

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
CULTIVARES DE GOIABA: INTEIRAS E MINIMAMENTE
PROCESSADAS.**

Cristiane Maria Ascari Morgado
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
CULTIVARES DE GOIABA: INTEIRAS E MINIMAMENTE
PROCESSADAS.**

Cristiane Maria Ascari Morgado

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Durigan

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2010

M847q Morgado, Cristiane Maria Ascari
Qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de goiaba:
inteiras e minimamente processadas / Cristiane Maria Ascari
Morgado. -- Jaboticabal, 2010
x, 84 f. ; il. : 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: José Fernando Durigan
Banca examinadora: Ângelo Pedro Jacomino, Ben-Hur Mattiuz
Bibliografia

1. *Psidium guajava*. 2. Goiaba-armazenamento refrigerado. 3.
Goiaba-processamento mínimo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.42

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Câmpus de
Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES DE GOIABA: INTEIRAS E MINIMAMENTE PROCESSADAS.

AUTORA: CRISTIANE MARIA ASCARI MORGADO

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSE FERNANDO DURIGAN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JOSE FERNANDO DURIGAN

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. BEN-HUR MATTIUZ

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ANGELO PEDRO JACOMINO

Departamento de Produção Vegetal / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Usp / Piracicaba/SP

Data da realização: 23 de fevereiro de 2010.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CRISTIANE MARIA ASCARI MORGADO – Nascida em Jaboticabal, SP, no dia quatro de janeiro de 1983. Filha de Jorge José Morgado e Maria Christina Ascari Morgado. Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica em 2003 na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (FCAV/UNESP), que foi concluído em fevereiro de 2008. Foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) no período de 01/08/2005 a 31/07/2007, onde desenvolveu o trabalho intitulado “Conservação pós-colheita de abacates ‘Geada’ e ‘Quintal’ em diferentes pontos de colheita, com uso de diferentes temperaturas e proteções”. Em março de 2008 iniciou o curso de pós-graduação em Agronomia, a nível de mestrado, na área de concentração em Produção Vegetal, pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (FCAV/UNESP), dando continuidade a sua formação em pós-colheita de frutas e hortaliças.

Aos meus pais, **Jorge e Maria Christina**,
pela educação, amor, compreensão,
colaboração, apoio e por tudo que me
ensinaram.

À minha avó **Maria Marsari Ascari** por cada dia de convivência.

Aos meus **amigos e familiares** que acreditaram em mim e me incentivaram para a
realização deste trabalho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que iluminou meu caminho e me deu forças para chegar até o fim.

Ao Prof. Dr. José Fernando Durigan, pela orientação, amizade, incentivo, confiança, pelos elogios quando mereci e pelas críticas quando necessitei e à sua família pela amizade e carinho.

Aos membros da banca examinadora, pela participação e sugestões feitas, que foram importantes para aprimorar meu trabalho:

- Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz, pela amizade, convívio e apoio;
- Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino, pelos elogios e pela amizade;
- Prof. Dr. Antonio Baldo Geraldo Martins, pelas palavras de incentivo e amizade.

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

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, em especial ao Departamento de Tecnologia, pela infra-estrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

Ao Ricardo Kumagai pelo fornecimento das goiabas brancas utilizadas neste trabalho.

À empresa Val Alimentos, em especial ao Valdemir Brugnara, pelo fornecimento das goiabas vermelhas utilizadas neste trabalho.

À todos os professores do Departamento de Tecnologia, em especial ao Prof. Dr. João Martins Pizzauro Junior pela permissão para utilização dos equipamentos do Laboratório de Enzimologia Aplicada.

A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia, em especial à Dirce Renata Dias Tostes, pela amizade, colaboração e conselhos e à Fátima Ap. Ribeiro Harnich, pela amizade e ajuda no Laboratório de Enzimologia Aplicada.

Às secretárias Elisabete e Renata, pela ajuda e amizade.

Aos amigos do laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas, Juliana Donadon, Maria Fernanda Durigan, Ramilo Martins, Ellen Hojo, Leandra Santos, Valquíria Lopes, Taiza Doni, Ramon Gomes, Juliana Mombelli, Julia Pietro, Ana Carolina Miguel pela ajuda na realização das análises, companheirismo, amizade e apoio.

À minha primeira co-orientada da graduação Valquíria Garcia Lopes, pela confiança depositada em mim e por sua amizade.

