

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE GOIABA (*PSIDIUM GUAJAVA*), CV. CORTIBEL DE POLPA BRANCA

Talita Pereira¹
Lanamar de Almeida Carlos¹
Jurandi Gonçalves de Oliveira²
Alcilene Rodrigues Monteiro³

RESUMO

O estudo das condições de armazenamento, como temperatura e embalagem é fundamental no controle da maturação de frutos. Neste estudo, foram investigados os efeitos da temperatura de armazenamento (24°C e umidade relativa de 74%) e da embalagem na vida útil de goiabas de polpa branca, cv. Cortibel, por meio dos parâmetros físico-químicos como cor da casca, perda de massa, firmeza, pH, acidez total titulável, pigmentos da casca, sólidos solúveis totais, vitamina C e açúcares. Os resultados mostraram que houve maior perda da cor verde da casca de frutos com e sem embalagem a partir do quinto dia de armazenamento, sendo mais acentuada nos frutos sem a embalagem. Comportamento semelhante teve o conteúdo de pigmentos. A perda de massa dos frutos sem a embalagem foi de 22,94% e dos frutos com embalagem foi de 10%, com relação à massa inicial. A elevada perda de massa dos frutos sem a embalagem afetou a sua firmeza, que diminuiu com o tempo de armazenamento. Esses resultados mostram que a embalagem flexível utilizada para o armazenamento de goiabas foi eficiente no aumento da vida útil dos frutos por 13 dias.

Palavras chave: goiaba; pós-colheita; embalagem; armazenamento.

ABSTRACT

INFLUENCE OF STORAGE CONDITIONS IN PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF WHITE PULP GUAVA (*PSIDIUM GUAJAVA*) CV. CORTIBEL

The study of storage conditions, such as temperature and type of packaging, are essential for the control of fruit maturation. In this work, the effect of storage temperature (24°C, under a relative humidity of 74%) and packaging were investigated in the post-harvest life of white pulp guava cv. Cortibel, based on physical and chemical parameters: color of the peel, mass loss, firmness, pigments of the peel, pH, acidity, soluble solids content, vitamin C and sugars. Results indicate that for both treatments (with and without packaging), the loss of green color of the peel increased from the fifth day of storage, more noticeably for the fruits without packaging. A similar behavior was observed for the content of pigments of the peel. The mass loss for the fruits without packaging was 22,94% with regard to the initial mass, and 10% for fruits with packaging. The increased mass loss for fruits without packaging affected firmness, which decreased with the storage time. These results show that the flexible packaging used for storage is efficient to increase the post harvest life of the fruit for up to thirteen days.

Key Words: guava, post harvest, package, storage.

¹ Laboratório de Ciências Físicas - CCT - Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Campos dos Goytacazes, RJ

² Laboratório de Tecnologia de Alimentos - CCTA- UENF. Campos dos Goytacazes, RJ.

³ Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal - CCTA- UENF. Campos dos Goytacazes, RJ.

INTRODUÇÃO

A goiaba é um fruto nativo da América tropical e a espécie mais cultivada da família *Myrtaceae*. É uma excelente fonte de vitamina C e apresenta uma apreciável quantidade de minerais como cálcio, fósforo e ferro (Ali *et al.*, 2001). Fatores como condições climáticas, práticas culturais, cultivar utilizado e manuseio pós-colheita influenciam a vida útil e a qualidade das frutas frescas. A goiaba é um fruto climatérico e apresenta altas taxas de transpiração e perda de massa, resultando em vida de prateleira relativamente curta. A perda de massa, dependendo do cultivar, pode chegar até 35%, principalmente em países de clima quente (Lazan & Ali, 1993; Barret & Gonzalez, 1994). O uso de embalagens flexíveis é um dos métodos utilizados para aumentar a vida útil de frutas e hortaliças. Os filmes, quando escolhidos adequadamente, têm a capacidade de prolongar a vida desses produtos, devido à mudança da atmosfera gasosa no interior das embalagens. O filme ideal para armazenamento de frutos deve permitir um equilíbrio no ambiente que impeça a respiração anaeróbica pela ausência de oxigênio e a intoxicação pelo excesso de CO₂.

