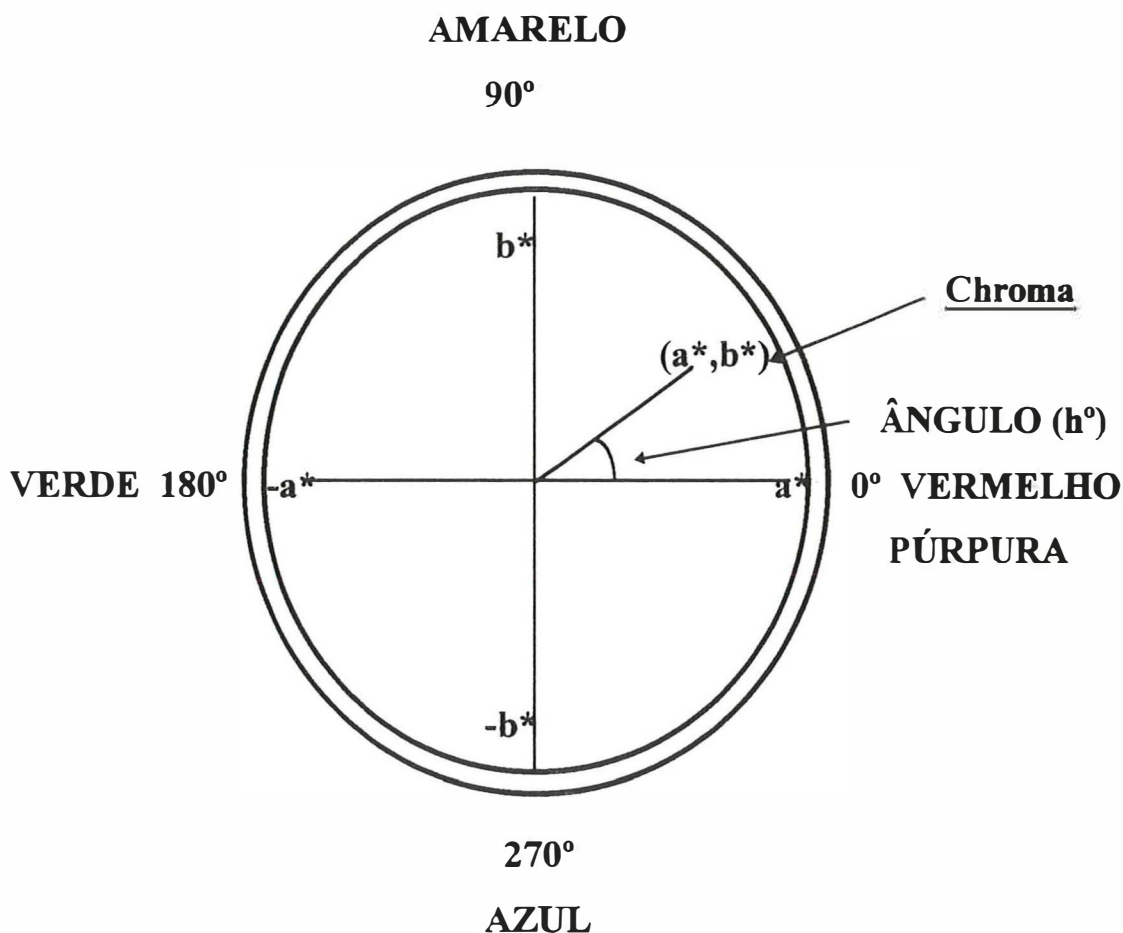


Figura 3. Carta de cores relacionando os índices de coloração

Ao mesmo tempo, os valores citados anteriormente, podem ser utilizados para determinar a intensidade de dano pela ação de baixas temperaturas (Hewage, 1996), ou para determinar o índice de maturação (Carreño et al., 1995; Robertson et al., 1990).

Com o objetivo de obter-se valores mais objetivos em relação a coloração vermelha dos frutos foi feita uma adaptação para a determinação do índice de coloração vermelha em acerola (CIRA), a partir do índice usado para frutos de videira (\*CIRG) utilizado por Carreño et al.

(1995), sendo que os dados utilizados para este último, são os mesmos \* com os quais se representam os componentes da coloração medida através do colorímetro Minolta CR-200b. Estes componentes são introduzidos na seguinte fórmula:

$$** \text{CIRA} = (180 - h^\circ) / (L^* + \text{Chroma})$$

180 = semi-circulo da carta de cores em graus;

$h^\circ = \text{ARCTANG} (b^* / a^*)$ , formado a partir do eixo de coordenadas representados pelos valores de  $+a^*$  e o raio de origem dos pontos  $a^*$ ,  $b^*$ , em sentido anti- horário.

$L^*$  = ponto de interseção de  $a^*$  e  $b^*$ ;

$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , que representa a distância do centro de origem ao ponto formado pelos valores de  $a^*$ ,  $b^*$ .

---

\* color index for red grape (índice de coloração para frutos de videira), Carreño (1995).

\*\* color index for red acerola (índice de coloração para frutos de acerola), adaptado para uso em frutos de acerola.

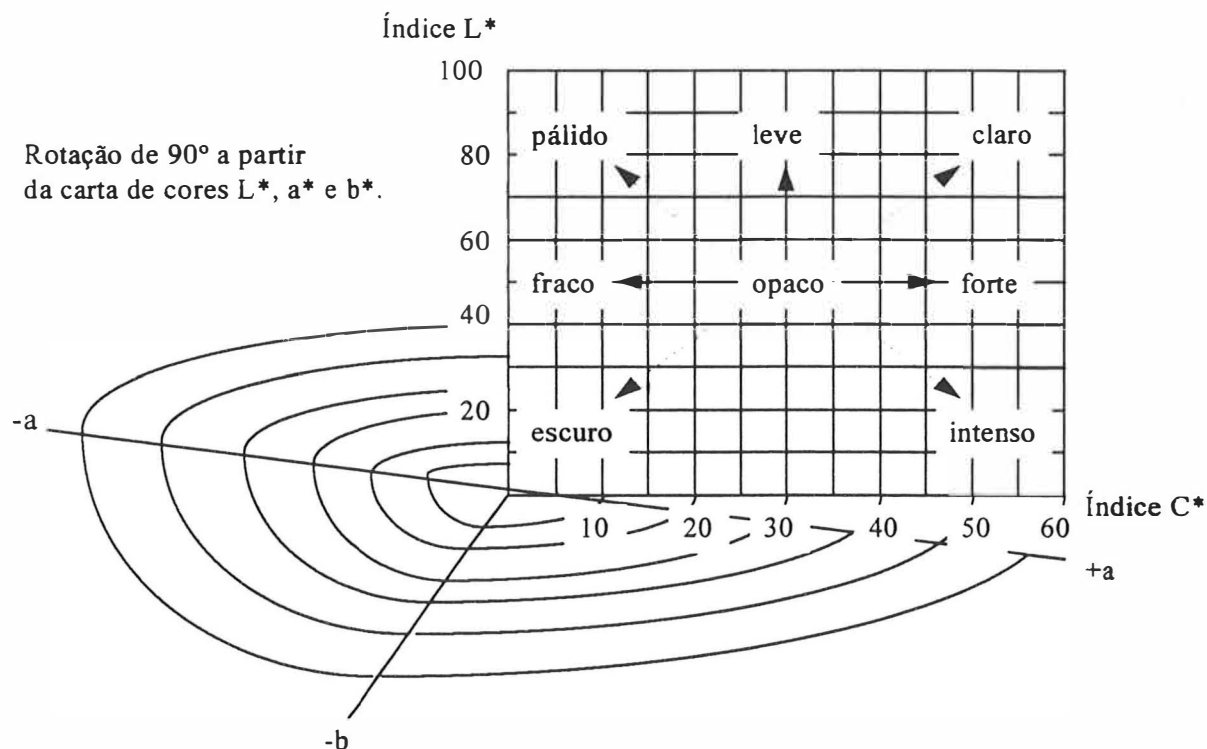


Figura 4. Relação dos índices L\* e C\*, a partir da carta de cores.

### 3.2.2. Parâmetros químicos.

Foram determinados os seguintes parâmetros químicos, dos frutos de acerola:

**Vitamina C:** Por redução do indicador 2,6 - diclorobenzenoindofenol de cor azul para produto incolor pelo ácido ascorbico (vitamina C) descrito por Bessey & King (1933), em três amostras obtidas em recipientes separados, e por extração do suco com prensa manual.

**pH:** Uso de potenciômetro com membrana de vidro, segundo ITAL (1973).

**SS:** Utilização de refratômetro com temperatura corrigida expressado em Gráus Brix

**AT:** Por titulometria (ITAL, 1973), com solução de Na(OH). Sendo o suco titulado a pH 8,2 com solução 0,1N de Na(OH) e expressado em porcentagem de ácido málico (Drake & Moffitt, 1992).

**Relação SS/AT:** Determinado pelo quociente entre os dois parâmetros.

### **3.3. Estatística**

#### **3.3.1. Delineamento experimental**

O experimento foi instalado sob delineamento experimental com parcelas subdivididas no tempo (Pimentel, 1985; Steel & Torrie, 1980), com 4 tratamentos. Cada tratamento constou de uma bandeja, contendo aproximadamente 1,5 kg de frutos, dos quais eram retirados 35 frutos para análise diária. As repetições variaram em relação aos parâmetros avaliados, sendo que para determinação do conteúdo de vitamina C, acidez titulável, sólidos solúveis e pH, foram obtidos a partir de três repetições, separando-se os frutos em partes iguais e procedendo-se a extração do suco e imediatamente analisados, para evitar-se efeitos do ambiente sobre as amostras.

Os testes de média foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 1 e 5 % respectivamente. Para os casos nos quais não foram constatadas diferenças significativas aos níveis de

significância anteriormente citados, utilizou-se o nível de 10%, buscando possíveis contrastes de significância entre as médias.



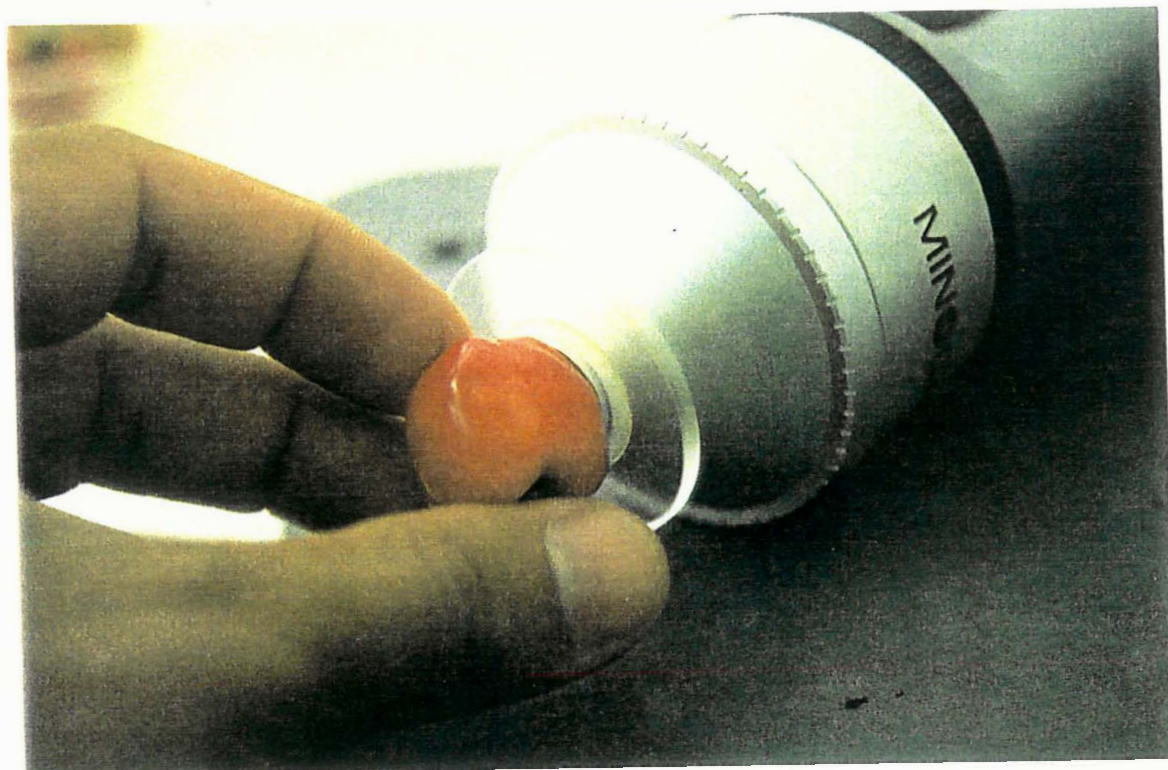


Figura 5 Medição da coloração do fruto (índices “L”, “a”, “b”), com o uso de colorímetro Minolta CR-200.



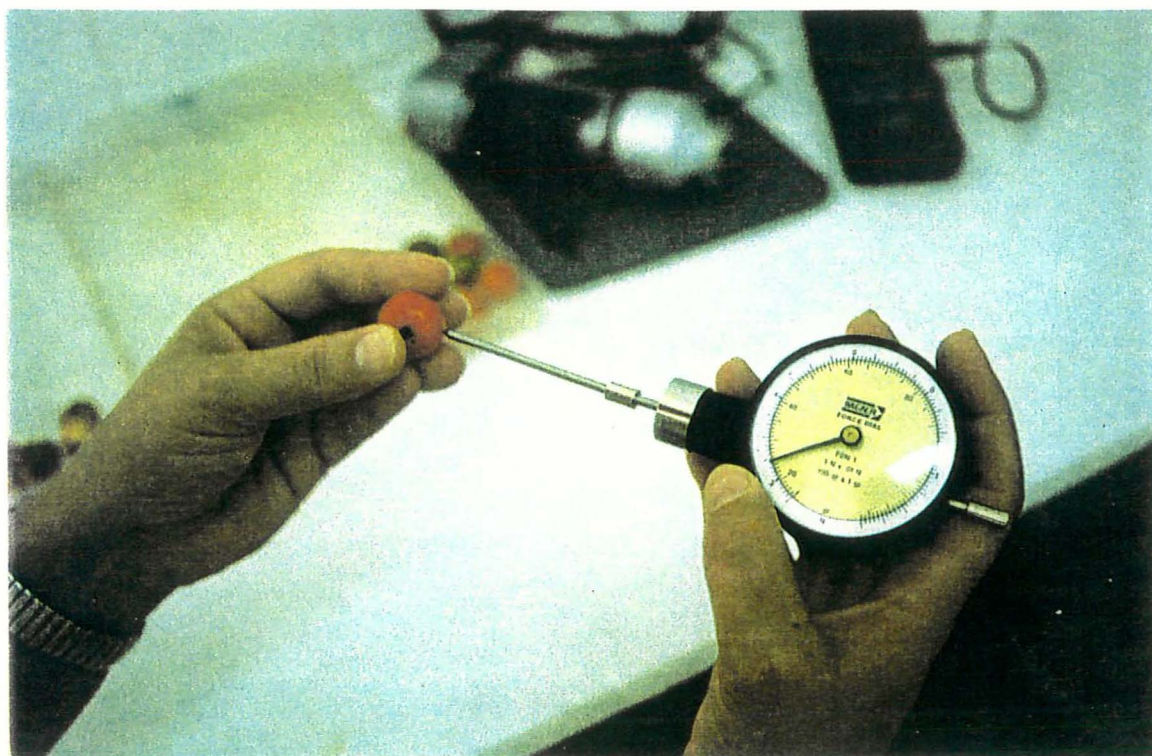
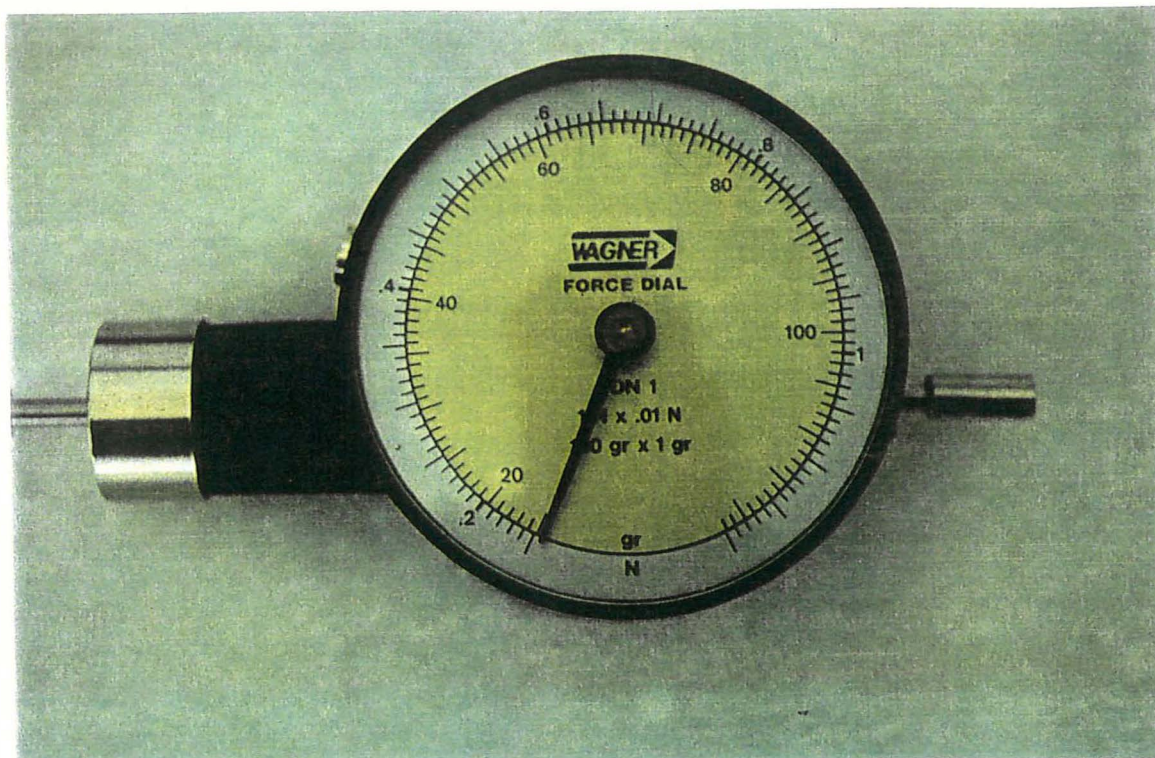


Figura 6 Medição da firmeza do fruto, utilizando-se o penetrômetro Wagner Dial Force

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Análise dos dados**

#### **4.1.1. Peso**

Ao longo do período de armazenamento, não houve diferenças significativas em relação ao peso entre os tratamentos (Tabela 1). A diminuição registrada no peso foi muito pequena no final do período de 7 dias (Figura 7). Considerando-se que os frutos foram colhidos num estágio de maturação fisiológica, a probabilidade de um aumento de peso é pouco provável, isto porque os frutos já atingiram o estado de crescimento máximo nesta etapa, mantido ainda pela baixa temperatura, permitindo uma diminuição na atividade metabólica. A curva de crescimento dos frutos, geralmente é representada por uma dupla sigmóide, que, segundo Ryugo (1988), varia grandemente de fruto para fruto, não sendo porém um padrão

para todas as espécies. O maior valor para o peso dos frutos foi registrado naqueles que receberam  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  somente nos dias 1 e 2 repetindo assim os resultados obtidos por Ishihata & Ito (1994), que utilizaram a mesma dose e obtiveram o mesmo grau de amadurecimento. O  $\text{GA}_3$ , permite ao mesmo tempo uma redução nas perdas de peso e aumento da vida útil dos frutos (Gautam et al., 1991). Santini Jr. (1952 a), estabeleceu um peso médio de frutos de aproximadamente 4 gramas, dependendo das condições de manejo da cultura. Análises estatísticas a 10% de probabilidade, não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos nos dias 2, 3, 4, 6 e 7 de armazenamento.