A todos os meus familiares, vizinhos e amigos, em especial aos meus pais, por estarem presentes durante minhas realizações.

A Maria do Socorro Moura Rufino, pela amizade sincera e dicas na realização dos antioxidantes.

À Carla Catarina Sim e à Amanda Tais Pedrinho Paschoa, pela amizade, apoio, carinho em todos os momentos e por estarem sempre do meu lado.

Aos amigos da faculdade, em especial à Vanessa, Veri, Purê, Munira, Camila, Pimpão, Dumbo, Bacca, K-beção e ao restante da saudosa “Turma do tacho” pelos momentos inesquecíveis que sempre passamos juntos.

Aos amigos inesquecíveis do Ceará, em especial à Suelane, Maria Augusta, Coremas e Marcelo pela amizade sincera e eterna.

Aos amigos da igreja de São Cosme e Damião, em especial ao Pedro Luis e a dona Marieta, pela amizade, carinho e palavras de conforto nos momentos difíceis.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e acreditaram na minha vitória.

Muito obrigada

SUMÁRIO

	página
Resumo	ix
Summary	x
1. Introdução	01
2. Revisão de Literatura	02
2.1. Características gerais da espécie	02
2.2. Ponto de colheita.....	04
2.3. Refrigeração	05
2.4. Processamento mínimo	07
2.5. Atividade antioxidante.....	09
3. Material e Métodos	11
3.1. Material.....	11
3.2. Experimentos.....	12
3.2.1 Ponto de colheita e armazenamento dos frutos das cultivares de goiaba.....	12
3.2.2 Processamento mínimo.....	13
3.3. Avaliações	14
4. Resultados e Discussão.....	16
4.1. Goiaba ‘Kumagai’.....	16
4.1.1. Ponto de colheita e armazenamento.....	16
4.1.2. Processamento mínimo	22
4.2. Goiaba ‘Paluma’.....	26
4.2.1. Ponto de colheita e armazenamento.....	26
4.2.2. Processamento mínimo	33
4.3. Goiaba ‘Pedro Sato’.....	36
4.3.1. Ponto de colheita e armazenamento.....	36
4.3.2. Processamento mínimo	44
4.4. Goiaba ‘Sassaoka’.....	47
4.4.1. Ponto de colheita e armazenamento.....	47
4.4.2. Processamento mínimo	54
4.5. Goiaba ‘Século XXI’.....	58
4.5.1. Ponto de colheita e armazenamento.....	58
4.5.2. Processamento mínimo	64
5. Conclusões	68
6. Referências Bibliográficas	69
Apêndice	80

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CULTIVARES DE GOIABA: INTEIRAS E MINIMAMENTE PROCESSADAS.

RESUMO - O objetivo foi estabelecer a importância do estágio de maturação e da refrigeração, na conservação de goiabas Kumagai, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka e Século XXI e avaliar a qualidade dos seus produtos minimamente processados (PMP). Frutos “de vez” e maduros foram armazenados a 21°C e a 10°C e avaliados a cada 2-3 dias. Nos PMP, os frutos foram descascados, cortados ao meio, as sementes eliminadas, enxaguados com água clorada, embalados, armazenados a 3°C (75%UR) e avaliados a cada 2 dias. Os frutos e os PMP foram avaliados quanto aos teores de ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), massa fresca e cor. Os frutos quanto à atividade antioxidante total (AAT), ABTS e FRAP, polifenóis extraíveis totais (PEXT), resistência, aparência e podridões e os PMP quanto ao rendimento e microbiologicamente. A vida útil dos frutos maduros, a 21°C, foi de 4 dias para a Kumagai, Paluma, Sassaoka e Sec XXI, e de 2 dias para a P Sato. A 10°C, goiabas Kumagai e Sassaoka conservaram-se por 9 dias, enquanto Paluma, P Sato e Sec XXI por 6 dias. Goiabas “de vez”, Kumagai, Paluma e Sassaoka, a 21°C apresentaram vida útil de 6 dias, que se prolongou para 12 dias a 10°C. Goiabas P Sato e Sec XXI, a 21°C apresentaram vida útil de 4 dias, que aumentou para 9 dias a 10°C. Goiabas Sassaoka apresentaram a maior vida útil, os maiores teores de SS e os menores de AT e mantiveram os teores de PEXT, com aumento na AAT (ABTS), e nos teores de AA. A vida útil dos PMP foi de 12 dias. O rendimento das goiabas P Sato, em PMP não descascado, foi o maior, 69,65%. Os PMP feitos com goiabas descascadas apresentaram menor rendimento, maior perda de massa e os menores teores de AA.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, armazenamento refrigerado, ponto de colheita, processamento mínimo.