O conhecimento dos fenômenos relacionados à maturação, como firmeza dos frutos, perda de massa e fenômenos bioquímicos (degradação do amido, aumento nos teores de sólidos solúveis e a redução da acidez), é estudo importante na pós-colheita de goiaba.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência das condições de armazenamento, temperatura e embalagem, na qualidade de goiaba, cv. Cortibel de polpa branca, para consumo “in natura”.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi delineado num fatorial 2x4, cujos fatores e níveis foram a forma de acondicionamento (caixa de papelão sem e com filme) e o período de armazenamento (1, 5, 9 e 13 dias), com três repetições. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, mediante a análise de variância a 5% de probabilidade e de regressão, pelo programa de análise estatística SAS®. As médias dos fatores foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Matéria-prima

Utilizaram-se frutos de goiabeira, tipo exportação, do cultivar “Cortibel” de polpa branca, no estádio de maturação correspondente à coloração verde-clara

(Bleinroth, 1992), proveniente de um pomar particular do município de Santa Tereza, ES. A colheita dos frutos foi manual e de forma aleatória. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em papel-manteiga, para prevenir danos mecânicos, e transportados ao local do desenvolvimento do trabalho. O experimento foi realizado no Laboratório de Processamento de Alimentos (LTA), do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ.

Acondicionamento dos Frutos

Os frutos foram sanitizados em uma solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 120 ppm por quinze minutos, secos em temperatura ambiente e separados em doze lotes de seis frutos. Os frutos foram colocados em caixas de papelão com filme (CF) e sem filme (SF), e armazenados em temperatura ambiente (24±2°C) e umidade relativa de 74% (±2). O filme utilizado é denominado comercialmente de Xtend, com dimensão de 35 x 35cm e capacidade para 2kg. Nos tratamentos com uso de filme, as embalagens foram fechadas com elástico de borracha, de acordo com as especificações do fabricante (StePac L. A. Israel) e colocados em caixas de papelão próprias para goiaba. Os frutos sem a embalagem flexível foram colocados no interior das caixas de papelão, conforme procedimento usado para comercialização. A umidade relativa e a temperatura do ar foram monitoradas por um termômetro digital marca Dwyer instruments INC. Modelo 485.

Análises dos Frutos

As análises foram realizadas no primeiro dia após a colheita, denominado de T_{inicial} (um dia após a colheita) e em diferentes estádios de maturação, com intervalos de três dias. Foram utilizados 228 frutos para o desenvolvimento da pesquisa. As análises realizadas foram as que seguem.

Coloração da casca

A coloração da casca dos frutos foi determinada utilizando-se um colorímetro de Hunter, marca Hunterlab, modelo Miniscan. As medidas foram feitas em três pontos equidistantes na parte equatorial dos frutos. Os resultados foram expressos por meio dos parâmetros de Hunter: “L” (luminosidade), “a” e “b” (cromaticidade).

Perda de massa

Os frutos foram pesados em uma balança analítica OHAUS, modelo Plus e a perda de massa fresca, durante o armazenamento, foi determinada conforme Equação (1).

$$\% \text{ de perda massa fresca} = \frac{M_o - M_n}{M_o} \times 100$$

sendo M_o a massa no tempo inicial (primeiro dia após a colheita) e M_n a massa para os dias posteriores de análise ($n = 5, 9$ e 13).

Firmeza de polpa

Retirou-se superficialmente a casca do fruto, com auxílio de uma lâmina de corte. As medidas foram feitas em três pontos equidistantes na região equatorial, utilizando-se um penetrômetro digital de bancada, marca TR Turoni, modelo 53205, com sonda de 8mm de diâmetro.

Acidez total titulável

A acidez total titulável foi realizada de acordo com A.O.A.C. As amostras foram previamente homogeneizadas. Foram pesadas 5g da polpa em balança analítica OHAUS, modelo Plus, e adicionados 30mL de água destilada. A titulação foi feita com solução de hidróxido de sódio 0,01 N, previamente padronizada, e os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

pH da polpa

O pH foi determinado utilizando-se um pHmêtro digital marca pH 330/SET.

Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado usando-se amostras de suco da polpa dos frutos e medido em um refratômetro digital de bancada ATAGO, modelo PR 201.