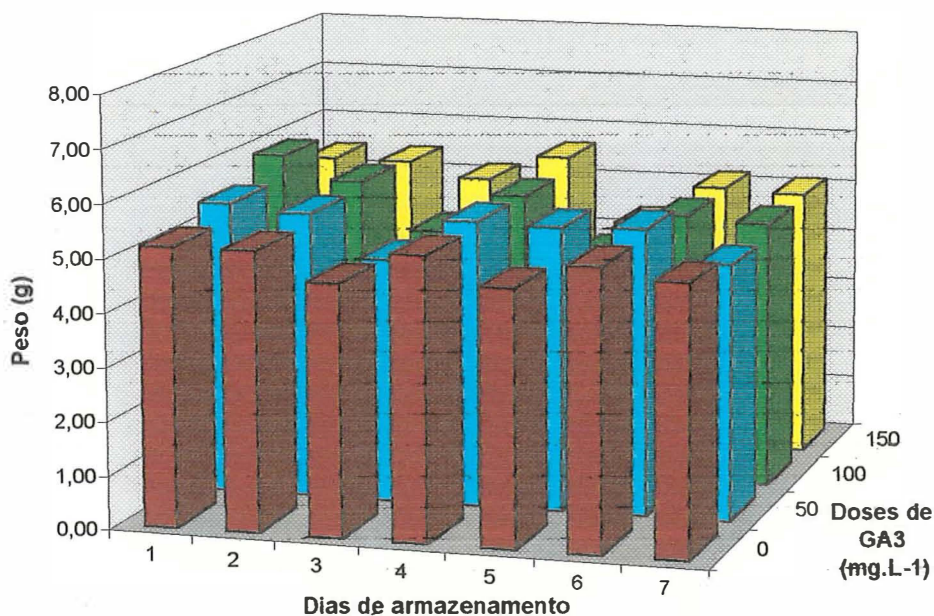


Figura 7 Peso (g) do fruto de acerola para os diferentes tratamentos com  $\text{GA}_3$ , durante o período de armazenamento.



Tabela 1. Peso (g) dos frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	5,20 Ab	5,20 Aa	4,68 Aa	5,27 Aa	4,75 Ab	5,22 Aa	5,00 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	5,50 Aab	5,37 Aa	4,58 Aa	5,37 Aa	5,33 Aa	5,37 Aa	4,78 Aa
100 mg.L <sup>-1</sup>	5,95 Aa	5,50 Aa	4,60 Aa	5,35 Aa	4,33 Aa	5,10 Aa	5,02 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	5,43 Aab	5,43 Aa	5,14 Aa	5,64 Aa	4,37 Aa	5,16 Aa	5,10 Aa
<b>C.V. %</b>	22,59	22,64	26,30	18,97	23,17	20,19	17,75
<b>s</b>	1,24	1,21	1,25	1,02	1,08	1,05	0,88
<b>d.m.s. (5%)</b>	1,36	1,32	1,36	1,11	1,18	1,14	0,96
<b>d.m.s. (10%)</b>	0,60	0,59	0,61	0,50	0,52	0,51	0,43

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5% , e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

#### 4.1.2. Diâmetro transversal e longitudinal

Os valores encontrados para os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos, mantiveram-se estáveis, sem apresentar diferenças estatísticas altamente significativas (Tabelas 2 e 3). O nível de maturação fisiológica em que os frutos foram colhidos (3IP - Início de pigmentação), (Alves,1993), influem na continuidade dos processos fisiológicos e físicos, até a fase de senescência, aonde registra-se um aumento na atividade metabólica dos frutos, que os levam à decomposição (Gillaspy, 1993). Segundo Ryugo (1988), devido a grande variedade nos modelos de crescimento, os diâmetros transversal e longitudinal não apresentam sempre a mesma variação, portanto, estes parâmetros devem ser analisados cuidadosamente. Sendo assim, a determinação do ponto de colheita através deles é pouco recomendável.

Segundo Santini (1952 a), os diâmetros dos frutos de acerola, variam em torno de 1,27 cm a 2,50 cm, valores coincidentes com os dos frutos no presente experimento. Nakasone et al. (1966), reportaram no entanto, um leve incremento no tamanho dos frutos, após aproximadamente 18 a 20 dias após o início da formação do mesmo (polinização), sendo que após este período, dificilmente se registra outro aumento neste aspecto. Pode-se notar nas Figuras 8 e 9, que o ponto que os autores mencionam, poderia corresponder ao quarto dia de armazenamento. Para determinar possíveis diferenças entre os tratamentos, foi feita análises estatística a 10% de probabilidade (Tabela 2 e 3) para ambos os diâmetros, as diferenças

encontradas não resultaram ser como consequência do tratamento, sim por causa da desuniformidade dos frutos como é observado nas Figuras 8 e 9.

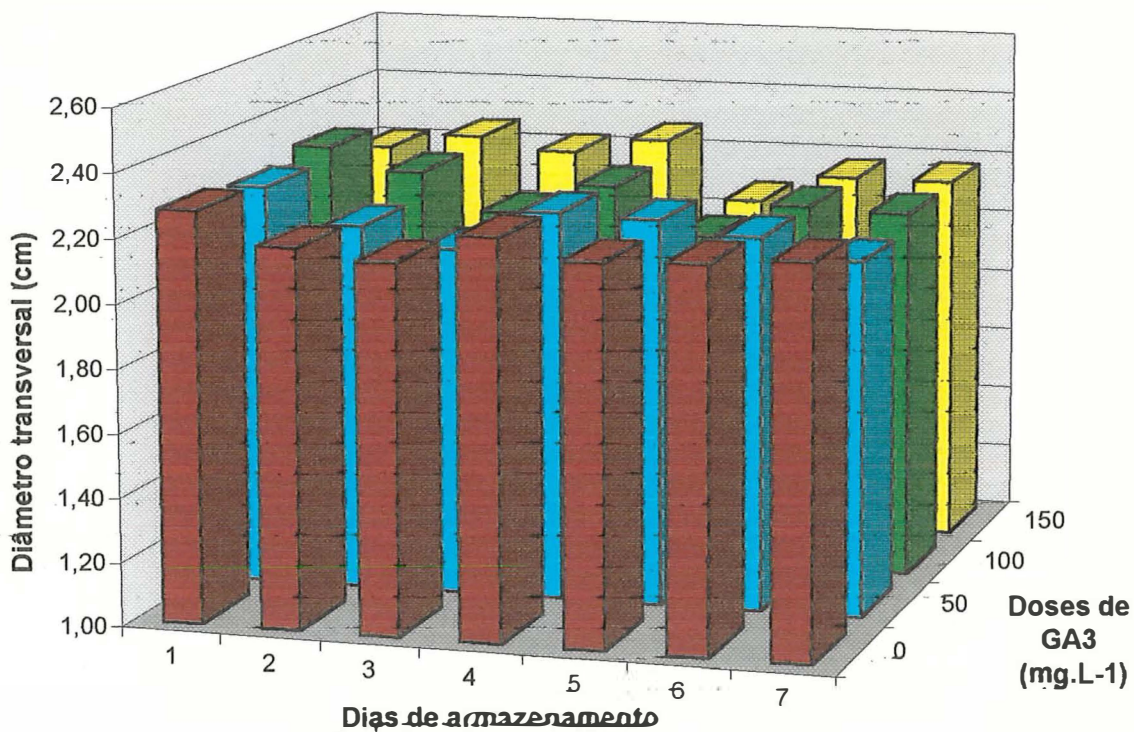


Figura 8 Diâmetro transversal (cm) do fruto de acerola para os diferentes tratamentos com GA<sub>3</sub>, durante o período de armazenamento.

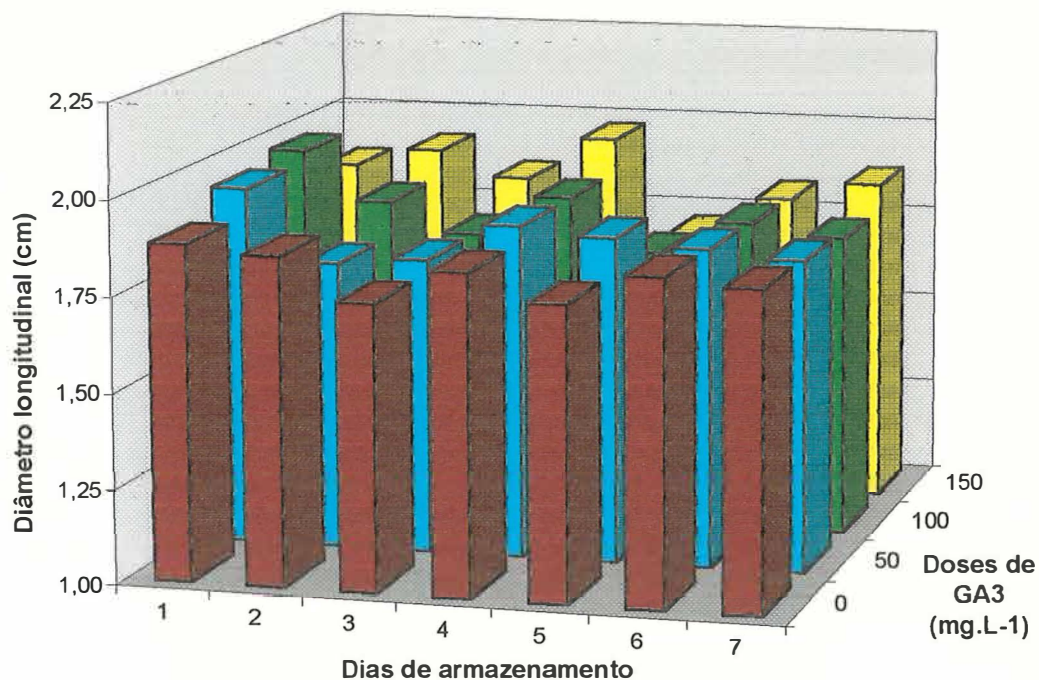


Figura 9

Diâmetro longitudinal (cm) do fruto de acerola para os diferentes tratamentos com  $GA_3$ , durante o período de armazenamento

Tabela 2. Diâmetro transversal (cm) dos frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	2,28 Aab	2,18 Aab	2,15 Aab	2,24 Aa	2,18 Aa	2,19 Aa	2,21 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	2,26 Aab	2,15 Ab	2,09 Ab	2,22 Aa	2,21Aa	2,17 Aa	2,11 Ab
100 mg.L <sup>-1</sup>	2,30 Aa	2,23 Aab	2,11 Ab	2,21 Aa	2,06 Ab	2,17 Aa	2,16 Ab
150 mg.L <sup>-1</sup>	2,21 Ab	2,26Aa	2,22 Aa	2,27 Aa	2,08 Ab	2,17 Aa	2,17 Aab
<b>C.V. %</b>	<b>7,77</b>	<b>8,64</b>	<b>8,94</b>	<b>5,98</b>	<b>7,81</b>	<b>6,35</b>	<b>6,69</b>
<b>s</b>	<b>0,17</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>0,13</b>	<b>0,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>
<b>d.m.s. (5%)</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>
<b>d.m.s. (10%)</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.



Tabela 3. Diâmetro longitudinal (cm) dos frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	1,88 Aa	1,86 Aab	1,75 Ab	1,84 Ab	1,77 Ab	1,85 Aa	1,83 Aab
50 mg.L <sup>-1</sup>	1,95 Aa	1,76 Ab	1,78 Aab	1,88 Ab	1,86 Aa	1,84 Aa	1,82 Aab
100 mg.L <sup>-1</sup>	1,98 Aa	1,85 Aab	1,77 Aab	1,88 Ab	1,74 Ab	1,83 Aa	1,80 Ab
150 mg.L <sup>-1</sup>	1,87 Aa	1,92 Aa	1,82 Aa	1,97 Aa	1,71 Ab	1,82 Aa	1,87 Aa
<b>C.V. %</b>	11,59	11,49	9,36	8,00	9,52	7,44	7,31
<b>s</b>	0,22	0,21	0,16	0,15	0,16	0,13	0,13
<b>d.m.s. (5%)</b>	0,24	0,23	0,18	0,16	0,18	0,14	0,14
<b>d.m.s. (10%)</b>	0,11	0,10	0,08	0,07	0,08	0,06	0,06

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

### 4.1.3. Taxa de crescimento relativo

Observa-se nas Figuras 10, 11 e 12, que existem dois picos de crescimento, cujos pontos pertencem ao primeiro e quarto dia de armazenamento. Isto deve ser consequência de um aumento registrado no conteúdo de solutos, que permite a entrada de água da atmosfera ( $UR=96\%$ ) processo descrito por Sandbhor & Desai (1991). Os mesmos autores indicam que logo após este incremento ocorre uma diminuição destes conteúdos provocado pela entrada de água no fruto. Este processo pode ser retardado com o uso de  $GA_3$ .

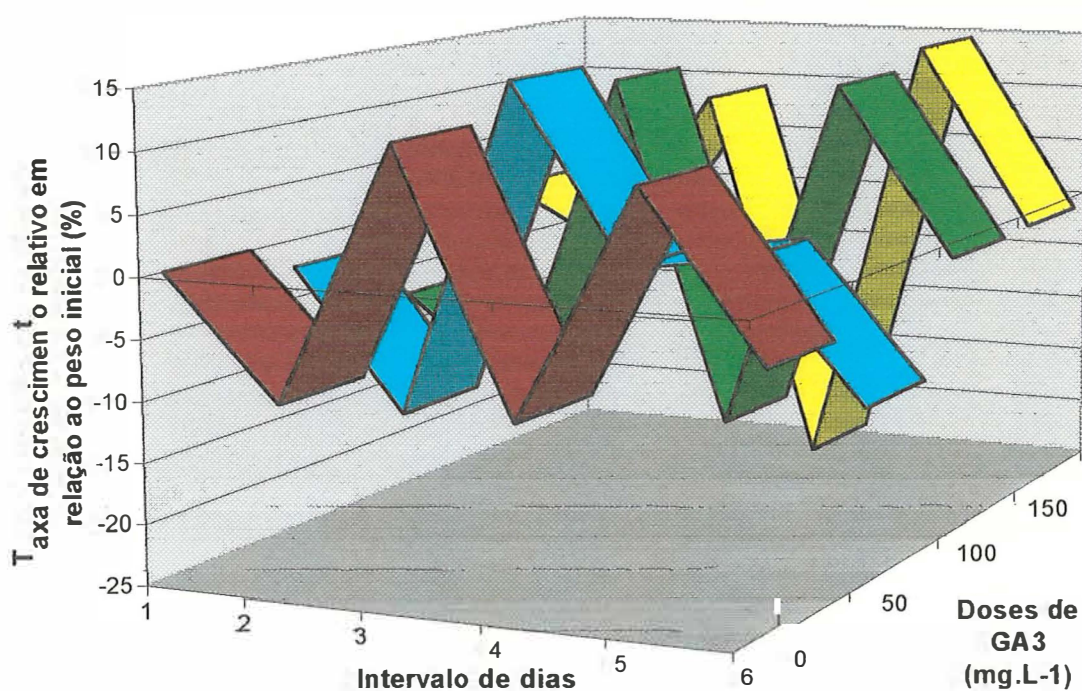


Figura 10 Taxa de crescimento relativo, em relação do peso inicial dos frutos de acerola para os diferentes tratamentos com  $GA_3$ , durante o período de armazenamento.

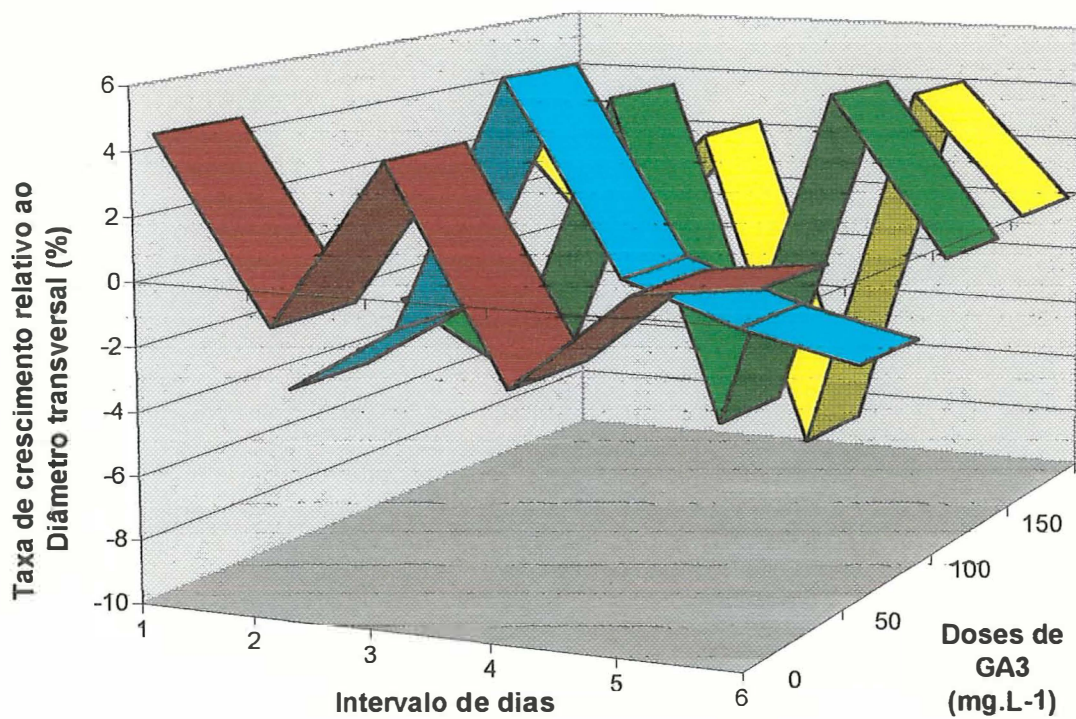


Figura 11 Taxa de crescimento relativo em relação ao diâmetro transversal dos frutos de acerola para os diferentes tratamentos com GA<sub>3</sub>, durante o período de armazenamento.



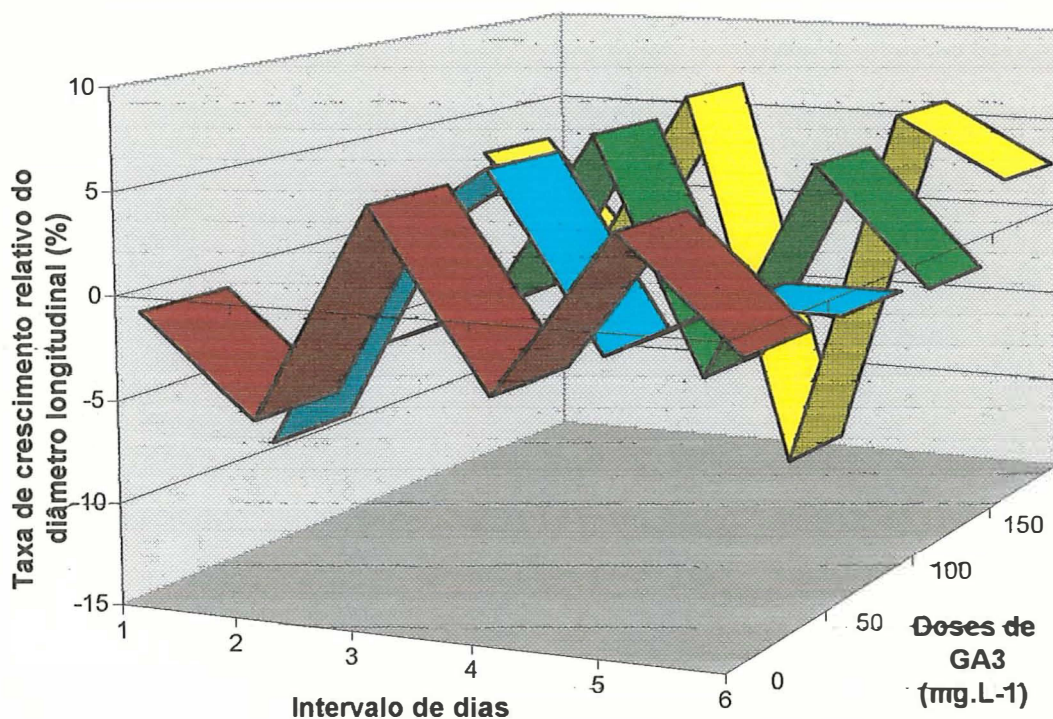


Figura 12 Taxa de crescimento relativo em relação ao diâmetro longitudinal dos frutos de acerola para os diferentes tratamentos com GA<sub>3</sub>, durante o período de armazenamento.