QUALITY AND POST-HARVEST CONSERVATION OF GUAVAS CULTIVARS: INTACT AND MINIMALLY PROCESSED.

SUMMARY – The objective was to establish the importance of maturation stage and of refrigeration for the conservation of Kumagai, Paluma, Pedro Sato, and Sassaoka Século XXI guavas and to evaluate the quality of its minimally processed products (PMP). Fruit in mature and ripe stage were stored at 21°C and 10°C and evaluated every 2-3 days. In PMP, the fruits were peeled, cut in the middle, had seeds removed, were rinsed with chlorinated water, packaged, stored at 3°C (75% RH) and evaluated every 2 days. PMP and intact fruits were evaluated by ascorbic acid (AA), soluble solids (SS) and titratable acidity (TA) content, fresh mass and color. Intact fruits were also evaluated by total antioxidant activity (TAA), ABTS and FRAP, total polyphenols extractable total (PExT), resistance, appearance and rotting evolution and PMP for yield and microbiologically. The shelf life of ripe fruit, at 21°C, was 4 days for Kumagai, Paluma, Sassaoka and Sec XXI, and 2 days for P Sato. At 10°C, Kumagai and Sassaoka guavas were preserved for 9 days, while Paluma, P Sato and Sec XXI for 6 days. Mature guavas, Kumagai, Paluma and Sassaoka, at 21°C showed shelf life of 6 days, which prolonged for 12 days at 10°C. P Sato and Sec XXI guavas, at 21°C had shelf life of 4 days, which increased to 9 days when kept at 10°C. Sassaoka guavas had the biggest shelf life and SS content, the lowest AT content, kept the PExT content the same, with increasing values for AAT (ABTS), and AA content. The shelf life of PMP was 12 days. The yield of P Sato guava, in not peeled PMP, was 69.65%, the highest. The PMP made with peeled guavas had lower yield, higher weight loss and the lowest AA content.

Keywords: *Psidium guajava*, refrigeration storage, harvest point, minimally processed

1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava*, L.) é nativa da América Tropical e, no Brasil, encontra-se distribuída naturalmente por todo o território nacional. Seu cultivo é muito importante sob o ponto de vista econômico e social, principalmente para o Estado de São Paulo, que é responsável por mais de 60% do volume nacional desta fruta, onde são cultivadas variedades de polpa branca, destinadas para consumo *in natura* e as de polpa vermelha com dupla aptidão, para consumo *in natura* e para indústria (MANTOVANI et al., 2004; SOUZA et al., 2009a). No período de janeiro a julho de 2008, o volume de goiaba branca comercializado na Ceagesp foi, em média, de 119 toneladas por mês e o de goiaba vermelha foi de 991 toneladas (AGRIANUAL, 2009).

A goiaba é uma excelente fruta para o consumo humano, dada sua riqueza em vitamina C, carotenóides, potássio, fibras, cálcio e ferro, além de possuir baixo conteúdo calórico e ótimo potencial antioxidante (MELTZER, 1998). Suas qualidades nutricionais fazem com que a goiaba tenha merecido atenção especial, tanto para o consumo *in natura* como para o desenvolvimento de novos produtos, com consumo de forma nova e diferente (DURIGAN et al., 2009).

O interesse dos consumidores e da comunidade científica em relação aos antioxidantes naturais tem aumentado, particularmente em relação àqueles encontrados em frutas e vegetais, tendo em vista que estudos farmacológicos demonstraram a associação entre o seu consumo e o baixo risco de doenças degenerativas. Uma das maiores alterações que ocorrem durante o processamento, distribuição, armazenamento e preparo dos alimentos é a oxidação destes importantes componentes (ORDÓÑEZ, 2005).

No Brasil, a produção de frutos com qualidade, objetivando a comercialização dos mesmos como produtos frescos, em mercados cada vez mais exigentes, tem sido a tônica de sua fruticultura. Isto se deve às mudanças nos hábitos alimentares do brasileiro, o que leva à necessidade de se atentar para outros parâmetros de qualidade, como os antioxidantes, em frutos que os têm em grande quantidade, como é o caso da goiaba (SOUZA, 2001).