Pigmentos da casca

A casca dos frutos foi removida e, com o auxílio de um furador de 6,5mm de diâmetro, foram retirados discos e colocados em tubos de ensaio contendo 5mL do solvente dimetilsulfóxido, por quarenta e oito horas. A absorbância do sobrenadante foi lida em um espectrofotômetro marca Shimadzu, UV mini 1240. Os comprimentos de onda de leitura foram 480, 649 e 665 nm. A quantificação dos pigmentos foi obtida a partir de equações propostas por Wellburn (1994).

Vitamina C

A concentração de vitamina C foi determinada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em cromatógrafo marca SHIMADZU, detector UV-VIS, com as seguintes condições cromatográficas: coluna ODS-II C18 (ID 4,6 x 250 mm) e loop de 20 mL, comprimento de onda 254 nm, fluxo de 1 mL/min. A fase móvel foi preparada a partir de brometocetiltrimetil amônia 5 mmol/L e fosfato monobásico de potássio 50 mmol/L, conforme descrito por Benlloch *et al.* (1993).

Açúcares

Os teores de glicose, frutose e sacarose foram determinados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em cromatógrafo SHIMADZU, com detector de índice de refração modelo RID 10A, com as seguintes condições cromatográficas: coluna Lichrospher 100 NH₂ 5 mm (250 x 4 mm) e loop de 100 mL. A fase móvel utilizada foi uma solução aquosa de acetonitrila a 75% com fluxo de 1 mL/min, de acordo com Macrae (1998).

RESULTADOS

Análise dos Frutos

Coloração e pigmentos da casca

Com relação aos parâmetros de Hunter da casca de goiabas, “L”, “a” e “b”, os resultados mostraram efeito estatisticamente significativo (Tabela 1) do período de armazenamento, porém isso não ocorreu para as formas de acondicionamento. Não houve interação entre período de armazenamento e formas de acondicionamento.

Observou-se um incremento da variável “L” com o decorrer do período de armazenamento, a partir do quinto dia pós-colheita, tanto para frutos sem o filme flexível como para frutos com o filme. Os valores médios de “L” obtidos para frutos sem o filme flexível variaram de 53,83 a 71,87, enquanto, para frutos com o filme, esta variação foi de 54,96 a 69,57. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o mesmo período de armazenamento. Os frutos analisados apresentaram valores médios do índice “L” sempre acima de 50, correspondente a tonalidades claras.

Os valores obtidos para os parâmetros “a” e “b” foram crescentes durante o período de armazenamento.

Tabela 1. Médias do parâmetro de Hunter de luminosidade (L), cromaticidade (“a”, “b”), clorofilas totais (mg/100g polpa) e carotenóides totais (mg/100g polpa) da casca de goiabas sem filme (SE) e com filme (CF) (24±2°C e 74%±5 UR)

Tratamento	Período de armazenamento (dias)			
“L”(Luminosidade)				
SF	53,83b*	55,77b	64,05ab	71,87a
CF	54,96b	54,79b	65,20a	69,57a
“a” (verde)				
SF	-9,78c	-7,12bc	-2,99b	4,23a
CF	-9,33a	-1,39a	-2,84a	-2,56a
“b” (amarelo)				
SF	25,25ab	24,41b	28,90ab	32,83a
CF	25,64bc	23,16c	30,06ab	32,94a
Pigmentos				
Clorofilas totais				
SF	265,50a*	427,40a	244,00a	59,20a
CF	265,50a	621,20a	180,40ab	36,60b
Carotenóides totais				
SF	168,70a*	213,00a	222,60a	184,10a
CF	168,70a	238,60a	228,10a	128,07a

*As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de “a” apresentaram-se no intervalo de -9,78 a 4,23, para frutos sem o filme. Este aumento indica a perda da coloração verde da casca, com o decorrer do amadurecimento dos frutos, passando à coloração amarela a partir do nono dia de armazenamento, confirmadas pelos valores positivos. Para frutos embalados com o filme, também ocorreu aumento de -9,33 a -2,56, entretanto estes se mantiveram na faixa negativa, mostrando que a perda da coloração verde foi menos acentuada.

Os valores para o parâmetro “b” variaram de 25,25 a 32,83 para frutos sem o filme, e de 25,64 a 32,94 para frutos com filme, que corresponde a evolução da coloração amarela, já que foram sempre positivos e crescentes. O comportamento apresentado era esperado, já que, em temperatura ambiente, os processos metabólicos relacionados ao amadurecimento dos frutos climatéricos são acelerados e, conseqüentemente, o desenvolvimento da cor.