#### 4.1.4. Firmeza

Os tratamentos com GA<sub>3</sub>, (Figura 13) foram superiores ao controle, com relação a firmeza dos frutos, o que foi observado também por Southwick et al.(1995), indicando a eficácia do uso deste regulador vegetal. Os valores dos diferentes tratamentos, menores no final do período de sete dias, foram superiores ao controle. As doses de 50 e 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, deram melhores resultados tanto na análise estatística como na solidez

(firmeza) dos frutos ao final período testado (Tabela 4). A concentração de  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , mostrou uma menor resistência à penetração quando comparada às de  $50$  e  $100 \text{ mg.L}^{-1}$ . O uso deste regulador vegetal proporciona aos frutos maior firmeza, prolongando assim o tempo de vida dos frutos. Resultados similares foram observados por Looney & Lidster (1980) e Facticeau & Rowe (1979).

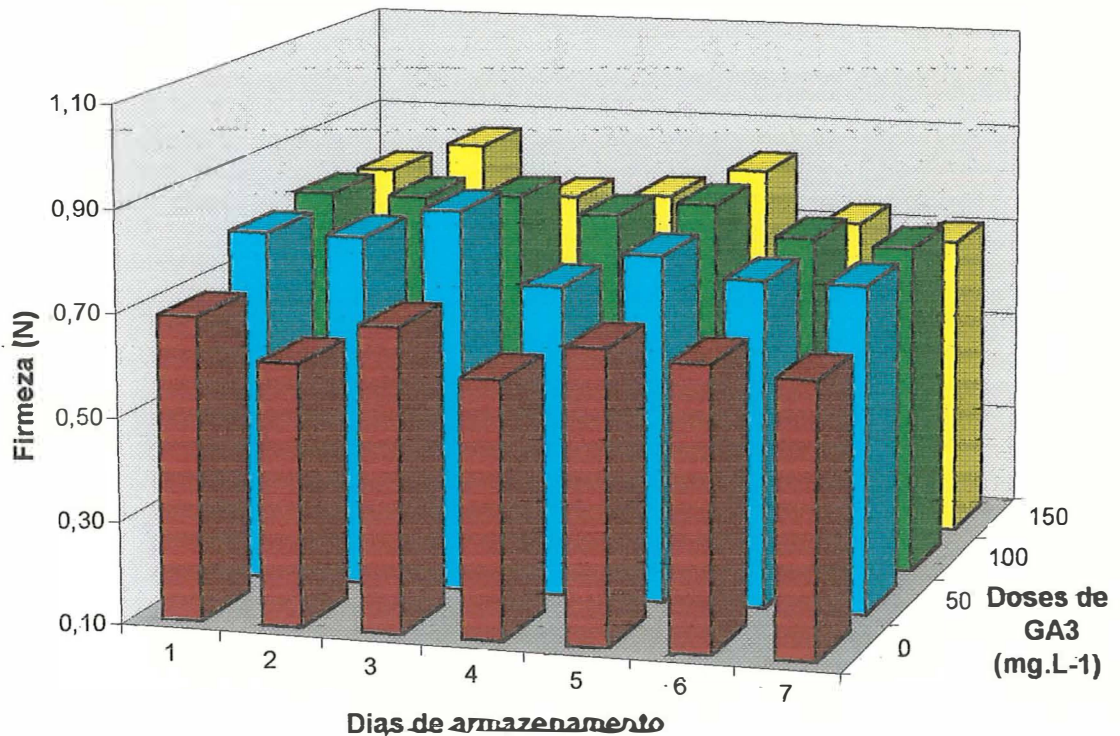


Figura 13 Firmeza (em Newton) do fruto de acerola para os diferentes tratamentos com  $\text{GA}_3$ , durante o período de armazenamento.

Tabela 4. Firmeza (N) dos frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	0,69Ab	0,61 Bb	0,69 Bc	0,60 Bc	0,67 Bb	0,65 Bb	0,63 Bb
50 mg.L <sup>-1</sup>	0,79Aab	0,79 Aa	0,85 Aa	0,71 Ab	0,78 ABa	0,74 Aa	0,74 Aa
100 mg.L <sup>-1</sup>	0,81Aa	0,81 Aa	0,82 Aab	0,79 Aa	0,82 Aa	0,76 Aa	0,75 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	0,80Aab	0,86 Aa	0,76 ABbc	0,77 Aab	0,83 Aa	0,73 Aa	0,70 ABa
<b>C.V. %</b>	13,57	11,87	8,08	8,56	11,54	6,78	7,49
<b>s</b>	0,10	0,09	0,69	0,61	0,09	0,04	0,05
<b>d.m.s. (1%)</b>	0,14	0,12	0,09	0,08	0,12	0,07	0,07
<b>d.m.s. (5%)</b>	0,11	0,09	0,08	0,06	0,09	0,085	0,05

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 1%, e minúsculas a 5%, pelo teste de Tukey.

#### 4.1.4. Vitamina C

Em relação ao teor de vitamina C (Figura 14), observa-se que os frutos que não receberam aplicação de GA<sub>3</sub>, registraram uma pequena perda no conteúdo. A temperatura baixa e a umidade relativa alta do ambiente contribuem significativamente para manter esta característica (Alves, 1993). Segundo Itoo et al. (1990), em frutos verdes os teores de vitamina C são elevados, no entanto, existe sempre uma diminuição nestes conteúdos (Guadarrama, 1984). Tal fato ocorre na medida em que os frutos vão amadurecendo (Itoo et al., 1990), pois a entrada de água induz a diluição do ácido ascorbico, devido a diminuição da viscosidade (Lee & Labuza, 1975).

A atmosfera contendo alta umidade relativa, permite que esta entrada de água nos frutos seja menor devido ao estabelecimento de um equilíbrio no potencial hídrico entre o fruto e o ambiente. O uso de GA<sub>3</sub> mostrou ser eficiente para controlar estas perdas (Nath et al., 1992). Os frutos tratados com GA<sub>3</sub> apresentaram maiores quantidades de vitamina C, o que foi observado também por Rath & Rajput, (1990) e Gautam et al. (1991). O GA<sub>3</sub>, além de proporcionar maior firmeza aos frutos, aumentou o conteúdo de vitamina C, registrado também por outros pesquisadores (Ishihata & Ito, 1994; Awad, 1993). O maior conteúdo de vitamina C, foi obtido com a utilização de 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>. Ishihata & Ito (1994), obtiveram resultados semelhantes com o uso da mesma dose de GA<sub>3</sub>. Estes resultados foram significativos quando foram analisados ao nível de 10% de probabilidade



(Tabela 5). Este resultado demonstra que a dose utilizada, é efetiva para induzir um aumento nas quantidades desta vitamina.

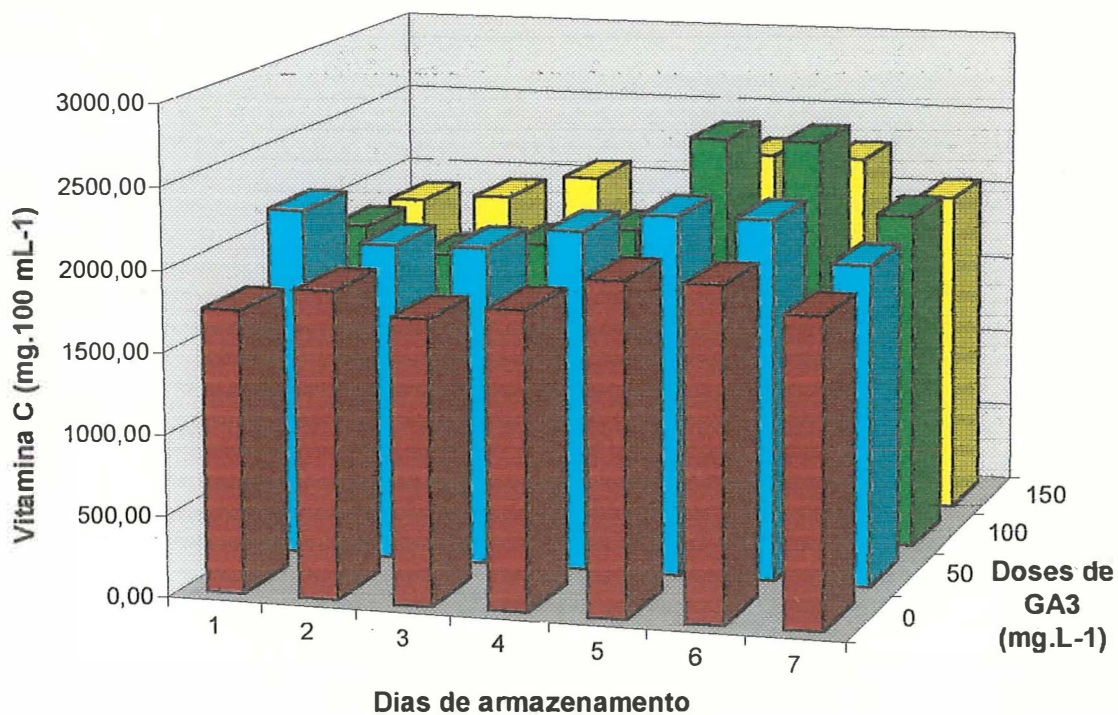


Figura 14 Conteúdo de vitamina C no fruto de acerola para os diferentes tratamento com GA<sub>3</sub>, durante o período de armazenamento.



Tabela 5. Conteúdo de vitamina C (g.100 mL<sup>-1</sup> de suco) de frutos de acerola (dados médios de 3 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	1,74 Aa	1,89 Aa	1,74 Aa	1,83 Abc	2,04 Ab	1,70 Aab	1,88 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	2,16 Aa	1,97 Aa	1,98 Aa	2,11 Aa	2,23 Ab	1,55 Ab	1,98 Aa
100 mg.L <sup>-1</sup>	1,88 Aa	1,72 Aa	1,81 Aa	1,93 Ab	2,54 Aa	2,02 Aa	2,10 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	1,87 Aa	1,91 Aa	2,06 Aa	1,73 Ac	2,26 Ab	1,93 Aab	1,87 Aa
<b>C.V. %</b>	22,57	20,94	18,22	8,43	10,54	21,95	13,30
<b>s</b>	0,43	0,39	0,34	0,16	0,23	0,39	0,26
<b>d.m.s. (5%)</b>	1,11	1,02	0,90	0,41	0,62	1,03	0,68
<b>d.m.s. (10%)</b>	0,46	0,42	0,30	0,17	0,25	0,42	0,28

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5% , e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

## 4.1.6. Coloração

### 4.2.6.1. Índice $a^*$

O Índice  $a^*$  dentro de uma escala de cores, corresponde aos tons de verde (valores negativos) ao vermelho (valores positivos), citado por Carreño et al. (1995). Em relação ao ponto de coloração foi registrado (Figura 15) que após 8 dias de armazenamento, os frutos não tratados e os tratados com  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , apresentaram valores do índice  $a^*$  inferiores em relação aos frutos tratados com 50 e 100  $\text{mg.L}^{-1}$  respectivamente, indicando estes últimos, uma tendência a assumir uma coloração vermelha mais escura, o que foi observado visualmente nos frutos, durante o período de armazenamento.

O amadurecimento dos frutos não tratados foi mais rápido (5º dia), no entanto, apresentavam uma coloração escura opaca (menos vistosa) em relação aos frutos tratados, no final do período de armazenamento. Isto sugere uma maior atividade na síntese de pigmentos em frutos tratados com  $\text{GA}_3$ , o que vem contribuir com a qualidade visual do fruto. Santini & Huyke (1956), observaram esta mesma atividade, identificando estes pigmentos como antocianinas. O incremento gradual registrado para os valores de  $a^*$  (escala de cores do verde ao vermelho) foram reportados para outros frutos cuja coloração flutua dentro desta escala (Carreño et al., 1995). Segundo Ryugo (1988), o incremento na formação de pigmentos é favorecida pela luz. Mas se assim ocorresse, a mudança de coloração para o vermelho não teria se processado, indicando assim que a

luz não é ao todo responsável pela mudança de coloração, pois os frutos no experimento foram acondicionados no escuro. A análise feita a 10% de probabilidade (Tabela 6), indica que as diferenças de coloração encontradas são significativas, e que as mesmas são em consequência da utilização das doses anteriormente citadas, demonstrando a efetividade do uso de GA<sub>3</sub> para adiar o amadurecimento de frutos de acerola em fase pós-colheita.

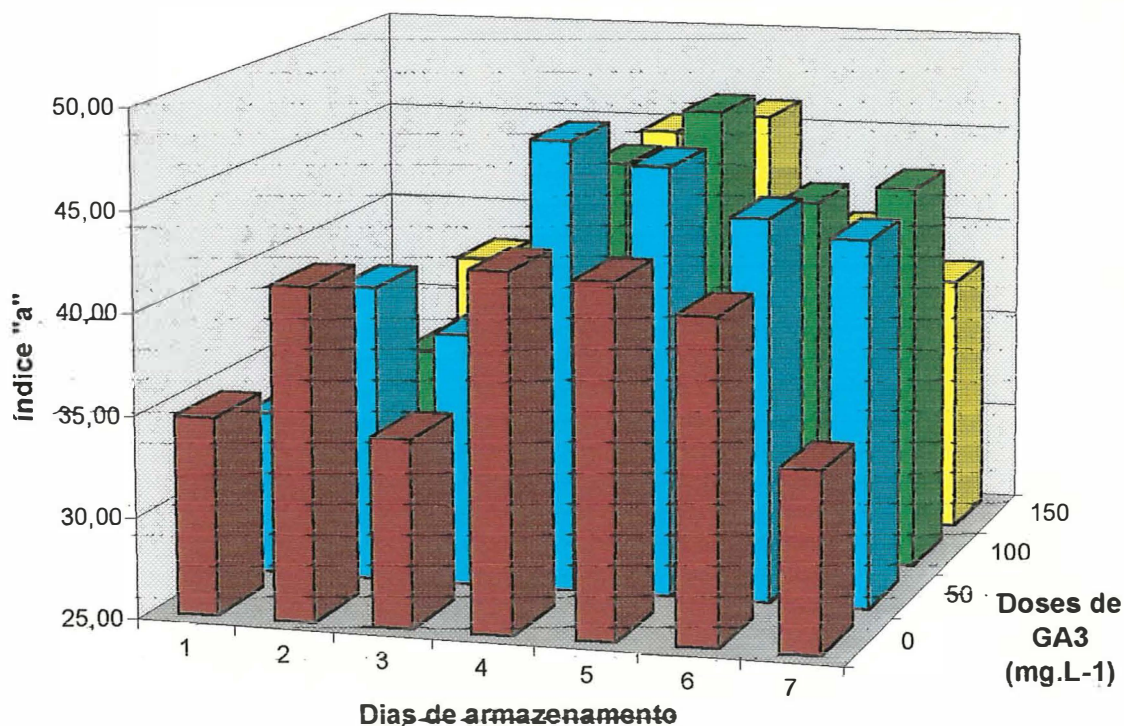


Figura 15 Valores do Índice a\* (tons do verde ao vermelho) em relação às diferentes dosagens de GA<sub>3</sub> utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Tabela 6. Índice de coloração a\* da casca de frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

Tratamentos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Controle	34,79 Aa	41,42 Aa	34,30 Aa	42,63 Ab	42,37 Ab	40,91 Abc	33,91 Bc
50 mg.L <sup>-1</sup>	33,12 Aa	39,76Aa	37,60 Aa	47,51 Aa	46,40 Aa	44,07 Aa	43,21 Aa
100 mg.L <sup>-1</sup>	36,85 Aa	34,72 Ab	33,12 Aa	44,95 Aab	47,77 Aa	43,36 Aab	44,25 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	31,85 Aa	37,98 Aab	34,33 Aa	45,27 Aab	46,21 Aa	40,32 Ac	37,90 ABb
C.V. %	33,72	22,95	35,61	12,21	11,18	12,58	17,27
s	12,20	8,82	12,40	5,50	5,10	5,30	6,87
d.m.s. (5%)	13,30	9,62	13,52	6,00	5,57	5,78	7,49
d.m.s. (10%)	5,92	4,28	6,02	2,67	2,48	2,57	3,34

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5% , e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.6.2. Índice b\*

O Índice b\* corresponde a tons de azul (valores negativos) ao amarelo (valores positivos), segundo Carreño et al. (1995). Em relação aos valores de b\* (Figura 16), houve diferenças significativas entre os tratamentos; o maior valor na leitura para este parâmetro nos frutos que não receberam aplicação de GA<sub>3</sub>, indicam que o amadurecimento externo do fruto (coloração da casca), foram menos evidentes, quando comparados aos tratados com GA<sub>3</sub>. Os frutos tratados apresentavam uma coloração mais vistosa, além do aspecto físico (mais túrgidos), sem que isto seja só consequência da temperatura de resfriamento utilizada para o armazenamento dos frutos.

As mudanças na coloração resultaram ligeiramente visíveis e muito graduais. Análises estatísticas feitas a 10% de probabilidade (Tabela 7), confirmam os efeitos de GA<sub>3</sub>, nas mudanças de coloração observadas. Os valores de b\*, na escala do amarelo ao azul (Carreño, et al., 1995), assim como os de "a", expressam a cromaticidade, e esta em função direta com o aumento destes valores, indicando assim a presença de pigmentos acromáticos e cromáticos (Voss, 1992 e Sacks & Shaw, 1993). Para uma melhor visualização da mudança de cor, torna-se importante a análise destes índices em forma conjunta (como um só ponto nos eixos de coordenadas), pois tem-se assim uma idéia mais clara da aparência visual do fruto.