A busca de uma alimentação mais saudável aliada ao uso de novas tecnologias na indústria de alimentos permitiu a demanda crescente dos produtos minimamente processados. As possibilidades de venda de frutas minimamente processadas em supermercados brasileiros e estruturas afins são muito grandes, dada a existência e a possibilidade de virem a integrar razoáveis cadeias de distribuição. Entretanto, as frutas minimamente processadas ainda são um desafio, devido à falta de conhecimento a respeito do comportamento fisiológico, químico e bioquímico de seus produtos (MATTIUZ et al., 2003).

O ponto de maturação na colheita é um dos principais fatores que determinam a vida pós-colheita e a qualidade final do fruto. É determinado pelos produtores brasileiros através do tamanho, consistência e coloração da casca e é variável com a cultivar e a época do ano (PIZA JR. & KAVATI, 1994).

A refrigeração é, geralmente, o método preferido para a conservação de frutos. Os frutos tropicais são os mais sensíveis ao frio e podem apresentar características indesejáveis como alterações na taxa respiratória e liberação de etileno, escurecimento da casca e/ou polpa, menor resistência ao ataque de microrganismos e perda de sabor e aroma, conhecido como injúria pelo frio ou “chilling injury” (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi estabelecer a importância do estágio de maturação e do uso da refrigeração, na conservação de goiabas ‘Kumagai’, ‘Paluma’, ‘Pedro Sato’, ‘Sassaoka’ e ‘Século XXI’ e avaliar a qualidade dos seus produtos minimamente processados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características gerais da espécie

A goiabeira é uma planta pertencente à família Myrtaceae, sendo uma planta perene, de porte arbustivo ou semi-arbóreo, com 3 a 7 metros de altura. As frutas são variáveis em tamanho, forma, sabor, peso e coloração da polpa, que pode ser branca, creme, amarela, rosa ou vermelha (TODA FRUTA, 2009). É apreciada pelo seu aroma

e sabor característicos, além do alto valor alimentício, sendo uma das frutas mais consumidas no Brasil (NATALE et al., 2007).

A goiaba é um fruto que devido à grande intensidade do seu metabolismo apresenta vida útil de no máximo 8 dias (MERCADO-SILVA et al., 1998). Apresenta elevados teores de vitaminas C e A e teores satisfatórios de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina. Os elevados teores de fibra (3,0-6,0%), proteínas, açúcares totais e elementos minerais, como cálcio, fósforo e potássio, tornam esta fruta uma das mais completas e equilibradas, no que diz respeito ao valor nutritivo (MANICA et al., 1998).

A coloração de sua polpa é relacionada com sua qualidade e também com o tipo e quantidade de pigmentos presentes. No caso da polpa de goiaba, a cor varia do amarelo ao vermelho como resultado da presença de carotenóides. Os principais carotenóides presentes são o β -caroteno e licopeno (WILBERG & RODRIGUEZ-AMAYA, 1995).

Teores de sólidos solúveis entre 8 °Brix e 12 °Brix e acidez titulável em torno de 0,8 g de ácido cítrico.100 g⁻¹ de polpa são considerados satisfatórios, mas convém salientar que os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C podem variar de acordo com diversos fatores, principalmente com o grau de maturação das frutas (PEREIRA, 1995).

As características de uma cultivar de goiabeira variam em função do destino que será dado ao fruto. Assim, para a produção de polpa devem ser buscados frutos com polpa de coloração rosada a vermelha, baixa umidade, elevados teores de pectina, acidez e sólidos solúveis. Para a produção de compota, devem ser procurados frutos com polpa rosada a vermelha, espessa, firme e com pequena quantidade de células pétreas. Os frutos devem ter formato arredondado a oblongo, uma vez que as saliências basais dificultam este processamento. Para consumo *in natura*, são preferidos os frutos grandes, de polpa vermelha, casca rugosa e coloração verde ou verde-amarelada quando maduros, com formato arredondado a oblongo, sem saliências basais, com poucas sementes e polpa espessa, com poucas células pétreas, elevados teores de açúcares e de vitamina C e baixa acidez (KAVATI, 1997).

Os frutos da 'Kumagai' são grandes (300 – 400 gramas), arredondados a oblongos; possuem a casca lisa, resistente e verde-amarelada quando maduros; a polpa é branca, de espessura firme, saborosa, levemente ácida e com a cavidade cheia; apresentam poucas sementes (PEREIRA et al., 2009).