Os teores de clorofila apresentaram um aumento do primeiro para o quinto dia de armazenamento e diminuíram com a evolução do processo de maturação dos frutos com e sem embalagem, conforme mostra a Tabela 1. Estes resultados indicam sua degradação ao longo do período de armazenamento. Os valores desse pigmento nos primeiros dias pós-colheita encontravam-se elevados, comparados aos carotenóides (Tabela 1), o

que era esperado. Observou-se que a partir do nono dia de armazenamento ocorreu uma redução significativa no teor de clorofilas.

Mudança na coloração da casca dos frutos é devida à manifestação dos carotenóides em decorrência do desaparecimento da clorofila, cuja degradação é devida à ação combinada de clorofilases, sistemas oxidativos e redução do pH, pela liberação de ácidos orgânicos do vacúolo e parede celular. Esta última degrada pela ação das enzimas (Draetta *et al.*, 1995).

A redução dos conteúdos de pigmentos verdes (clorofila) e o acúmulo dos amarelos (carotenóides), com a evolução da maturação, ocorreram pelo aumento dos valores dos parâmetros de Hunter de cromaticidade, “a” e “b”, observados pela coloração dos frutos estudados.

O efeito foi significativo ($P < 0,05$) para o período de armazenamento, não significativo ($P > 0,05$) para as formas de acondicionamento e interação entre período de armazenamento e formas de acondicionamento no conteúdo de clorofila e carotenóides.

Os resultados obtidos para o cultivar Cortibel, estudado neste trabalho, estão de acordo com dados da literatura (Marttiuz & Durigan, 2001), que mostram o mesmo comportamento de incremento dos parâmetros de luminosidade e cromaticidade, ao longo da maturação de goiabas “Paluma” e “Pedro Sato”, armazenadas em condições ambiente. Comportamento semelhante

também foi observado para o cultivar “Media China”, armazenado em temperatura ambiente, no estudo do comportamento da cor da casca (Silva *et al.*, 1998).

A Figura 1 mostra as características das goiabas estudadas neste trabalho, com e sem embalagem, no décimo terceiro dia de armazenamento.



Figura 1. Goiabas armazenadas a 24°C e 74% de umidade relativa, no décimo terceiro dia de armazenamento.

Perda de Massa

A perda de massa de goiabas não embaladas foi elevada, a partir do primeiro dia pós-colheita (Figura 2). Essa perda foi decorrente, provavelmente, das altas taxas de transpiração e respiração resultantes da alteração do metabolismo fisiológico, pela perda de água do fruto para o ambiente. Frutos acondicionados em temperatura ambiente e baixa umidade relativa do ar podem ter perda de massa elevada (Lazan & Ali, 1993). Para os frutos com filme, a perda de massa foi menor, cerca de 10%, enquanto

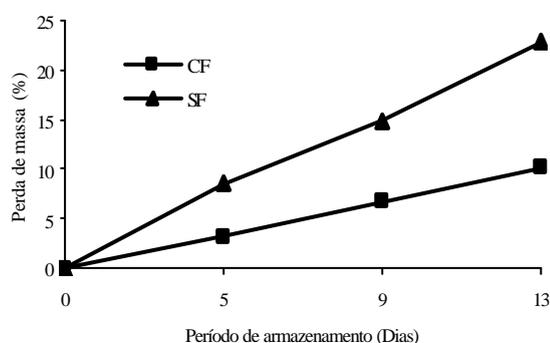


Figura 2. Perda de massa de goiabas “Cortibel” de polpa branca, sem filme (SF) e com filme (CF).

os frutos sem filme tiveram perda de 22,94%, no mesmo período de armazenamento. Os resultados mostram que a embalagem flexível, possivelmente, formou um ambiente interno saturado resultando em equilíbrio, minimizando, assim, a transpiração do fruto e, conseqüentemente, a perda de água para o meio. Comportamento semelhante foi observado para goiabas “Paluma” embaladas em filmes de polietileno transparente, armazenadas em temperatura ambiente (Lazan & Ali, 1993).

Os resultados indicaram que houve, a 5% de probabilidade, efeito significativo para o período e forma de acondicionamento e interação entre estes.