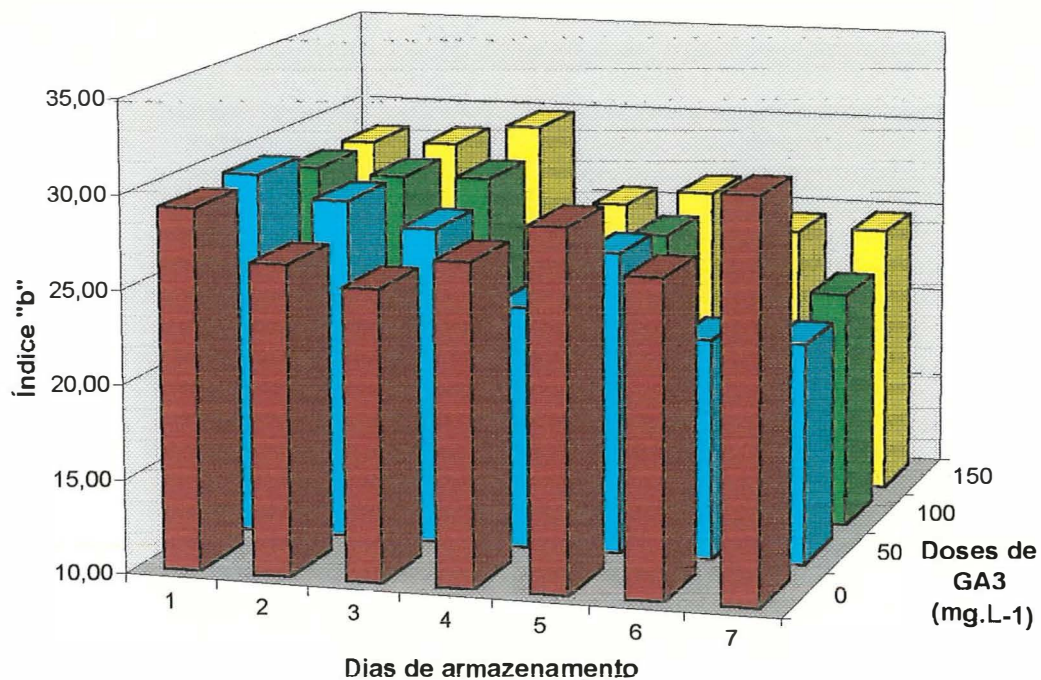


Figura 16 Valores do Índice  $b^*$ , para as diferentes dosagens de  $GA_3$  utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Tabela 7 Índice de coloração b\* da casca de frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	29,81 Aa	26,50 Aa	25,47 Ac	27,10 Aa	29,14 Aa	26,78 Aa	31,17 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	29,52 Aa	28,30 Aa	27,00 Abc	22,97 Abc	26,15 Ab	21,75 ABb	21,78 Bb
100 mg.L <sup>-1</sup>	28,44 Aa	28,16 Aa	28,25 Aab	22,34 Ac	25,54 Ab	18,40 Bc	22,74 Bb
150 mg.L <sup>-1</sup>	28,50 Aa	28,60 Aa	29,77 Aa	25,50 Aab	26,39 Aab	24,39 Aa	24,65 ABb
C.V. %	16,08	16,31	19,26	22,77	22,27	22,66	24,32
s	4,64	4,54	5,32	5,57	5,97	5,17	6,10
d.m.s. (5%)	5,06	4,95	5,80	6,07	6,50	5,64	6,65
d.m.s. (10%)	2,25	2,20	2,58	2,70	2,90	2,51	2,96

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.6.3. Índice “L”

De acordo com os dados obtidos (Figura 17) pela análise estatística, a luminosidade  $L^*$  (correspondente a escala da luminosidade entre as cores branca e preta), dos frutos que não receberam aplicação de  $GA_3$ , foi superior aos frutos tratados com este regulador vegetal. Isto significa uma coloração mais intensa em relação ao vermelho com valores mais baixos para os frutos tratados, sugerindo uma mudança gradual para a tonalidade vermelha nos frutos tratados (Hewage et al., 1996). Existe uma correlação positiva para os frutos tratados com relação ao desenvolvimento da coloração. Os valores baixos representados pelo índice  $L^*$ , indica que as cores (vermelha neste caso), vão sendo mais intensas (Robertson et al., 1990), resultados também observados, quando analisados ao nível de 10% de probabilidade (Tabela 8).



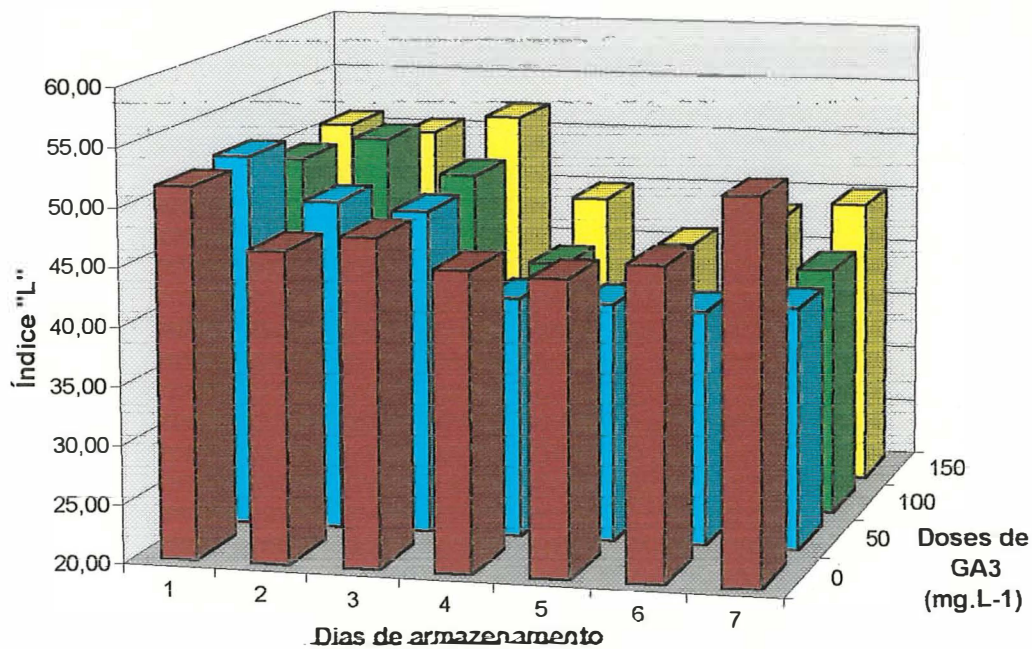


Figura 17 Valores de L\*, para as diferentes dosagens de GA<sub>3</sub> utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Nas Figuras 18, 19, 20 e 21, são apresentados as tonalidades que os frutos vão adquirindo com o decorrer do período de armazenamento e aos tratamentos a que foram submetidos, pela relação entre os Índices L\* e "Chroma".

Tabela 8. Índice de coloração L\* da casca de frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	51,55 Aab	46,42 Ac	47,83 Ab	45,43 Aa	45,01 Aa	46,39 Aa	52,37 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	52,07 Aa	48,35 Abc	47,80 Ab	40,62 Ab	40,40 Ab	40,07 BCc	40,69 Bc
100 mg.L <sup>-1</sup>	49,78 Ab	51,83 Aa	48,81 Aab	41,20 Ab	39,37 Ab	37,50 Cd	41,50 Bc
150 mg.L <sup>-1</sup>	50,49 Aab	50,46 Aab	52,10 Aa	44,82 Aa	40,81 Ab	43,33 ABb	45,05 ABb
<b>C.V. %</b>	12,98	10,96	16,21	15,28	15,28	11,99	15,12
<b>s</b>	6,63	5,39	7,96	6,32	6,32	5,01	6,78
<b>d.m.s. (5%)</b>	7,23	5,88	8,68	6,35	6,89	5,46	7,40
<b>d.m.s. (10%)</b>	3,22	2,62	3,86	2,83	3,07	2,43	3,29

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

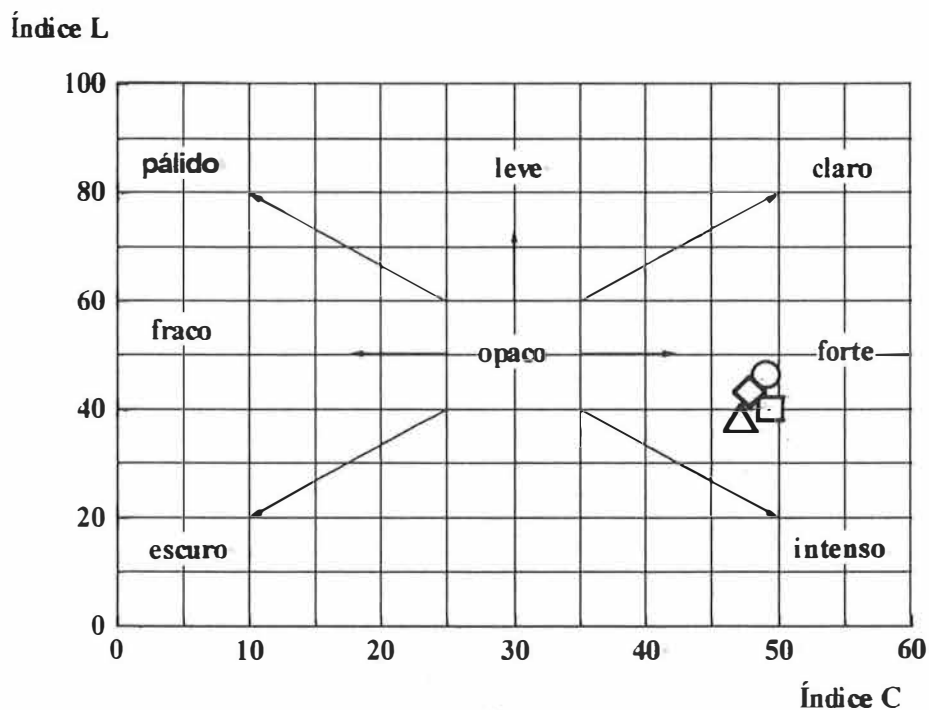
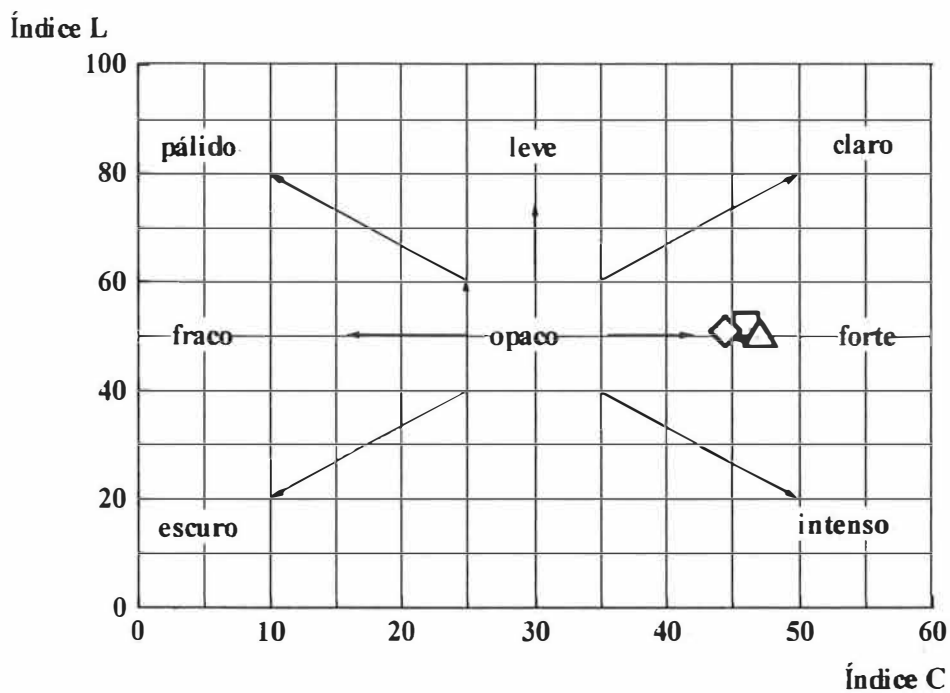


Figura 18 Valores do índice  $L^*$  em relação ao índice “Chroma” após 1 (a) e 2 (b) dias de armazenamento, para o controle (O), 50  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\square$ ), 100  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\Delta$ ) e 150  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\diamond$ ) de  $\text{GA}_3$ .

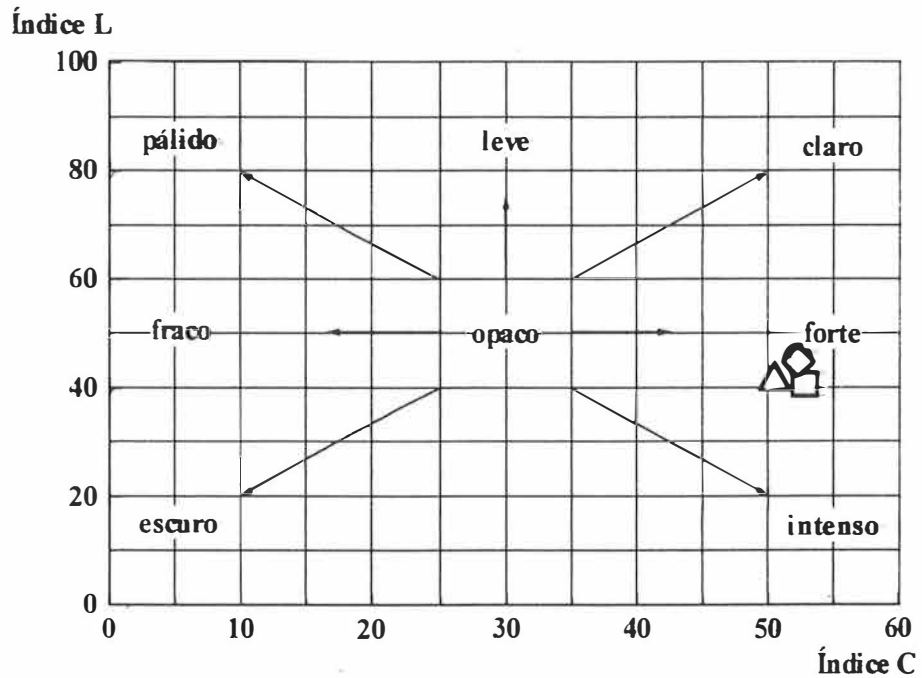
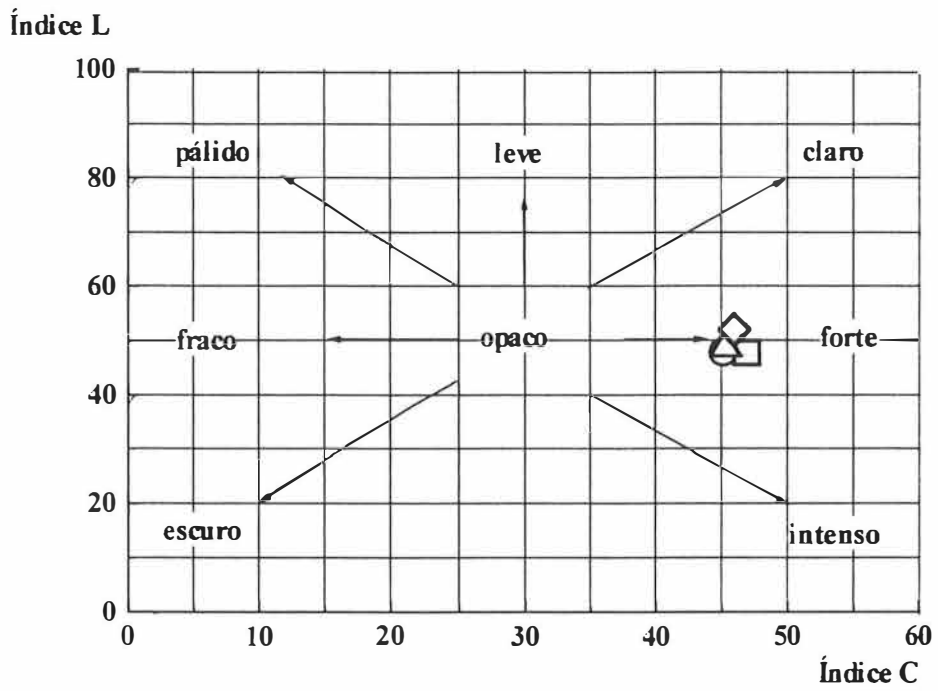


Figura 19 Valores do índice  $L^*$  em relação ao índice “Chroma” após 3 (c) e 4 (d) dias de armazenamento, para o controle (O), 50  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\square$ ), 100  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\Delta$ ) e 150  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\diamond$ ) de  $\text{GA}_3$ .

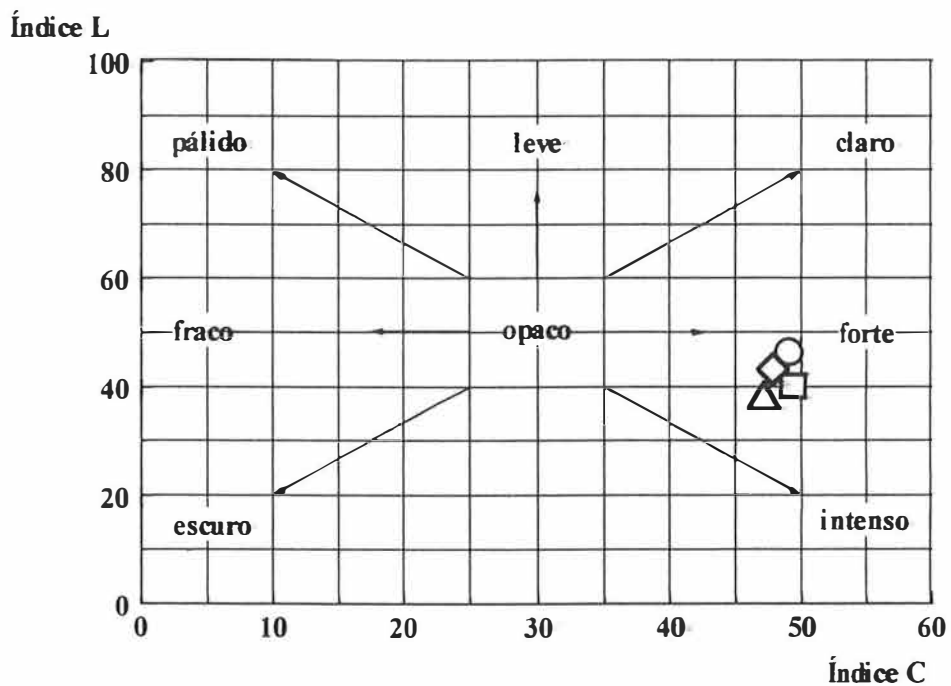
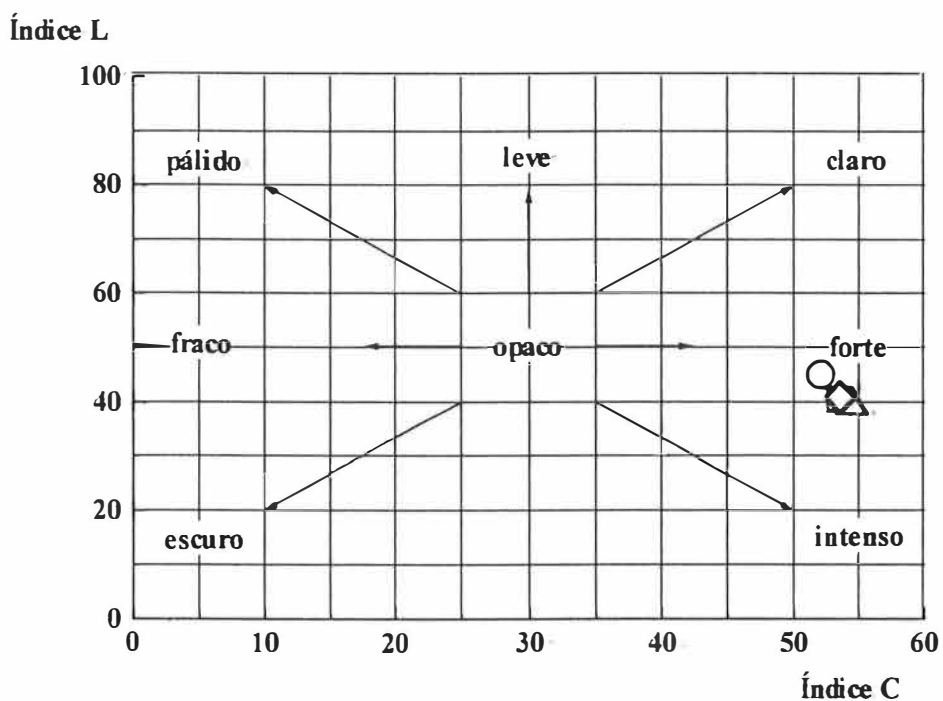


Figura 20 Valores do índice  $L^*$  em relação ao índice “Chroma” após 5 (e) e 6 (f) dias de armazenamento, para o controle (O), 50  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\square$ ), 100  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\Delta$ ) e 150  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\diamond$ ) de  $\text{GA}_3$ .