Goiabas 'Paluma' são grandes (acima de 200 gramas, mesmo em plantas não desbastadas), piriformes, com pescoço curto. Nos frutos maduros, a casca é lisa e amarela; a polpa é de cor vermelho intensa, firme e espessa; o sabor é agradável graças ao elevado teor de açúcares (aproximadamente 10°Brix) e a acidez é equilibrada; as sementes aparecem em pequeno número (PEREIRA et al., 2009).

Os frutos da 'Pedro Sato' são levemente ovalados, de boa aparência, tamanho variável (150 – 280 gramas), podendo atingir tamanho superior a 400 gramas quando desbastados; a casca é rugosa; a polpa é rosada, espessa, firme e com cavidade central cheia; o sabor é agradável, apresenta poucas sementes (PEREIRA et al., 2009).

Os frutos da 'Sassaoka' são grandes (superiores a 300 gramas quando desbastados), arredondados e com a casca rugosa; a polpa é rosado-clara, espessa, firme e com poucas sementes; o sabor é leve. A rugosidade da casca é a principal característica de seus frutos (PEREIRA et al., 2009).

As goiabas da 'Século XXI' são grandes (236 gramas, em média), possuem formato ovóide e pescoço com tamanho reduzido; a polpa é firme; possuem poucas sementes com tamanho reduzido. Os frutos apresentam casca de coloração verde-amarelada, com intenso brilho, contrastando com a coloração rosa, intensa e brilhante da polpa. Possuem elevado teor de sólidos solúveis, próximos a 10°Brix, e acidez titulável de 0,474 gramas de ácido cítrico.100g⁻¹ polpa (PEREIRA et al., 2009).

2.2. Ponto de colheita

O ponto de colheita constitui-se numa importante causa de perda pós-colheita em produtos hortícolas. Em goiabas, é reconhecido, na prática, pelo tamanho, consistência e coloração da casca da fruta, que, para um mesmo local, varia com a cultivar, época do ano, idade da planta, tratos culturais (PIZA JR & KAVATI, 1994).

As goiabas normalmente são colhidas quando a polpa ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escuro para verde-claro ou começando a amarelecer (MANICA et al., 2000).

A definição do estágio de maturação do fruto, que garante a qualidade aceitável pelo consumidor final, implica na necessidade de se desenvolver medidas objetivas para determinar o ponto ideal de maturação por ocasião da colheita. Assim, são usados os índices de maturação (VIEITES, 1998).

Esses índices compreendem medidas físicas ou químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo do amadurecimento do fruto (KLUGE et al., 2002). Podem ser estabelecidos através da determinação dos teores de sólidos solúveis e de acidez titulável, pela relação SS/AT ou “ratio”, pela resistência da polpa e pela coloração da casca (GORGATTI NETO et al., 1996).

A resistência da polpa e a coloração da casca são as características que sofrem mais alterações durante o amadurecimento dos frutos. Esses parâmetros são usados para caracterizar frutos de diferentes estádios de maturação (TUCKER, 1993). Se a avaliação do estágio de maturação na colheita ou após a colheita for feita incorretamente, resultará no amadurecimento desuniforme dentro do lote, prejudicando a comercialização (ABBOTT, 1999).

2.3. Refrigeração

As técnicas de conservação visam reduzir tanto a taxa respiratória como a síntese e ação do etileno, mantendo os frutos na fase pré-climatérica por período mais longo (KAYS, 1991).

Goiabas destinadas ao consumo *in natura* podem ser conservadas entre 7,2-10°C e 90% UR, durante 2 a 3 semanas (LUTZ & HARDENBURG, 1968).

OLIVEIRA (1996) armazenou goiabas ‘Kumagai’ sob condição de ambiente (19,5-27°C e 59 -76% UR) e verificou, após 12 dias de armazenamento, perda de massa nos frutos do tratamento testemunha de 27,58% e estes apresentavam a casca totalmente amarelada. Já RIBEIRO et al. (2005) avaliaram a qualidade pós-colheita de goiabas ‘Paluma’, “de vez”, tratadas com e sem revestimento de cera de carnaúba e

armazenadas sob condição de ambiente ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\pm 9\%$ UR) e refrigeração ($10\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR) e constataram que as frutas armazenadas sob refrigeração perderam menos massa do que as sob condição ambiente, devido, principalmente, às menores temperaturas e maiores umidades relativas da câmara refrigerada.