Firmeza

Os resultados com relação à firmeza de goiabas são apresentados na Figura 3. Observou-se que, ao longo do período de armazenamento, houve redução da firmeza dos frutos, a partir do nono dia de pós-colheita, nos dois tratamentos, sendo menos acentuado para os frutos embalados. Esse comportamento pode ter ocorrido devido à degradação e, ou, desorganização de componentes estruturais das células.

No quinto dia de armazenamento, ocorreu um aumento nos valores de firmeza, nos dois tratamentos,

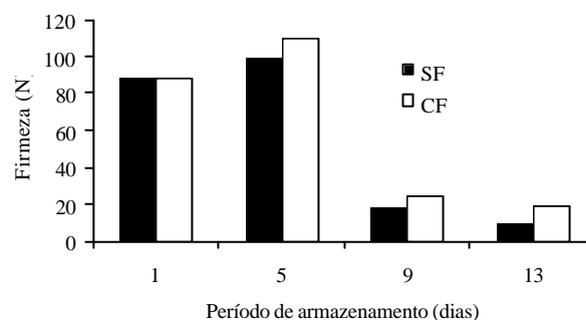


Figura 3. Firmeza de goiabas “Cortibel” de polpa branca, sem filme (SF) e com filme (CF).

provavelmente devido às diferenças no grau de maturação dos frutos dos diferentes lotes.

A análise estatística mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) para o período de armazenamento e não significativo ($P > 0,05$) para as formas de acondicionamento, bem como a interação entre esses fatores.

Os valores obtidos variaram de 87,85 N a 19,24 N para frutos embalados, e de 87,85 N a 8,79 N para os frutos não embalados. Comportamento semelhante foi observado por Carvalho *et al.* (2001), em que os

resultados do estudo de goiabas “Kumagai”, de polpa branca, armazenadas em condição ambiente, apresentaram firmeza entre 80 N a 20 N até o décimo dia de pós-colheita. Nos resultados obtidos por Silva *et al.* (2001), também houve diminuição na firmeza de goiabas “Media China” no decorrer do amadurecimento, com valores entre 35,9 a 7,1N, quando armazenadas em condição ambiente.

A diminuição na firmeza durante o amadurecimento tem sido atribuída às modificações e à degradação dos componentes de parede celular (Andrews & Li, 1994; Ali & Lazan, 2001). Essas mudanças são resultantes, provavelmente, da ação de enzimas associadas à degradação da parede celular, como pectinametilesterase (PME; EC 3.1.1.11) e poligalacturonase (PG; EC 3.2.1.67), que atuam sobre as pectinas e outros carboidratos de parede celular (Barret & Gonzalez, 1994).

pH, Acidez Total Titulável, Vitamina C, Sólidos Solúveis Totais e Açúcares

O pH teve valores constantes, durante todo o período de armazenamento, nos frutos sem a embalagem flexível e um discreto crescimento nos frutos com a embalagem flexível (Tabela 2). A análise estatística mostrou que o efeito foi significativo ($P < 0,05$) para o período de armazenamento, as formas de acondicionamento e a interação entre eles.

As médias de pH obtidas neste trabalho (4,23 e 4,52) em frutos sem filme e com filme, respectivamente, foram semelhantes aos observados por Gerhardt *et al.* (1997) no estudo da composição química de diferentes clones de goiaba, de polpa branca, como RBS-1 (3,83) e RBS-2 (3,87).

A medida de pH retrata a concentração de H^+ na polpa dos frutos; a acidez total titulável expressa o conteúdo total de hidrogênios ionizáveis, inclusive os na forma não dissociada. Nos períodos de armazenamento, quando a acidez e o pH têm valores elevados, no meio provavelmente existe maior concentração de ácidos na forma não dissociada, como os ácidos fracos (ácido cítrico e ácido ascórbico). A elevação do pH, como observada neste trabalho, tem sido associada à utilização de ácidos orgânicos em excesso, armazenados nos vacúolos, como substrato respiratório (Mercado-Silva *et al.*, 1998).

Os resultados da acidez total titulável, mostrados

na Tabela 2, apresentaram, pela análise estatística, efeito significativo para o período de armazenamento, porém não significativo para as formas de acondicionamento e interação entre período de armazenamento e formas de acondicionamento.