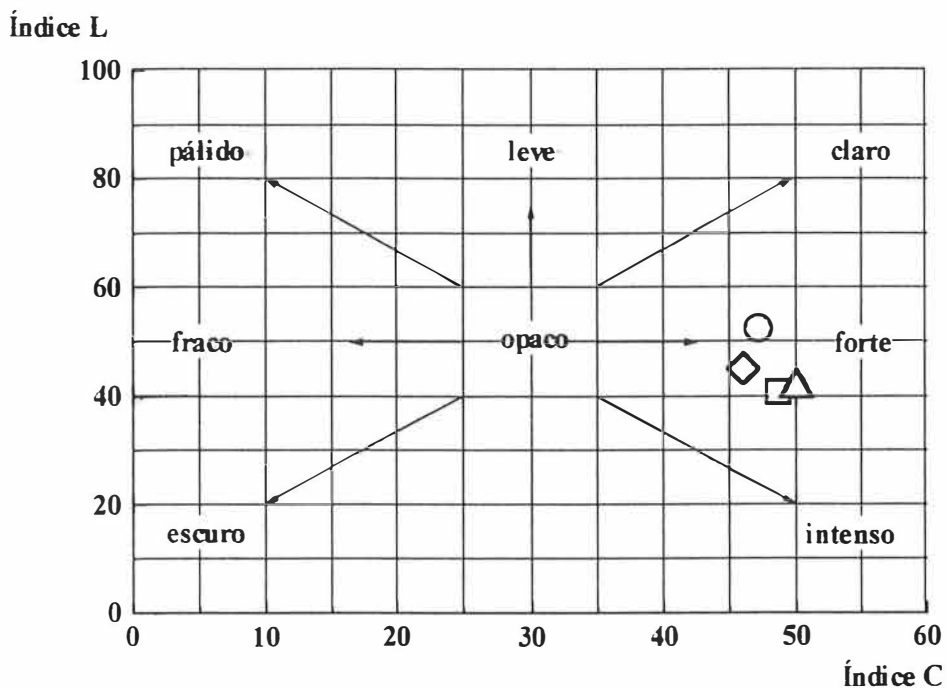


Figura 21 Valores do índice  $L^*$  em relação ao índice “Chroma” após 7 (g) dias de armazenamento., para o controle (O),  $50 \text{ mg.L}^{-1}$  ( $\square$ ),  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  ( $\Delta$ ) e  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  ( $\diamond$ ) de  $\text{GA}_3$ .

#### 4.2.6.4. Índice “Chroma”

A porcentagem de saturação de cores “chroma”, (cromaticidade ou intensidade da coloração), (Carreño et al., 1995), para todos os tratamentos (Figura 22) não registrou diferenças marcantes, pois os frutos apresentaram variações muito pequenas em relação a cromaticidade. Esta variação vai diminuindo progressivamente com a entrada dos frutos na fase de senescência (Chervin et al., 1996). Os menores valores correspondentes no final do período de armazenamento para os frutos não tratados, indica uma perda da coloração vermelha e aparecimento de tons marrons em resposta à entrada destes frutos na fase de senescência. Esta observação é confirmada, pela análise estatística feita ao nível de 10% de probabilidades (Tabela 9).

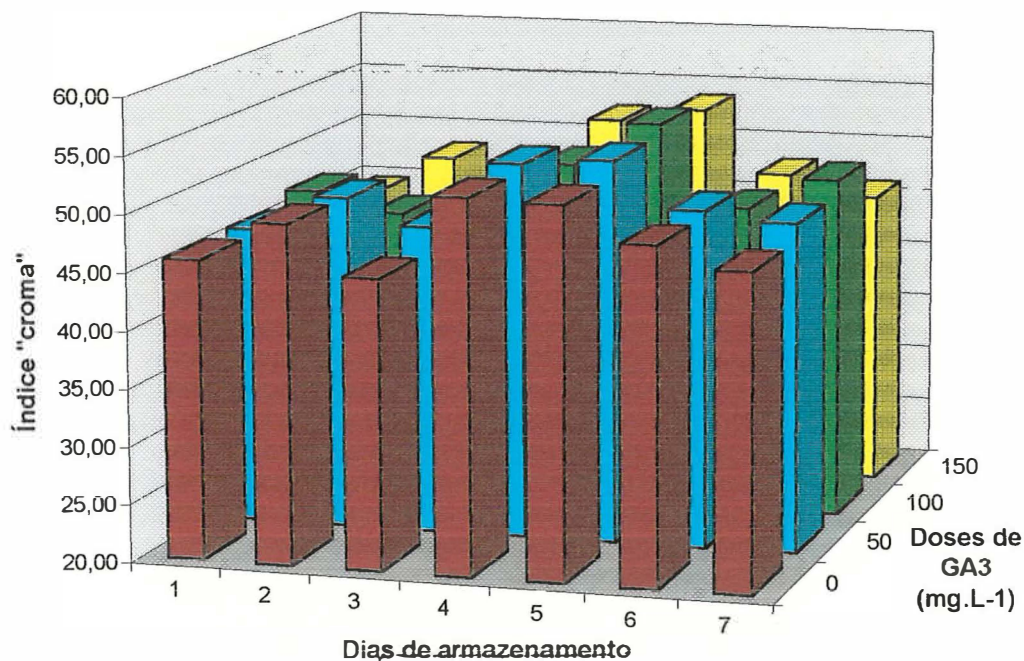


Figura 22 Valores do “chroma” para as diferentes dosagens de GA<sub>3</sub> utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Tabela 9. Índice de coloração “chroma” de frutos de acerola (dados médios de 12 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	45,93 Aa	49,39 Aa	45,11 Aa	52,32 Aab	52,10 Ab	49,03 Aa	47,20 Aab
50 mg.L <sup>-1</sup>	46,06 Aa	49,21 Aa	46,96 Aa	52,86 Aa	53,47 Aab	49,13 Aa	48,69Aa
100 mg.L <sup>-1</sup>	47,04 Aa	45,35 Ab	45,30 Aa	50,52 Ab	54,45 Aa	47,16 Aa	50,04 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	44,48 Aa	48,10 Aab	45,98 Aa	52,34 Aab	53,57 Aab	47,83 Aa	46,06 Ab
C.V. %	18,17	15,02	15,98	7,43	7,94	10,16	9,20
s	8,33	7,21	7,32	3,86	4,23	4,91	4,41
d.m.s. (5%)	9,08	7,86	7,98	4,21	4,62	5,35	4,81
d.m.s. (10%)	4,04	3,50	3,55	1,87	2,05	2,38	2,14

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.



#### 4.2.6.5. Índice $h^\circ$

O Índice  $h^\circ$  é indicado pelo valor do ângulo formado pelos pontos de  $a^*$  e  $b^*$ , torna-se muito importante para interpretar as diferenças de cores (Voss, 1992), indicando assim o grau de escurecimento do fruto (porcentagem de cor marrom). Assim (Figura 23), os frutos não tratados apresentavam diferenças significativas a 5% em relação aos valores obtidos (Carreño et al., 1995) a partir do sexto dia de armazenamento (Tabela 10). Os pontos na reta, indicam uma tendência no aumento no amadurecimento o que sugere que os frutos possam entrar em fase de decomposição, como ocorreu no sétimo dia, sem que isto leve os frutos, a atingir uma coloração vermelha escura, o que não ocorreu com os frutos tratados com  $GA_3$ , observado estatisticamente ao nível de probabilidades de 10% (Tabela 10).

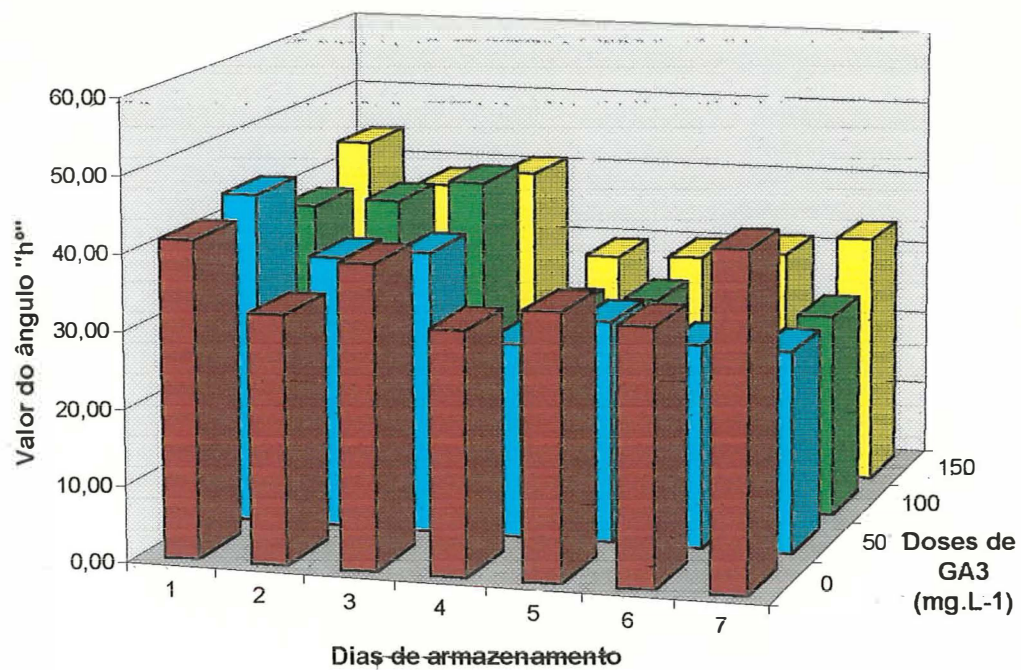


Figura 23 Valores do ângulo  $h^\circ$  para as diferentes dosagens de  $GA_3$  utilizadas em relação ao período de armazenamento.

Tabela 10. Índice de coloração “h<sup>o</sup>” (ângulo) da casca de frutos de acerola (dados médios de 12 repetições).  
/1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	41,52 Aab	32,49 Ab	39,59 Aa	31,73 Aa	34,67 Aa	33,34 Aa	43,65 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	43,70 Aa	35,86 Aab	37,10 Aa	25,64 Ab	29,21 Ab	26,69 ABb	26,47 Bc
100 mg.L <sup>-1</sup>	38,60 Aa	39,80 Aa	42,82 Aa	26,06 Ab	27,93 Ab	22,74 Bc	26,83 Bc
150 mg.L <sup>-1</sup>	43,98 Ab	38,50 Aa	40,64 Aa	29,32 Aa	29,78 Ab	30,83 Aa	33,44 ABb
<b>C.V. %</b>	32,46	23,50	38,10	23,08	24,26	24,43	31,07
<b>s</b>	13,61	8,61	15,25	6,50	7,37	6,94	10,13
<b>d.m.s. (5%)</b>	14,84	9,39	16,63	7,09	8,04	7,56	11,04
<b>d.m.s. (10%)</b>	6,61	4,18	7,40	3,16	3,58	3,37	4,92

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

#### 4.2.6.6. Índice “CIRA”

Os valores correspondentes ao índice de cor vermelha (CIRA) (Figura 24), foram favorecidos com a utilização de 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, no entanto, o uso das demais doses também foram superiores ao controle, indicando assim uma coloração mais uniforme em relação a coloração dos frutos para a cor vermelha, o que atualmente é considerado de grande importância para a comercialização de qualquer tipo de fruto.

O uso de GA<sub>3</sub>, ao mesmo tempo que retarda o amadurecimento e reduz a mudança na coloração (Facteau & Rowe, 1979), também proporciona uma coloração mais uniforme aos frutos (Figura 25). Quando associado com temperatura baixa e umidade relativa alta diminui a velocidade de decomposição de pigmentos, principalmente de antocianinas (Chan & Yamamoto, 1994), o que é observado principalmente no suco. O objetivo deste índice, é oferecer uma ferramenta para padronizar objetivamente as mudanças de coloração na casca dos frutos. Segundo Carreño et al. (1995), este parâmetro é a melhor forma de medição da coloração total dos frutos, antes que a utilização de um diferencial de coloração  $\{E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}\}$ , utilizado também para observar as mudanças na coloração.

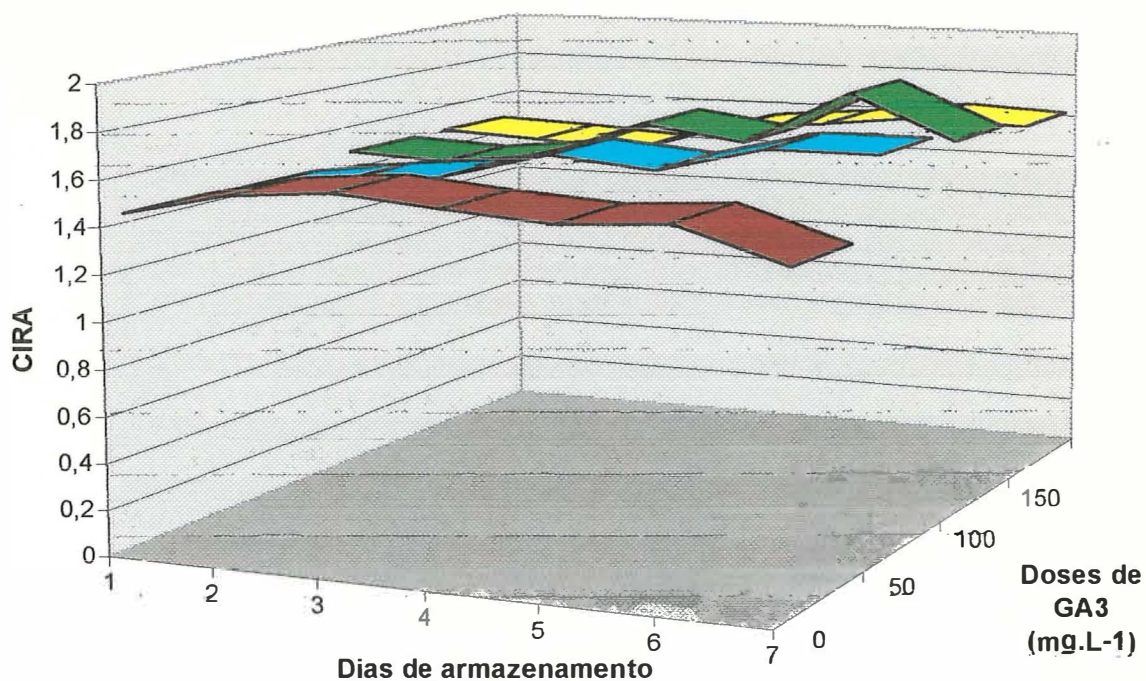


Figura 24 Valores do coeficiente de indexação de cores (CIRA) para as diferentes dosagens de GA<sub>3</sub>, utilizadas em relação ao período de armazenamento.

Observa-se na Figura 25, o aspecto que apresentavam os frutos após 6 dias de armazenamento em câmara fria, se pode notar a diferença existente entre os tratamentos, principalmente na coloração. Os diferentes índices para determinar as mudanças de coloração, estão representados nas Figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32, respectivamente.



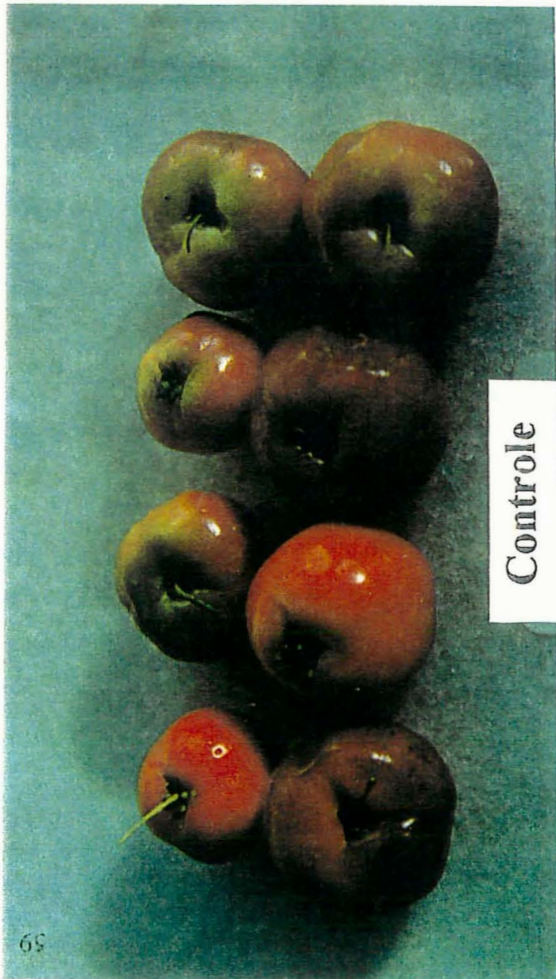


Figura 25 Aspecto dos frutos após 6 dias de armazenamento em câmara fria (11°C e 96%UR) nos diferentes tratamentos.



Amarelo

 $+b^*$ 

60

50

40

30

20

10

10

20

30

40

50

60

20

10

0

10

20

30

40

50

60

-60

 $-b^*$ 

Azul

 $h^{\circ}$ 

60 Chroma C\*

60  $+a^*$ 

Vermelho

 $-a^*$ 

Verde

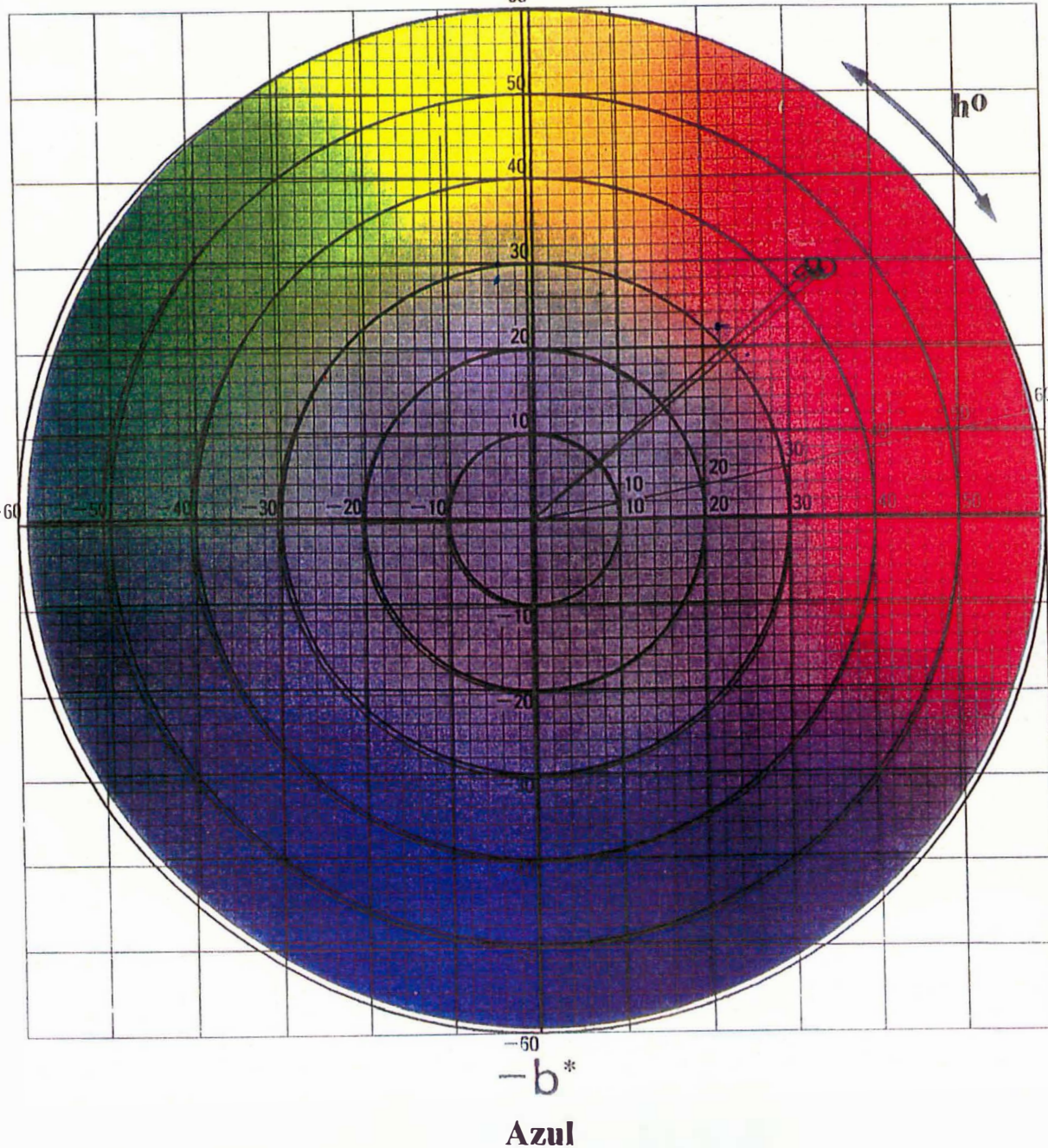


Figura 26 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h°”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Δ), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 1 dia de armazenamento.