LINHARES et al. (2007) estudaram a perda de massa, a firmeza da polpa e algumas alterações químicas e enzimáticas no endocarpo de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com cloreto de cálcio e com 1- metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração (10°C e $90\pm 2\%$ de UR), e concluíram que a perda de massa fresca dos frutos, após 25 dias de armazenamento, foi maior nos frutos do tratamento controle (21,80%).

Goiabas 'Kumagai' armazenadas sob diferentes temperaturas de armazenamento, por JACOMINO et al. (2000) desenvolveram normalmente a coloração da casca até o 21º dia de armazenamento a 8°C , 10°C e 12°C (85-90% UR). Os frutos armazenados a 8°C mantiveram-se mais verdes que os armazenados a 10°C ou 12°C , após 21 dias sob refrigeração.

AZZOLINI et al. (2004) armazenaram goiabas 'Pedro Sato' de diferentes estádios de maturação a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR e relataram que a cor da casca apresentou diminuição dos valores de ângulo hue em todos os estádios de maturação, durante o armazenamento, indicando a mudança de cor verde para amarela.

O efeito do condicionamento térmico na tolerância ao frio e na qualidade de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 2°C foi avaliado e os autores concluíram que frutos armazenados por 30 dias a 2°C e aqueles expostos a 45°C , antes do armazenamento a 2°C , não apresentaram alterações substanciais na cor da casca durante o armazenamento e no período de exposição dos frutos a 20°C , caracterizando o dano pelo frio (STEFFENS et al., 2008).

As características físicas e químicas de 23 cultivares de goiaba foram avaliadas por NASCIMENTO et al. (1991), que encontraram para goiabas 'Kumagai' variação de 0,30% a 0,51% na acidez titulável, durante a maturação. GASPAR (1997) estudou o efeito da refrigeração e de filmes plásticos em goiabas 'Kumagai' durante 21 dias de armazenamento e encontrou teores de acidez que oscilaram de 0,50 a 0,66 g ácido cítrico. 100g^{-1} de polpa.

PIVETTA et al. (1992) avaliaram o comportamento de goiabas das cultivares Rica e Paluma, em diferentes estádios de maturação, quando armazenadas sob condição ambiente (29°C; 70% UR) e constataram que os frutos apresentaram vida útil de 4 dias, quando colhidas no estágio “de vez” ou maduro, e de 7 dias, quando “verdes”.

Na redução dos processos metabólicos dos frutos, a refrigeração é o método mais eficaz (PANTASTICO et al., 1975), afetando a respiração e a biossíntese de etileno, além de reduzir a taxa de crescimento de microrganismos (REYES & PAULL, 1995). Contudo, temperaturas abaixo da mínima de segurança (TMS) podem causar injúria pelo frio (“chilling injury”), visíveis em armazenamento prolongado ou após a retirada desses produtos da refrigeração (COUEY, 1982).

Goiabas “de vez”, mantidas a 3,5°C e a 7,0°C com 80-88%UR manifestaram sintomas de “chilling injury”, enquanto que as armazenadas a 11°C, nas mesmas condições de umidade, tiveram vida útil reduzida pelo ataque de fungos. Os melhores resultados foram obtidos com frutos colhidos “de vez” e armazenados a 7,0°C e 80% de umidade relativa, por três semanas (VASQUEZ-OCHOA & COLINAS-LEON, 1990).

A temperatura ideal para o armazenamento de goiabas é em torno de 10°C. Abaixo desta temperatura os frutos não amadurecem satisfatoriamente, caracterizando o dano pelo frio (BRON et al., 2005). Para goiabas ‘Kumagai’, a temperatura ideal de armazenamento se situa entre 10°C e 12°C (JACOMINO et al., 2000). No entanto, estas temperaturas permitem um curto período de armazenamento, pois não ocorre uma grande redução no metabolismo dos frutos.

2.4. Processamento mínimo

Nos últimos anos, têm ocorrido mudanças consideráveis nos hábitos alimentares dos brasileiros. A busca de uma alimentação mais saudável aliada ao uso de novas tecnologias na indústria de alimentos permitiu a demanda crescente dos produtos minimamente processados (MATTIUZ et al., 2003).