Observou-se que a acidez titulável dos frutos, nos dois tratamentos, apresentou incremento até o nono dia de armazenamento, seguido de um decréscimo no décimo terceiro dia após a colheita. O incremento inicial da acidez pode estar relacionado com a provável formação de ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina, por meio das enzimas PME e PG (Barret & Gonzalez, 1994; Sharaf & El-Saadany, 1996)

Ao se compararem os valores de acidez total titulável com os de pH obtidos neste trabalho, observam-se valores crescentes na porcentagem de ácido cítrico até o nono dia pós-colheita, nos frutos com e sem filme flexível. Apesar do aumento da acidez titulável durante os primeiros dias após a colheita, houve também aumento do pH, durante o mesmo período, nos frutos embalados com filme. Esse comportamento provavelmente ocorreu devido a uma variação na composição de ácidos presentes na polpa dos frutos. Comportamento semelhante foi observado por Gerhardt *et al.* (1997) em diferentes clones de goiabas, de polpa branca, como RBS-1 (0,41%), RBS-2 (0,45%), armazenados em condição ambiente, e por Rathore 1976, que obteve valores entre 0,081 e 1,95 % em ácido cítrico em goiabas.

Os resultados obtidos dos teores de vitamina C estão na Tabela 2. Estatisticamente, houve efeito significativo do período de armazenamento, porém não ocorreu efeito significativo das formas de acondicionamento e interação entre período de armazenamento e formas de acondicionamento no teor de vitamina C.

Os resultados sugerem incremento dos teores de ácido ascórbico, concomitantemente à evolução do amadurecimento. Com os frutos no estágio de maturação inicial, o teor de vitamina C foi menor, 76,8 mg de ácido ascórbico/100 g de massa fresca e, com os frutos no estágio de maturação mais avançado, apresentaram valores mais elevados, 168,36 mg de ácido ascórbico/100 g de massa fresca, principalmente naqueles armazenados sem a embalagem flexível. Esses resultados confirmam a influência da embalagem sobre os processos

Tabela 2. Médias dos valores de pH, acidez total titulável (% de ácido cítrico), vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g de amostra), sólidos solúveis totais (°Brix), sacarose, glicose e frutose (mg/100 g) de goiabas "Cortibel" de polpa branca, sem (SF) e com filme (CF) (24°C e 74% UR)

Tratamento	Período de armazenamento (dias)			
pH				
SF	4,07b*	3,93b	4,48a	4,46a
CF	4,07c	4,35b	4,83a	4,93a
Acidez Titulável				
SF	0,36b*	0,49a	0,54a	0,46ab
CF	0,36b	0,52a	0,48ab	0,46ab
Vitamina C				
SF	76,80bc*	64,47c	145,35ab	168,36a
CF	76,80b	109,62ab	144,34a	126,21a
SST				
SF	7,40b*	7,80ab	8,60a	8,40ab
CF	7,40a	7,40a	8,10a	7,40a
Sacarose				
SF	10,57b*	11,42a	11,43a	11,37a
CF	10,57b	11,43a	11,42a	11,46a
Glicose				
SF	22,50a	17,13b	15,16b	14,13b
CF	22,50a	16,03b	15,76b	16,65b
Frutose				
SF	21,46a	18,84a	17,96a	18,39a
CF	21,46a	17,85cb	18,37b	17,04c

* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

metabólicos dos frutos que reduzem a evolução da maturação. O aumento nos teores de ácido ascórbico provavelmente está associado à necessidade de síntese de compostos antioxidantes para a manutenção do metabolismo do órgão vegetal (Salisbury & Ross, 1992).

Os teores de vitamina C em goiabas apresentados na literatura (Ali & Lazan, 2001), armazenadas em temperatura ambiente, variam entre 55,7 e 1014,4 mg de ácido ascórbico/100g de fruto, semelhantes aos relatados neste trabalho. Valores semelhantes foram obtidos por Lima *et al.* (2002) na caracterização de cultivares de goiaba de polpa branca, como Alabama Safeda, Lucknow 49, Banahas, White Selection of Florida e Seleção IPAB-38.1. Os cultivares analisados apresentaram teores de vitamina C variando de 52,8 a 209,88 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa, confirmando sua indicação como goiaba de mesa. Em cultivares de goiabas "Patillo", o teor de vitamina C foi de 253,86 mg/100 g de fruto, armazenadas em condição ambiente (Gonzaga Neto & Soares, 1994). Goiabas de polpa branca "Kumagai", armazenadas em temperatura ambiente, apresentaram um máximo de 139,9 mg/100 g de polpa (Botelho *et al.*, 2002). Os resultados obtidos neste