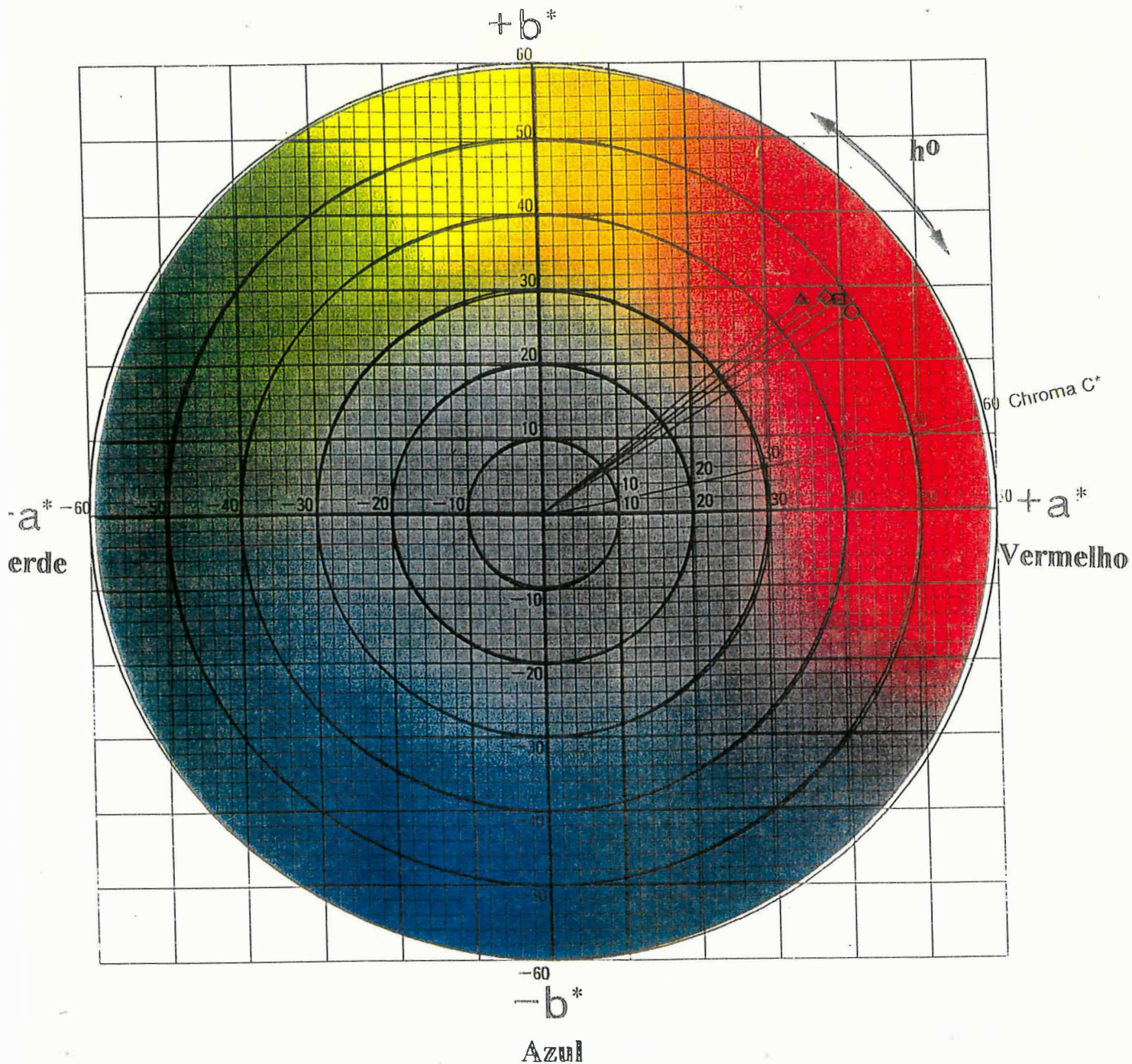


Figura 27 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Δ), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 2 dias de armazenamento.



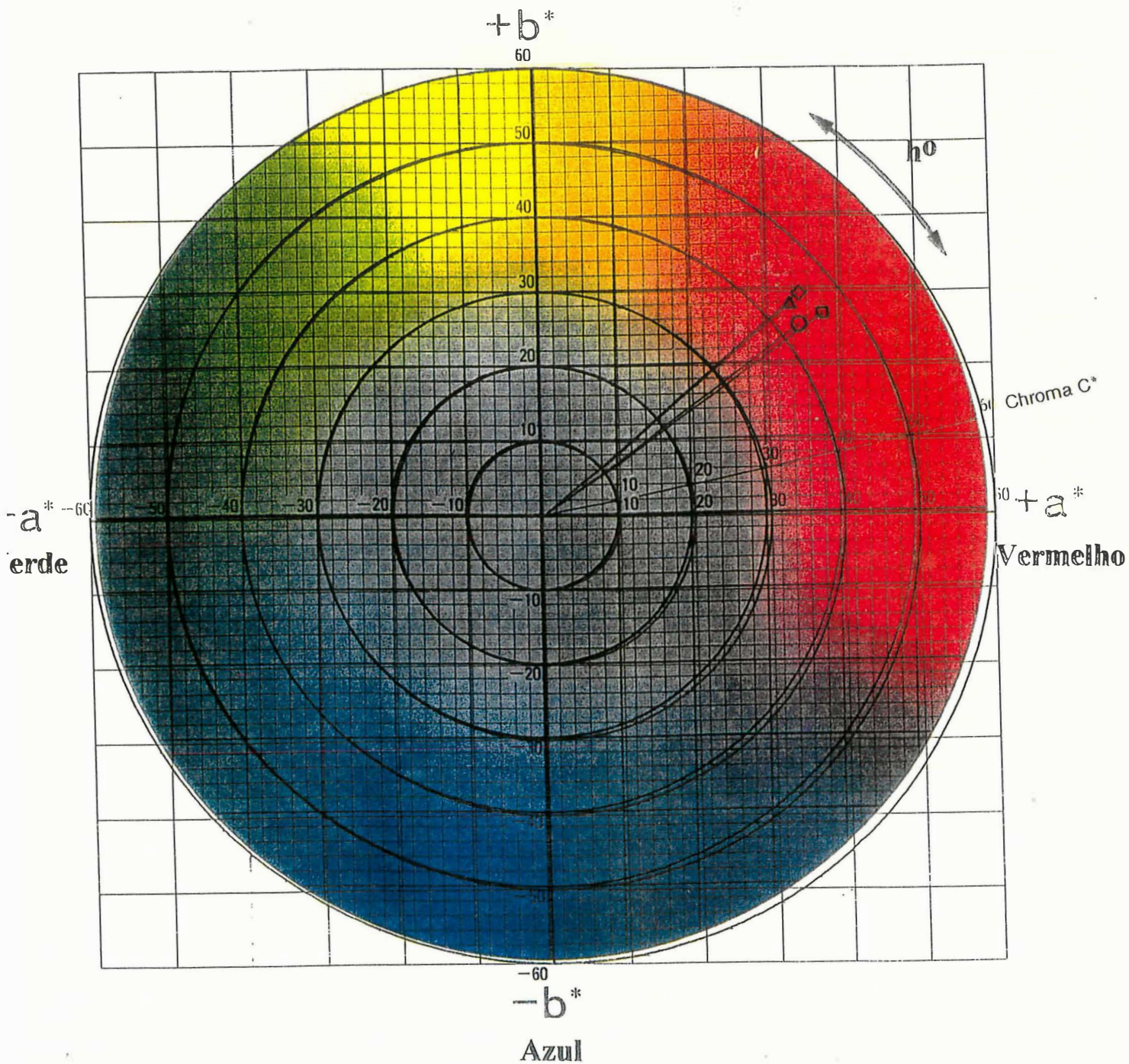


Figura 28 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (△), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 3 dias de armazenamento.



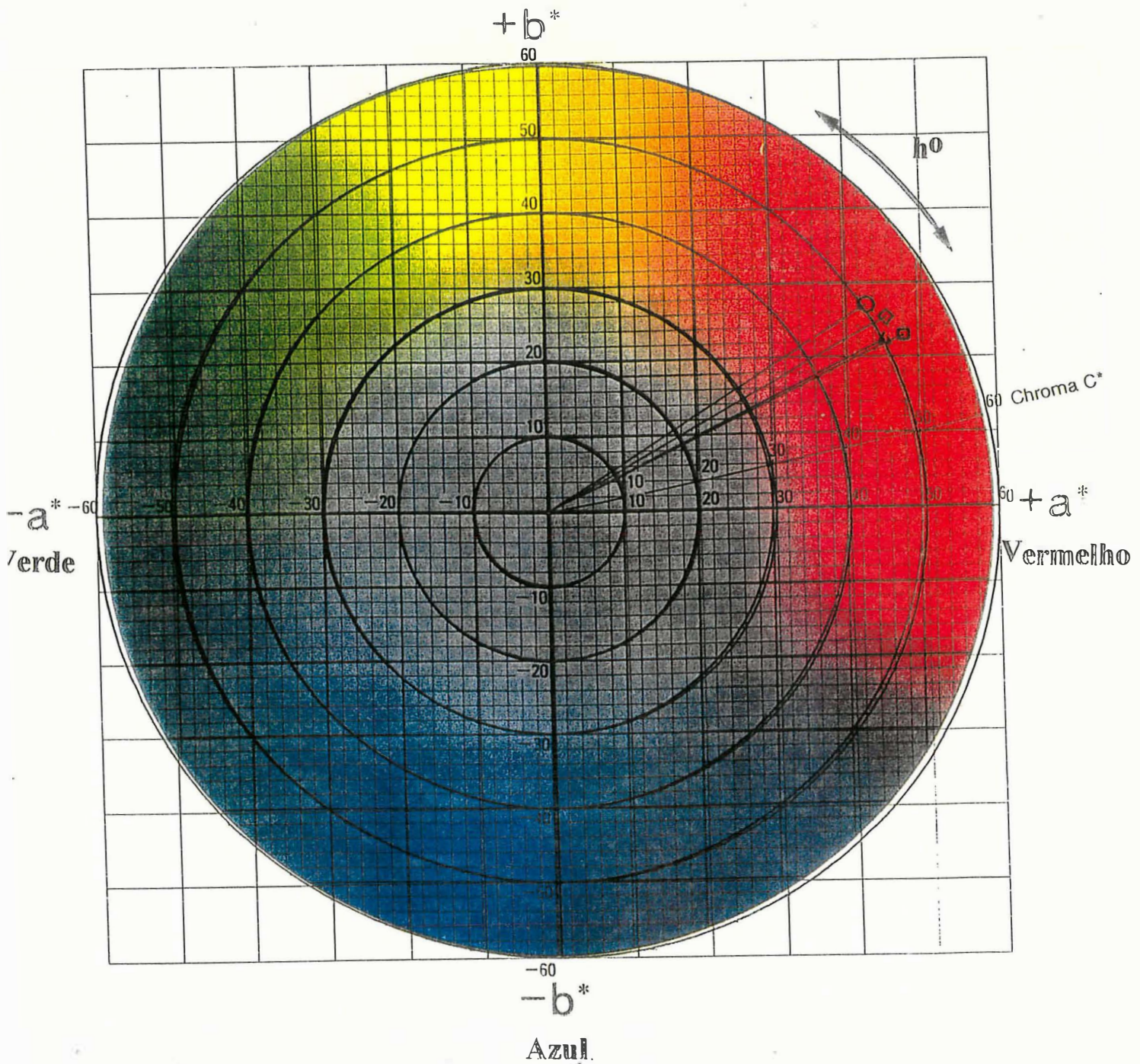


Figura 29 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h<sup>0</sup>”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Δ), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 4 dias de armazenamento.



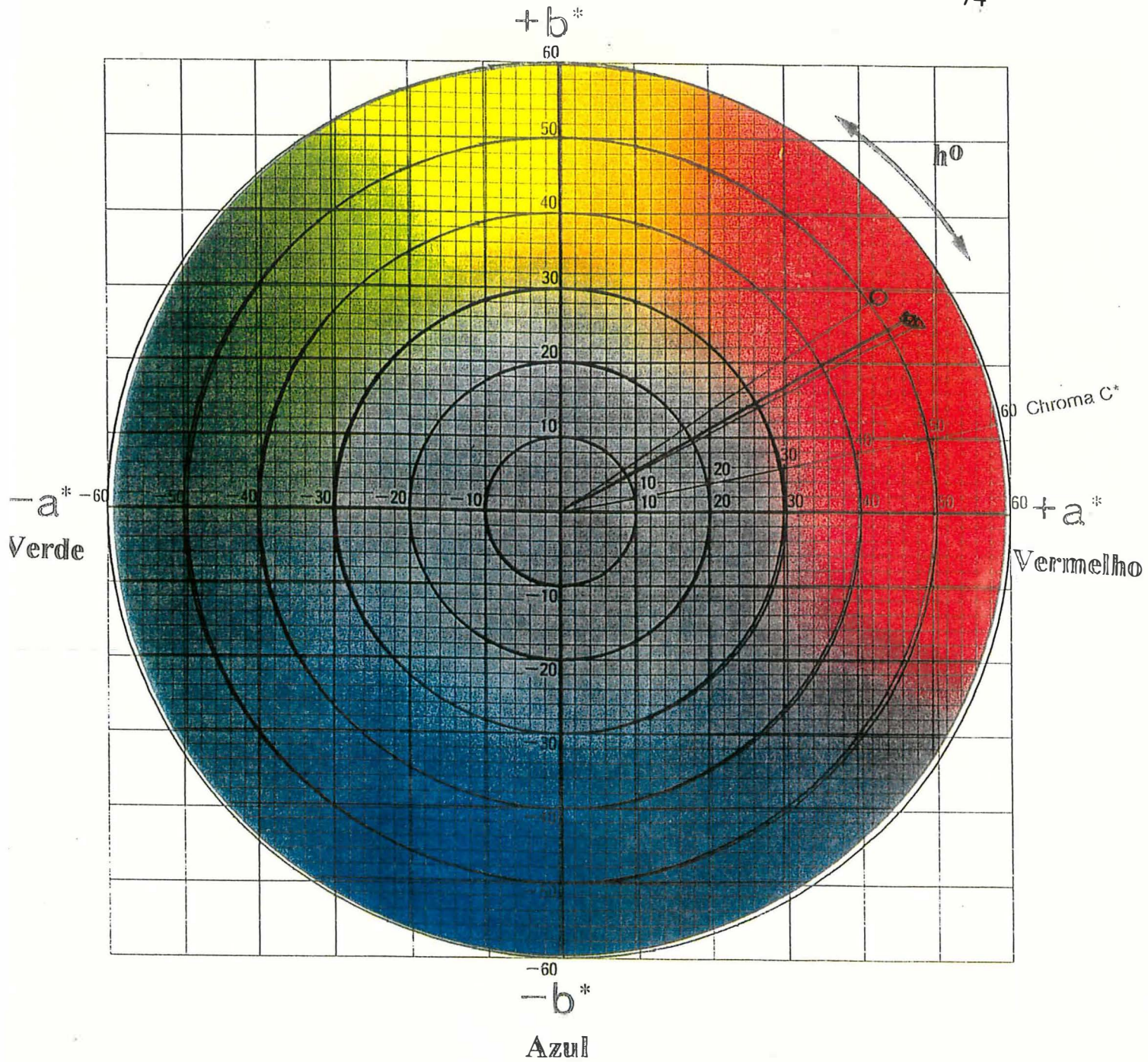


Figura 30 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h°”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (△), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 5 dias de armazenamento.



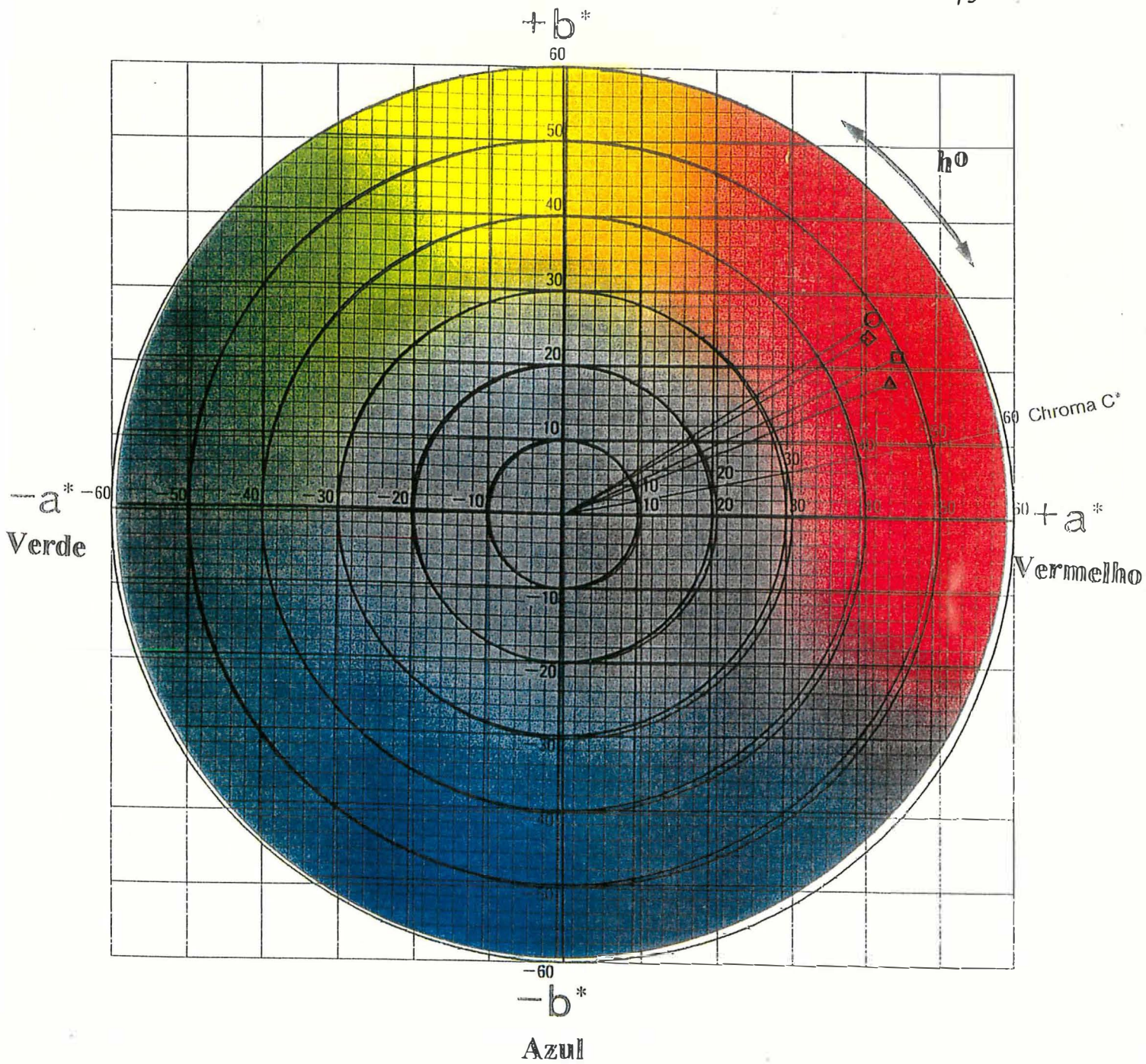


Figura 31 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h°”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (△), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 6 dias de armazenamento.



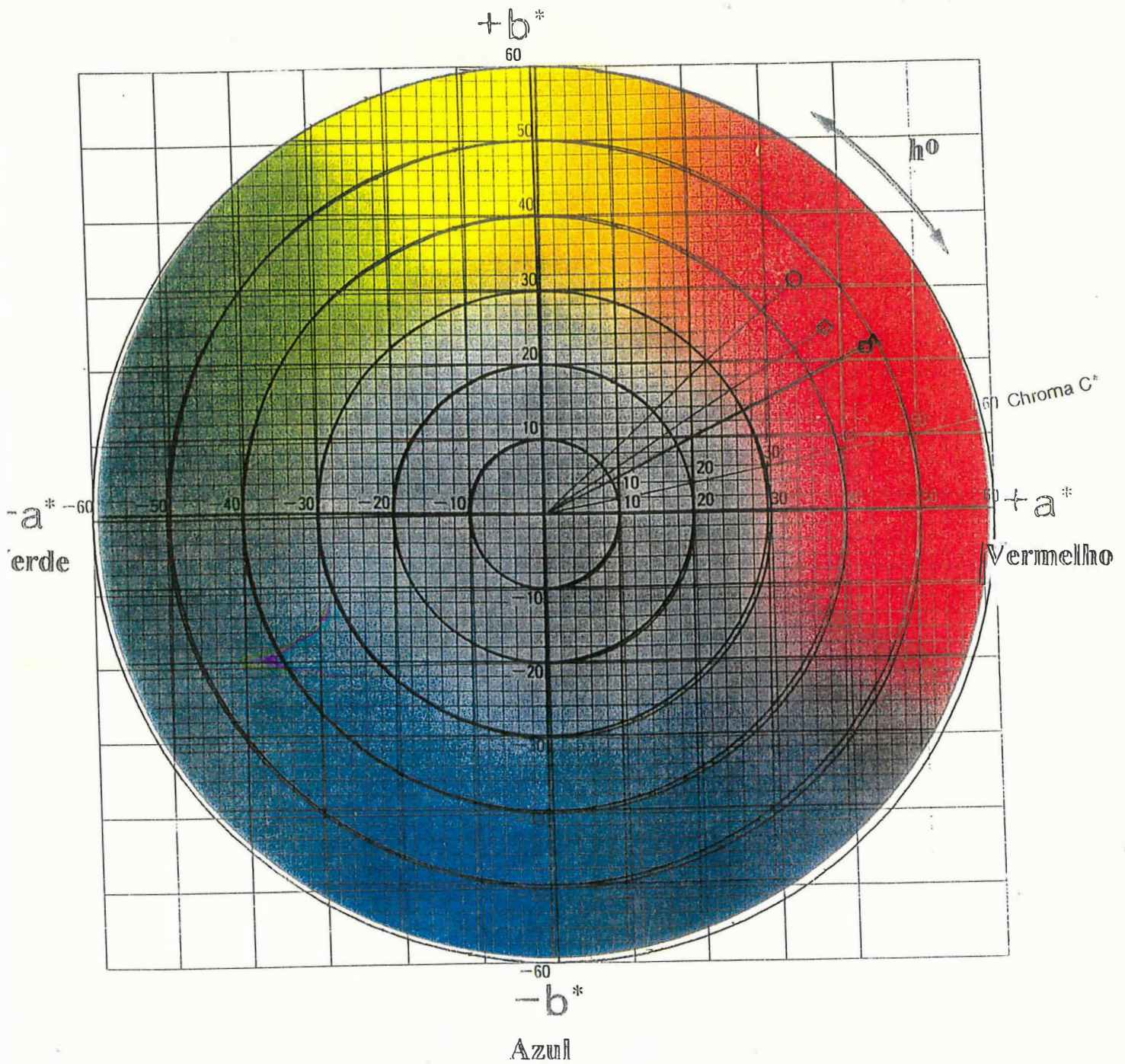


Figura 3.2 Ponto de maturação representado pelos valores “L”, “a”, “b”, “Chroma” e “h°”, para o controle (○), 50 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (□), 100 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (Δ), e 150 mg.L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (◇), após 7 dias de armazenamento.

#### 4.1.7. Sólidos solúveis (Gráus Brix)

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas em relação ao gráu Brix entre os tratamentos, no entanto, observa-se (figura 33) uma diminuição gradual deste parâmetro, até o final do período de armazenamento, expressados em valores absolutos. A diminuição nos conteúdos de sólidos solúveis, pode ser consequência do amadurecimento dos frutos fora da planta, sendo que, a importação de fotoassimilados a partir da folhas não se realizam mais, o amadurecimento gradual inicia-se com a utilização destes açúcares para a continuidade dos processos fisiológicos de amadurecimento. Rath & Rajput (1990) e Gautam et al. (1991), mencionam que doses de  $GA_3$  promovem o aumento no conteúdo de açúcares.

No presente trabalho, no início, os frutos semi-maduros que receberam aplicações de  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $GA_3$ , apresentaram valores mais altos em relação ao controle coincidentes com os resultados encontrados por Ishihata & Ito (1994), também observados quando analisados ao nível de 10% de probabilidade (Tabela 11). Estes valores não apresentaram uma variação muito acentuada, quando os frutos foram armazenados sob temperaturas baixas (Santini Jr., 1952 a), não afetando significativamente o conteúdo em açúcares.

A quantidade de sólidos solúveis, normalmente aumenta quando o fruto começa a amadurecer; mais tarde, estes açúcares vão sendo utilizados em forma de energia para a continuação de outros processos fisiológicos e bioquímicos (Ryugo, 1988). Carvalho & Mânica (1994),

observaram aumento nas quantidades de açúcares no fruto, o que pode ter ocorrido em consequência da perda de água do mesmo, em condição de armazenamento em temperatura ambiente (23 -25°C). Os mesmos autores, mencionam que tais perdas de água e o aumento de açúcares foi observado sob temperatura de 5,5 a 8,0 °C. Segundo Ryugo (1988), esses aumentos ocorrem após a colheita, em razão da hidrólise de protopectinas, em pectinas solúveis.

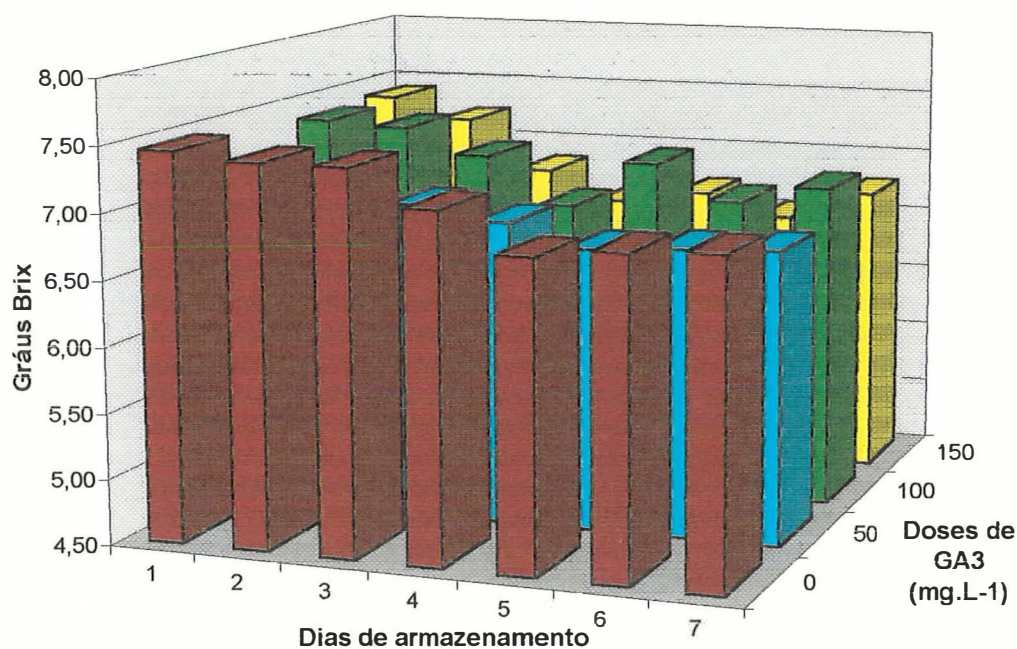


Figura 33 Valores de graus Brix para às diferentes dosagens de GA<sub>3</sub> utilizadas em relação ao período de armazenamento.



Tabela 11. Conteúdo de sólidos solúveis (Brix) de frutos de acerola (dados médios de 3 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	7,46 Aa	7,40 Aa	7,40 Aa	7,13 Aa	6,83 Ab	6,90 Aa	6,93 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	7,13 Ab	7,10 Ab	6,93 Abc	6,76 Aab	6,66 Ab	6,70 Aa	6,73 Ab
100 mg.L <sup>-1</sup>	7,36 Aab	7,33 Aab	7,13 Aab	6,83 Aab	7,13 Aa	6,86 Aa	7,00 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	7,40 Aab	7,23 Aab	6,83 Ac	6,60 Ab	6,70 Ab	6,53 Ab	6,76 Ab
C.V. %	3,79	3,42	3,53	5,02	3,73	2,84	2,19
s	0,27	0,24	0,25	0,34	0,25	0,19	6,76
d.m.s. (5%)	0,72	0,64	0,65	0,89	0,66	0,50	0,39
d.m.s. (10%)	0,29	0,26	0,27	0,37	0,27	0,20	0,16

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5%, e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.



#### 4.2.7. Acidez Titulável (AT)

Além do ácido ascórbico, outro ácido presente é o ácido málico em quantidades biologicamente não ativas. Não foram encontrados os ácidos tartárico e cítrico (Santini Jr., 1952 b; Santini Jr., 1952 a). A tendência do comportamento desses conteúdos é atingir uma estabilidade nas quantidades, o que foi observado por Carvalho & Mânica (1994) em frutos armazenados sob temperaturas baixas. A acidez titulável expressada em gramas de ácido málico (AM) em 100 ml de suco (Figura 34), só foi diferente estatisticamente (Tabela 12) nos tratamentos onde foram utilizados 50 e 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, observados a partir do quinto dia de armazenamento e nos testes feitos a 10% de probabilidade (Tabela 12). Os altos valores de AT obtidos, correspondem ao conteúdo normal que apresentam algumas espécies, principalmente aquelas nas quais no ponto de colheita há alto teor de ácido málico ou cítrico, em consequência da lignificação do endocarpo (Ryugo, 1988).

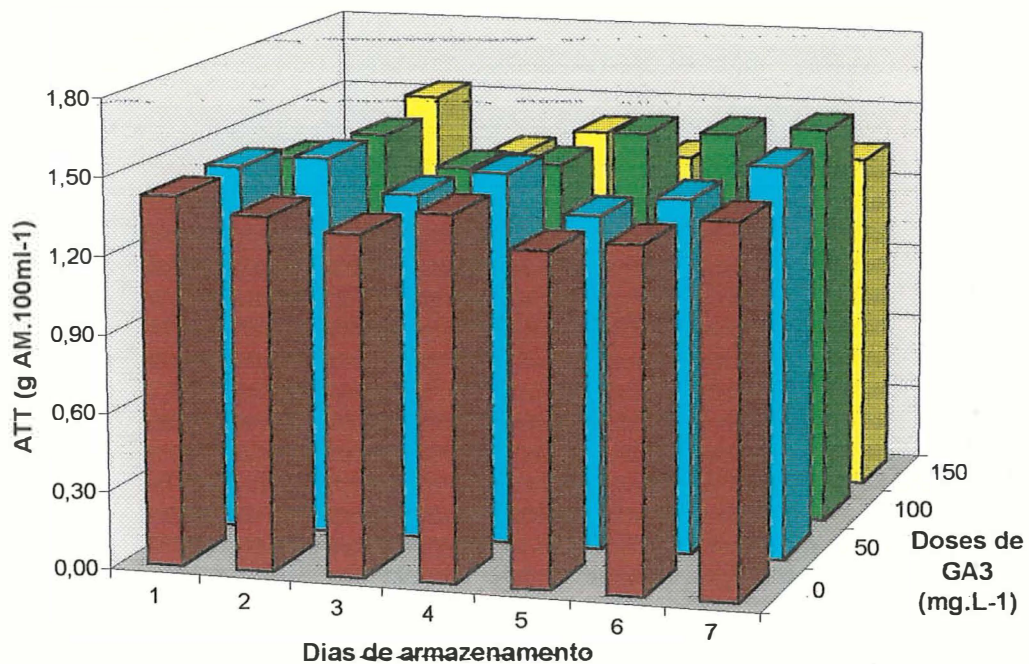


Figura 34 Valores da acidez titulável (AT), para as diferentes dosagens de GA<sub>3</sub> utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Tabela 12. Acidez total titulável (ATT) de frutos de acerola (dados médios de 3 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	1,42 Aa	1,36 Ab	1,31 Aa	1,40 Aa	1,28 Ab	1,32 Bbc	1,42 Abc
50 mg.L <sup>-1</sup>	1,43 Aa	1,48 Aab	1,35 Aa	1,45 Aa	1,30 Ab	1,38 ABb	1,52 Aab
100 mg.L <sup>-1</sup>	1,36 Aa	1,47 Aab	1,35 Aa	1,38 Aa	1,53 Aa	1,53 Aa	1,56 Aa
150 mg.L <sup>-1</sup>	1,25 Ab	1,53 Aa	1,31 Aa	1,41 Aa	1,32 Ab	1,28 Bc	1,34 Ac
C.V. %	7,00	8,72	5,13	6,34	8,60	5,50	7,17
s	0,09	0,12	0,06	0,08	0,11	0,07	0,10
d.m.s. (5%)	0,25	0,33	0,17	0,23	0,30	0,19	0,27
d.m.s. (10%)	0,10	0,13	0,06	0,10	0,12	0,08	0,11

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5% , e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

#### 4.1.9. Relação SS/AT

Foram observadas diferenças significativas (5 e 10% de probabilidade) (Tabela 13) da relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SS/AT), no quarto e no sexto dia de armazenamento, sendo que os frutos não tratados apresentaram valores maiores, (Figura 35). Tal fato pode ser consequência do amadurecimento desuniforme dos frutos. A importância deste parâmetro, leva ao conhecimento dos sabores azedo ou doce do fruto, no momento da colheita (Ryugo, 1988). O uso de GA<sub>3</sub> provocou uma diminuição na relação SS/AT, este efeito já foi observado por outros autores (Rath & Rajput, 1990).

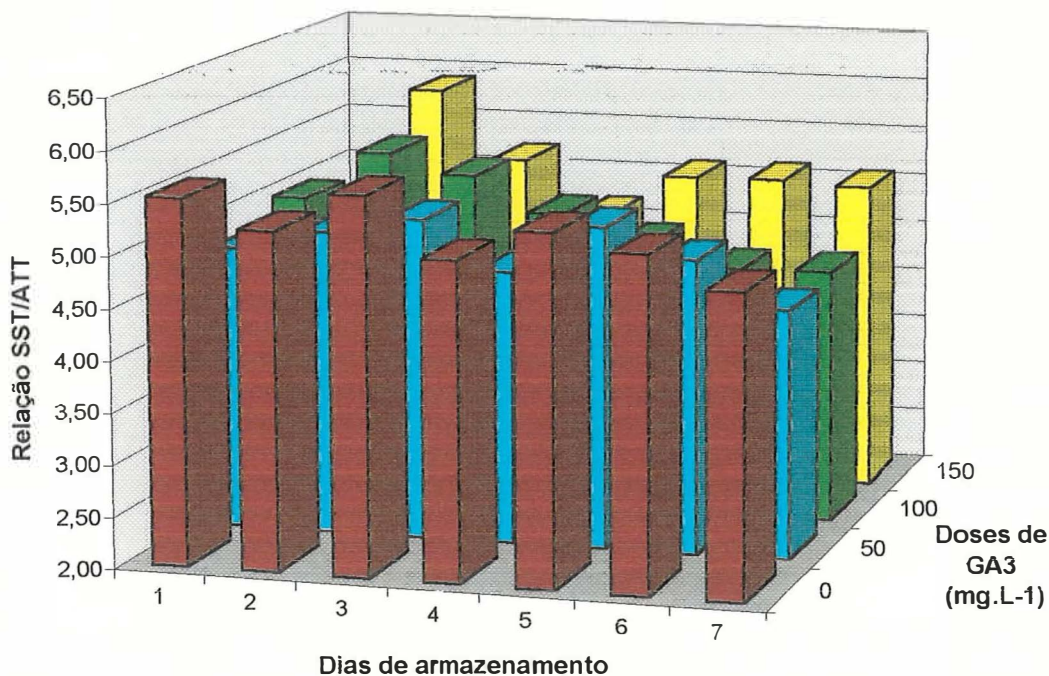


Figura 35 Valores da relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SS/AT), para às diferentes dosagens de GA<sub>3</sub> utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Tabela 13. Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) de frutos de acerola (dados médios de 3 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	5,54 Aa	5,26 Abc	5,64 Aa	5,07 Aa	5,37 Aa	5,21 Aa	4,90 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	4,77 Ab	4,97Ac	5,13 Ab	4,66 Ab	5,14 Aa	4,86 ABb	4,24 Ab
100 mg.L <sup>-1</sup>	5,00 Ab	5,49Aab	5,30 Aab	4,95 Aa	4,70 Ab	4,48 Bc	4,49 Aab
150 mg.L <sup>-1</sup>	4,70 Ab	5,89Aa	5,20 Ab	4,67 Ab	5,09 Aab	5,10 ABab	5,06 Aa
C.V. %	9,54	10,53	6,31	3,59	7,66	5,32	8,24
s	0,47	0,56	0,33	0,17	0,38	0,26	0,38
d.m.s. (5%)	1,24	1,48	0,87	0,45	1,01	0,68	1,01
d.m.s. (10%)	0,51	0,60	0,35	0,18	0,41	0,28	0,41

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5% , e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.



### 4.2.9. pH

Não foram encontradas diferenças estatísticas (5 e 10% de probabilidade) (Tabela 14) nos valores correspondentes ao pH; no entanto, os tratamentos 1 (controle) e 4 ( $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ ) apresentaram maiores valores em termos absolutos, havendo porém, uma tendência destes valores de diminuir gradativamente com o passar do tempo de armazenamento (Figura 36). Tendência observada também por Guadarrama (1984).

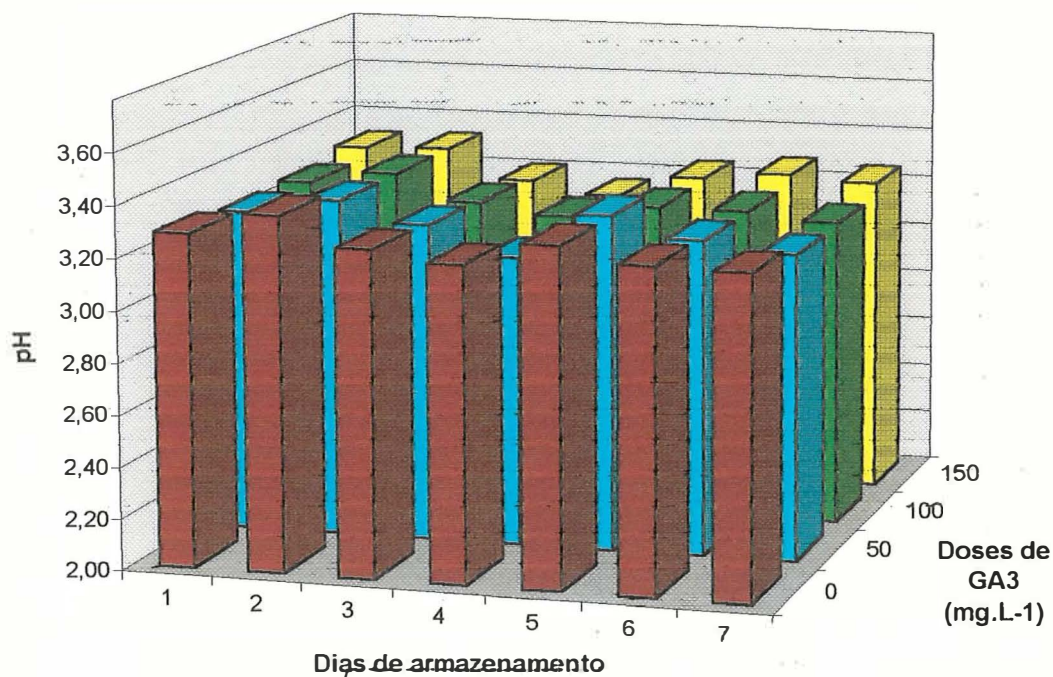


Figura 36 Valores do pH para as diferentes dosagens de  $\text{GA}_3$  utilizadas, em relação ao período de armazenamento.