trabalho também estão de acordo com os apresentados por El Bulk *et al.* (1997), em estudo dos cultivares Shambati, Pakistani, Shendi e Ganib, em que observaram aumento gradativo no teor de ácido ascórbico durante o amadurecimento, obtendo até 113,3 mg/100 g de polpa para o cv. Shendi.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) de goiabas, cv. Cortibel, verificados neste estudo, estão na Tabela 2. Os resultados indicaram que houve efeito significativo do período e das formas de acondicionamento no teor de SST, mas não da interação entre esses fatores.

Observa-se que nos frutos sem a embalagem flexível, ocorreu um aumento nos teores de SST, atingindo o valor máximo no nono dia após a colheita. A partir desse período, observou-se um decréscimo, devido possivelmente à senescência dos frutos e ao aumento na taxa respiratória, com conseqüente consumo de açúcares através da via glicolítica ou ainda em função do processo acelerado de oxidação dos açúcares por causa das maiores taxas respiratórias (Sharaf & El-Saadany, 1996; Silva *et al.*, 1998).

Os valores foram praticamente constantes nos

frutos embalados, exceto no nono dia, quando ocorreu um aumento no teor de SST, seguido de sua diminuição. O decréscimo no teor de SST no final do período de armazenamento pode ter sido influenciado pelas condições atmosféricas no interior da embalagem (redução de O₂ e aumento de CO₂), que reduzem a conversão de amidos em açúcares (Zagory *et al.*, 1998).

Os resultados obtidos com relação aos diferentes açúcares contidos nas goiabas estudadas, sacarose, glicose e frutose, estão na Tabela 2, respectivamente apresentadas pelo teste de médias. Os teores de sacarose do primeiro ao quinto dia de armazenamento, nos frutos sem filme e frutos com filme, tiveram um pequeno incremento. A partir desse dia, os teores mantiveram-se praticamente constantes. Em situação normal, esperavam-se decréscimo nos teores de sacarose e incremento nos de glicose e de frutose, uma vez que cada molécula de sacarose formaria uma de glicose e uma de frutose. Efeito contrário foi observado neste estudo, pois tanto o teor de glicose quanto o de frutose foram decrescentes até o décimo terceiro dia de armazenamento, provavelmente pela reduzida síntese de sacarose, ou ainda pelo seu consumo mais rápido do que a produção pela quebra da sacarose.

Provavelmente, o cultivar Cortibel apresenta uma reserva de sacarose que, posteriormente, pode ser convertida em açúcares redutores. Esse comportamento pode estar contribuindo para a indicação de frutos com pouco grau de doçura, uma vez que a sacarose é menos doce que a glicose e frutose, embora não tenham sido efetuados testes de aceitação.

Deve-se considerar também que os processos metabólicos apresentam interações, e que a síntese de ácido ascórbico se dá a partir dos açúcares glicose e galactose (Esteves & Carvalho, 1982). Nesse estudo, obteve-se aumento nos teores deste ácido, sugerindo que os teores de glicose não tenham se mostrado ascendente, uma vez que estavam imediatamente sendo convertidos para a síntese deste ácido.

No teor de sacarose, glicose e frutose, houve efeito significativo ($P < 0,05$) do período de armazenamento, porém não significativo ($P > 0,05$) nas formas de acondicionamento e na interação entre período de armazenamento e formas de acondicionamento.

A principal fonte de frutose é o dissacarídeo sacarose, também encontrado como monossacarídeo

livre em frutas e vegetais (Yusof & Mohamed, 1987). Nos frutos sem o filme, a proporção de açúcares foi de 40,3% de frutose, 36,2% de glicose e 23,5% de sacarose. Já nos frutos com o filme esta proporção foi de 39,2%, 37,2% e 23,6%, respectivamente.

Resultados apresentados por Sharaf e El-Saadany (1996) mostram comportamento semelhante ao observado neste estudo. Os autores também observaram redução nos teores de açúcares redutores (glicose + frutose) em goiabas durante a evolução do estágio de maturação. A diminuição no conteúdo de açúcares redutores e sólidos solúveis totais pode estar relacionada à utilização destes compostos como substrato respiratório, devido ao aumento na produção de CO₂ nos estágios avançados de maturação.

CONCLUSÕES

A embalagem flexível na qual os frutos de goiabeira da cultivar Cortibel foram armazenados foi responsável pela manutenção da cor verde dos frutos, e também influenciou positivamente a firmeza e evitou o processo acelerado de transpiração evitando a perda de massa elevada dos frutos. Dessa maneira, os frutos mantiveram aparência adequada para a comercialização. Já os frutos sem a embalagem flexível alcançaram o mesmo tempo de armazenamento, porém com suas características visuais inadequadas para a comercialização, como frutos enrugados e, ou murchos.

AGRADECIMENTO

A FAPERJ: apoio financeiro ao Projeto Fruticultura

A FENORTE: pela bolsa de mestrado concedida

REFERÊNCIAS

- Ali ZM & Lazan H (2001) Guava In: Mitra S (Ed.) Postharvest Physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Nadia, West Bengal, India, 2. ed. p.145-165.
- Andrews PK & LI S (1994) Partial purification and characterization of b-D-galactosidase from sweet cherry, a non-climateric fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 42 (10):2177-2182.

- Barret DM & Gonzalez C (1994) Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science* 59(3):574-577.
- Benlloch R, Fane R & Frigola A (1993) A quantitative estimate of ascorbic and isoascorbic acid by high performance liquid chromatography application to citric juices. *Journal of Liquid Chromatography* 16(14):3113-3122.
- Bleinroth EW (1992) Determinação do ponto de colheita das frutas. In: BLEINROTH EW, SINGRIST JMM, ARDITO EFG, CASTRO JV, SPAGNOL WA & NEVES FILHOLC (Eds.) *Tecnologia de Pós-colheita de Frutas Tropicais*. Campinas, ITAL p.1-18.
- Botelho RV, Souza NL & Peres NAR (2002) Qualidade pós-colheita de goiabas "branca de Kumagai" tratadas com cloreto de cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24(1):63-67.
- Carvalho HA, Chitarra MIF, Chitarra AB & Carvalho HS (2001) Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular de goiaba. *Ciência e Agrotécnica* 25(3):605-615.
- Draetta IS, Shimokomaki M, Yokomizo Y, Fujita JT, Menezes HC & Bleinroth EW (1995) Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya* L.) durante a maturação. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 6(2):395-408.
- El Bulk RE, Babiker EFE & El Tinay AH (1997) Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. *Food Chemistry* 59(3):395-408.
- Esteves MTC & Carvalho VD (1982) Modificação nos teores de amido, açúcares e grau de doçura de fruto de seis cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Prática* 6:208-218.
- Gerhardt LBA, Manica I, Kist H & Dieler RL (1997) Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32(2):182-192.
- Gonzaga Neto LG & Soares JM (1994) Goiaba para exportação: aspectos técnicos de produção. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio a Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília, EMBRAPA-SPI 49p.
- Lazan H & Ali ZM (1993) Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. *Asian Food Journal* 8:47-53.
- Lima MAC, Assis JS & Neto LG (2002) Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24(1):273-276.
- Macrae R (1998) *HPLC in food analyses*. Academic press. 77p.
- Marttiuz B & Durigan JF (2001) Efeito das injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24(1):277-281.
- Mercado-Silva E, Benito-Bautista P & Garcia-Velasco M (1998) Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central México. *Postharvest Biology and Technology* 13:143-150.
- Rathore DS (1976) Effect of season on the growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. *Journal of Horticultural Science* 51(1):41-47.
- Salisbury FB & Ross CW (1992) *Plant Physiology*. 3^{ed}. CRC Press, Belmont, California, USA. 147p.
- Sharaf A & El-Saadany SS (1996) Biochemical studies on guava fruits during different maturity stages. *Annals of Agriculture Science* 24(2):975-984.
- Silva EM, Batista PB & Velasco MAG (1998) Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharvest Biology and Technology* 13(2):143-150.
- Wellburn AR (1994) The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology* 144:307-313.
- Yusof S & Mohamed AA (1987) Physical-chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. *Journal of Science and Food Agriculture* 38:31-39.
- Zagory D, Karder AA & Kerbel EL (1998) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews. Food Science and Nutrition* 28(1):1-30.

Aceito para publicação em 30/11/2005