Tabela 14. pH de frutos de acerola (dados médios de 3 repetições). /1

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
Controle	3,29 Aab	3,37 Aa	3,26 Aa	3,22 Aa	3,31 Aa	3,25 Aa	3,24 Aa
50 mg.L <sup>-1</sup>	3,26 Ab	3,23 Aa	3,24 Aab	3,13 Ac	3,31 Aa	3,23 Aa	3,19 Ab
100 mg.L <sup>-1</sup>	3,27 Aab	3,26 Aa	3,22 Aab	3,18 Aab	3,23 Ab	3,23 Aa	3,20 Ab
150 mg.L <sup>-1</sup>	3,31 Aa	3,32 Aa	3,20 Ab	3,15 Abc	3,24 Ab	3,27 Aa	3,25 Aa
C.V. %	1,21	1,49	1,40	1,15	1,25	1,17	0,81
s	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02
d.m.s. (5%)	0,10	0,12	0,11	0,09	0,10	0,09	0,06
d.m.s. (10%)	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03

1/ Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas diferem estatisticamente entre si a 5% , e minúsculas a 10%, pelo teste de Tukey.

## 4.2. Considerações Gerais

A utilização de umidade relativa alta e temperatura baixa, proporciona aos frutos em geral um melhor controle dos processos metabólicos que levam estes a decomposição. Em relação ao peso, as condições de armazenamento proporcionaram uma vida útil maior, resultante numa menor perda de peso, e ao mesmo tempo, não houve influência significativa dos tratamentos para os pesos e diâmetros avaliados. A utilização de índices para análise de coloração, foram muito importantes para determinar a efetividade dos tratamentos. A utilização de 50 e 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, influenciou positivamente na síntese de pigmentos, demonstrado na interpretação das avaliações dos diferentes índices para coloração. A incorporação do índice CIRA, para estudo da maturação, revela em forma objetiva o que acontece realmente no amadurecimento dos frutos de acerola.

Ao final do período de armazenamento, observou-se maior uniformidade na coloração dos frutos tratados com 100 mg.L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, sendo isto confirmado nos diferentes índices estudados. Os frutos que não receberam aplicações de GA<sub>3</sub>, não estavam aptos para a comercialização, devido a perda de coloração e a turgidez dos frutos, como consequência da perda de água, decomposição e ataque de patógenos, em alguns casos. Isto não significa porém que estes frutos podem ser armazenados por um período de tempo maior, devido a perda da turgidez como consequência do enrugamento da casca.



O tratamento dos frutos com  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ , proporcionou aos frutos maior firmeza, constituindo-se assim em uma opção para a comercialização de frutos a mercados distantes. Isto significa, que os frutos ofereceram maior resistência a golpes e danos físicos, porém diminuí a perecibilidade.

A utilização de  $\text{GA}_3$  para a conservação pós-colheita de frutos de acerola, resultou ser efetivo no referente ao conteúdo de ácido ascórbico.. A combinação no uso de  $\text{GA}_3$  e as condições de armazenamento, proporcionaram aos frutos maior tempo de vida útil, mantendo e melhorando as qualidades nutricionais e visuais dos mesmos.

Em termos absolutos, os conteúdos de ácido málico foram maiores para os frutos tratados com 50 e  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ . Os ,frutos em que não foram aplicados  $\text{GA}_3$ , apresentaram valores maiores para a relação SS/AT.Existe uma tendência do pH diminuir, em frutos tratados com 50 e  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  respectivamente em relação aos demais tratamentos. Em termos gerais, a qualidade dos frutos de acerola resultaram superiores quando tratados com  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ .

No entanto, detectou-se o aparecimento de *Alternaria* sp e *Fusarium* sp a partir do 6º dia de armazenamento, em frutos que não receberam aplicações de  $\text{GA}_3$ , entretanto estes foram evidentes nos frutos tratados, só após 8 dias,.o que foi observado em outros trabalhos realizados com frutos de acerola sob armazenamento em câmara fria (Carvalho & Grolli, 1992). A ação do  $\text{GA}_3$ , promoveu nos frutos melhor condição pós

colheita, indicando a efetividade da utilização deste regulador vegetal para a conservação de frutos de acerola “in natura”. Este aspecto foi mencionado por outros pesquisadores (Looney & Lidster, 1980; Gautam et al., 1991), relacionando a ação do ácido giberélico adiando o pico de produção de etileno. O uso na fase pre-colheita do GA<sub>3</sub>, esta restrita, pois provoca, na maioria dos casos um efeito negativo na produção dos ciclos seguintes (Southwick et al., 1995; Looney & Lidster, 1980; Tafazoli, 1977).

## 5. CONCLUSÕES

Após o período de armazenamento (8 dias), dos frutos de acerola sob temperatura de refrigeração e umidade relativa alta pode se concluir o seguinte:

1. Doses de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, promoveram aumento na firmeza dos frutos e melhorara o aspecto visual dos mesmos.
2. O uso de 100 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> ocasionou melhor resposta ao conteúdo de vitamina C.
3. GA<sub>3</sub> foi efetivo no aumento da viscosidade do fruto.
4. Doses de 50 a 100 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, melhorara o aspecto visual dos frutos (coloração).
5. A aplicação de GA<sub>3</sub> melhora a condição pós-colheita de frutos de acerola em relação a qualidade física e química.

6. O acondicionamento dos frutos em estado semi-maduro, sob refrigeração e umidade relativa alta, manteve maior turgidez nos frutos.
7. A adaptação do índice de coloração foi eficiente para avaliar as condições visuais dos frutos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEROLA exige mais cuidados do que se pensa. **Informativo SBF**, v.14, n.3, p.13, set. 1995.

ALVES, R.E. Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificada. Lavras, 1993. 99 p. Dissertação (M.S.) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

ARÓSTEGUI, F. ; ASENJO, C.F. ; MUÑIZ, A.I. ; ALEMAÑY, L. Observations and data on a promising selection of the west indian cherry, *Malpighia puniceifolia* L. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.19, n. 2, p. 51-56, Apr. 1955.

ASENJO, C.; GUZMÁN, A.R.F. de. The high ascorbic acid content of the West Indian Cherry. **Science**, vol.103, p.219, 1946

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 115 p.

BARMORE, C.R. Effect of ethylene on chlorophyllase activity and chlorophyll content in calamondin rind tissue. **Hortscience**, v. 10, n. 6, p.595-596, Dec. 1975.

BATISTA, F.A.S.; MUGUET, B.R.R.; BELTRÃO, A.E.S. Comportamento e seleção da aceroleira na Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., Fortaleza, 1989. **Anais**. Fortaleza: SBF, 1989. p.26-32.

BESSEY, O.; KING, C.G. The distribution of vitamin C in plant and animal tissues and its determination. **Journal of Biological Chemistry**, v. 103, p. 687-698, 1933.

BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **HortScience**, v.28, n. 10, p.992-993, Oct. 1993.

BISSETT, O.W. ; BERRY, R.E. Ascorbic acid retention in orange juice as related to container type. **Journal of Food Science**, v.40, p.178-180, 1975.

BRECHT, P.E. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. **Food Technology**, v.34, n.3, p. 45-50, Mar. 1980.

CAMPILLO, A.DEL.; ASENJO, C.F. The distribution of ascorbic acid , dehydroascorbic acid and diketoglutonic acid in the acerola fruit at different stages of development. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v. 41, p. 161-166, 1957.

CARREÑO, J.; ALMELA, L.; MARTINEZ, A.; FERNANDEZ-LÓPEZ, J.A. Colour changes associated with maturation of the table grape cv. Don Mariano. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.5, p.841-846, 1995

CARVALHO, R.I.N. de; GROLLI, P.R. Ocorrência de patógenos durante a frigoconservação de acerolas (*Malpighia glabra* L.). **Fitopatologia Brasileira**, v.17, n.2, p.210. ago. 1992.

CARVALHO, R.I.N. de; MANICA, I. Influência dos estádios de maturação e condições de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia glabra* L.) **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.29, n. 5, p.681-688, maio 1994.

- CHAN, H.T.; YAMAMOTO, H.Y. Kinetics of anthocyanin decomposition in acerola juice. **ASEAN-Food Journal**, v.9, n. 4, p.1322-1325, 1994. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.4A, 1993-94/.
- CHERVIN, C.; FRANZ, P.; BIRREL, F. Calibration tile slightly influences assessment of color change in pears from green to yellow using the L, a, b space. **HortScience**, v.31, n.3, p.471, June 1996
- CHITARRA, M.I. ; CHITARRA, A.D. **Pós-colheita de frutos e hortaliças** : (fisiologia e manuseio). Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. cap. 8, p.235-289. : Qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças.
- CLAYPOOL, L.L. ; DAVIS, L.D. The effect of cold and modified atmosphere storage on the canning quality of cling peaches. **Food Technology**, v.13, n.3, p. 208-211, Mar. 1959
- DRAKE, S.R.; MOFFITT, H.R. Winter pear ("Anjou" and "Bosc") response to methyl bromide fumigation. **HortScience**, v.27, n.7, p.813-816, July 1992.
- EL-OTMANI, M ; COGGINS, C.W. Fruit age and growth regulator effects on the quantity and structure of the epicuticular wax of "Washington" navel orange fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, n. 3, p. 371-378, 1985.



EL-OTMANI, M. ; COGGINS C.W. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruits. **Scientia Horticulturae**, v.45, p. 261-272, 1991.

FACTEAU, T.J. Levels of pectic substances and calcium in gibberellic acid treated sweet cherry fruit.. **Journal of American Society for Horticultural Science.**, v.107, n. 1, p. 148-151, 1982.

FACTEAU, T.J.; ROWE, K.E. Factors associated with surface pitting of sweet cherry **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.104, n. 5, p.706-710, 1979. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.0C, 1979-81/.

FERGUSON, L.; ISMAIL, M.; DAVIES, F.S.; WHEATON, T.A. Pre-and postharvest gibberellic acid and 2,4-D dichlorophenoxyacetic acid applications for increasing storage life of grapefruit. **Proceedings Florida State for Horticultural Society**, n. 95, p. 242-245, 1982.

FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Loss of firmness and changes in pectic fractions during ripening and overripening of sweet cherry. **HortScience**, v. 25, n. 7, p. 777-778, 1990..

FONSECA, H.; NUNES, J.; LEME JUNIOR, J. Influência e alguns compostos quimicops na retenção do ácido ascorbico em frutas

liofilizadas. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.29, p.317-326, 1972.

GAUTAM, S.K.; CHUNDAWAT, B. S. ; PRAKASH, J. PIERIK, R L. M.  
Effects of packaging treatments on storability and quality of sapota (*Achras sapota* L.) In: INTERNATIONAL SEMINAR ON NEW FRONTIERS IN HORTICULTURE, Bangalore, 1990. **Horticulture; new technologies and applications: proceedings**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p.371-377. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, 12). /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.3A, 1990-91/.

GILLASPY, G.; BEN-DAVID, H.; GRUISSEM, W. Fruits: A developmental perspective. **The Plant Cell**, v.5, p.1439-1451, Oct. 1993

GUADARRAMA, A. Some chemical changes during ripening of Barbados cherry (*Makpighia pucnicifolia*) fruits. **Revista de la Facultad de Agronomia, Universidad Central de Venezuela**, v.13, n.1/4, p.111-128, 1984. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.1, 1984-86/.

HANSEN, H. ; WEICHMANN, J. Carbohidrates. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. cap.23, p.469-474.

HEWAGE, K.S.; WAINWRIGHT, H.; WIJERATNAM, R.S. Quantitative assessment of chilling injury in bananas using a colorimeter. **Journal of Horticultural Science**, v.71, n.1, p. 135-139, Jan. 1996

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Norma analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1973. v. 1, 371 p.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. Soluções fruta a fruta : Acerola, 1a. ed. São Paulo: Ibraf, Fev. 1995.. 67 p.

ISENBERG, F.M.R. Controlled atmosphere storage of vegetables. **Horticultural Review**, v. 1, p. 337-339, 1979.

ISHIHATA, K.; ITO, S. Effects of growth regulators applied at blooming time on fruit quality of acerola, *Malpighia emarginata* D.C. **Japanese Journal of tropical Agriculture**, v. 38, n. 2, p. 113-118, 1994. Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v. 4A, 1995/.

ITOO, S.; AIBA, M.; ISHIHATA, K. Ascorbic acid content in acerola fruit from different production regions and degrees of maturity, and stability during processing. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, v.37, n.9, p.726-279, 1990. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.3A, 1990-91/.

KITAGAWA, H.; KAWADA, K.; TARUTANI, T. Effectiveness of ethylene degreening of certain citrus cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science.**, v. 103, n. 1, p.113-115, 1978.

LEE, S.H. ; LABUZA, T.P. Destruction of ascorbic acid as a function of water activity. **Journal of Food Science**, v.40, p.370-373, 1975.

LEME JUNIOR, J. A vitamina C em algumas plantas brasileiras e exóticas. **Revista de Agricultura**, v.26, n.2/3, p. 319-330, 1985.

LOONEY, N.E. Some growth regulator effects on fruit quality, mesocarp composition, and susceptibility to postharvest surface marking of sweet cherries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.105, n.1, p.130-134, 1980. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.0C, 1979-81/.

MARINO NETTO, L. **Acerola: A cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986.  
94 p.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**,  
v.27, n.12, p.1254-1255, Dec. 1992.

MUNSELL, A.H. **Munsell book of color - (glossy finish collection: 2.5 R  
- 10G)**. Baltimore: Mc. Beth Division of Kollmorgen Corporation, 1976.  
1v.

MUSTARD, M. The ascorbic acid content of some *Malpighia* fruits and  
jellies. **Science**, v. 104, n. 2697, p.230-231, 1956

MUTSCHLER, M.A.; WOLFE, D.W.; COBB, E.D.; YOURSTONE, K.S.  
Toamyo fruit quality and shelf life in hybrids heterozigous for the *alc*  
ripening mutant. **HortScience**, v.27, n.4, p.352-355, Apr. 1992.

NAKASONE, H.Y.; MIYASHITA, R.K.; YAMANE, G.M.; Factors  
affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra* L.).  
**Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.89,  
p.161-166, June 1966

NATH, V.; SINGH, I.S.; SANJEEV, K.; PANDEY, A.K.; KUMAR, S.  
Effects of postharvest treatments on shelf life of aonla fruits. **Progressive**

---

**Horticulture**, v.24, n.1/2, p.79-82, 1992. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.3B, 1992/.

PIMENTEL, F. **Curso de estatística experimental**. 11. ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466 p.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, n. 5, p.86-89, May 1986

PREECE, J.E.; READ, P.E. **The biology of horticulture**. New York: John Wiley, 1993. cap. 12. p. 295-309 : Chemical control of plant growth.

PROEBSTING, E.L.; CARTER, G.H.; MILLS, H.H. Quality improvement in canned "Rainier" cherries (*P. avium* L.) with gibberellic acid. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.4, n.98, p. 334-336, 1973.

RATH, S.; RAJPUT, C.B.S. Effect of beta-napoxi acetic acid and gibberellic acid on chemical composition of mango fruits. **Orissa-Journal of Agricultural Research**, v.3, n.2, p.155-156, 1990. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.3A, 1990-91/.

ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I.; HORVAT, R.; SENTER, S.D. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents. of peaches (cv. Cresthaven).

**Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.38, n.3, p.620-624, Mar. 1990.

RYUGO, K. **Fruit culture : its science and art**. New York: John, 1988. cap. 6, p.107-168 : Fruit growth and development.

SACKS, E.J.; SHAW, D.V. Color change in fresh strawberry fruit of seven genotypes stored at 0°C. **Hortscience**, v.28, n.3, p.209-210, Mar. 1993.

SANDBHOR, D.R.; DESAI, U.T. Influence of postharvest treatments on the shelf-life of ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk) cv. Umran. **Maharashtra Journal of Horticulture**, v.5, n.2, p.24-28, 1991. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.3A, 1990-91/.

SANTINI Jr., R. Determination of reducing sugars and total sugars in West Indian cherry (*Malpighia punicifolia* L.) juice. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 37, p. 199-205, 1952a.

SANTINI Jr., R. Identification and determination of polybasic organic acids present in west indian cherry (*Malpighia punicifolia* L.) and in three varieties of guava (*Psidium guajava*). **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 37, p. 194-198, 1952 b.

SANTINI Jr., R.; HUYKE, A. Identification of the anthocyanin present in the acerola which produces color changes in the juice on pasteurization



and canning. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.40, p. 171-178, 1956.

SASSON, A. ; MONSELISE, S.P. Organic acid composition of "Shamouti" oranges at harvest and during prolonged postharvest storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n.102, p. 331-336, 1977.

SCHOPFER, W.H. **Plants and vitamins**. 2. ed. Waltham: Chronica Botanica Company, 1949. v.11, 293 p.

SHEWFELT, R.L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Technology**, v.40, n. 5, p. 70-89, May 1986.

SIMÃO, S. Cereja das antilhas. In: SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo : Agronômica Ceres, 1971. cap. 15, p. 477-485.

SOUTHWICK, S.M.; WEIS, K.G.; YEAGER, J.T.; ZHOU, H.; ZHOU, H. Controlling cropping in "Loadel" cling peach using gibberellin: effect on flower density, fruit distribution, fruit firmness, fruit thinning and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.120, n.6, p.1087-1095, Nov. 1995.

SPAYD, S.E.; MORRIS, J.R.; BALLINGER, W.E.; HIMELRICK, D.G. Maturity standards, harvesting, postharvest handling, and storage. In:

- GALLETA, G.J. ; HIMELRICK, D.G. **Small fruit crop management**. New Jersey: Prentice Hall, 1990. cap. 12, p.504-531.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles of procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: Mc. Graw-Hill, 1980. 633 p.
- TAFAZOLI, E. Increasing fruit set in *vitis vinifera* **Scientia Horticulturae**, v.6, n.2, p.121-124, 1977. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.3A, 1976-78/.
- TIJSKENS, L.M.M.; EVELO, R.G. Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, n.1/2, p. 85-98, Apr. 1994.
- VOSS, D.H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. **HortScience**. v.27, n. 12, p.1256-1260, Dec. 1992.
- WADE, N.L. Physiology of cool-storage disorders of fruit and vegetables. In: LYONS, J.M. ; GRAHAM, D.; RAISON, J.K. **Low temperature stress in crop plants**. New York : Academic Press. 1979. p.81
- WATADA, A.E. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, v.40, n.5, p. 82-85, May 1986.

WATADA, A.E.; AULENBACH, B.B.; WORTHINGTON, J.T. Vitamins A and C in ripe tomatoes as affected by stage of ripeness at harvest and by supplementary ethylene. **Journal of Food Science.**, v. 41, p.856-858, 1976.

WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.** Wesport: AVI Publishing, 1981. 161 p.