A Associação Internacional de Produtos Minimamente Processados (IFPA) os definiu como frutas ou hortaliças que são modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco (CANTWELL, 2000).

As possibilidades de venda de frutas minimamente processadas em supermercados brasileiros e estruturas afins são muito grandes, dada a existência e a possibilidade de virem a integrar razoáveis cadeias de distribuição. Entretanto, as frutas minimamente processadas ainda são um desafio, devido à falta de conhecimento a respeito do comportamento fisiológico, químico e bioquímico de seus produtos (MATTIUZ et al., 2003).

As operações envolvidas na preparação de frutas e hortaliças pré-cortadas, geralmente reduzem a vida útil das mesmas (CANTWELL, 1992). Os cortes levam a mudanças fisiológicas que resultam em prejuízos à aparência e são um dos principais problemas ao processamento mínimo (BURNS, 1995).

A durabilidade do produto minimamente processado é menor que do produto inteiro, considerando que nas superfícies do corte, as células e as membranas celulares são destruídas e ocorre alteração no metabolismo celular. Essa alteração no metabolismo, que inclui aumento na respiração e produção de etileno, resulta em redução drásticas na vida pós-colheita do produto (VITTI et al., 2003). O processamento mínimo de frutos provoca alterações na sua fisiologia e pode comprometer a sua vida de prateleira, caso tais alterações não sejam controladas através de cuidados adequados (MORETTI, 2001).

Entre as frutas usadas para o processamento mínimo, a goiaba apresenta grande viabilidade para este fim. MATTIUZ et al. (2003) relataram que goiabas 'Pedro Sato' e 'Paluma', possuem potencial de exploração para este setor. As goiabas 'Pedro Sato' são preferidas em comparação às 'Paluma', já que manteve os teores de sólidos solúveis e acidez titulável, além de ter sido considerada mais saborosa pelos provadores.

MATTIUZ (2002) observou em produtos minimamente processados de goiabas vermelhas, que a coloração foi mantida e o teor de ácido ascórbico diminuiu ao longo do período de armazenamento, enquanto que os teores de sólidos solúveis e acidez titulável não foram afetados.

2.5. Atividade antioxidante

Antioxidantes podem ser definidos como qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a um substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação desse substrato de maneira eficaz. O sistema de defesa contra oxidações pelo organismo humano é formado por compostos enzimáticos e não-enzimáticos presentes no organismo e localizados dentro das células ou na circulação sanguínea, e é abastecido pelos alimentos ingeridos (MOREIRA & SHAMI, 2004).

Os radicais livres de oxigênio, com seus elétrons não pareados, podem atacar e danificar qualquer molécula encontrada no organismo. São tão ativos que, uma vez formados, ligam-se a diferentes compostos em fração de segundo. Ao fazê-lo, eles podem entregar seu elétron não-pareado ou capturar um elétron de outra molécula, a fim de formar um par. De uma forma ou de outra, os radicais acabam ficando estáveis, mas a molécula atacada transforma-se em um radical. Isso inicia uma reação em cadeia que pode agir destruindo o tecido (YOUNGSON, 1995).

As espécies reativas do oxigênio são o ânion superóxido, o radical hidroxila, o óxido nítrico, o peróxido de hidrogênio e o radical lipídico, entre outras. Elas são importantes nos processos biológicos de produção de energia e na fagocitose (BOREK, 1997). O radical hidroxila é mais reativo na indução de lesões nas moléculas celulares e o peróxido de hidrogênio, apesar de não ser considerado um radical livre, é capaz de atravessar a membrana nuclear e induzir danos à molécula de DNA (ANDERSON, 2000).

A busca de novos produtos com propriedades antioxidantes oriundas de fontes naturais é cada vez mais crescente. O conhecimento de substâncias com atividade antioxidante presentes nos alimentos, das quais muitas ainda não foram estudadas suficientemente, destaca-se tanto pela possibilidade de ter aproveitamento como alimentos funcionais quanto pelo fornecimento de compostos nutracêuticos (ANDRADE-WARTHA, 2007).

O ácido ascórbico é o nutriente mais associado a frutas e hortaliças, que fornecem mais de 90% desta vitamina à dieta humana. Como antioxidante, reduz o

risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer. A vitamina C está presente em diversas frutas e hortaliças como acerola, frutos cítricos, goiaba, morango, couve-flor, espinafre, pimenta, pimentão e repolho, dentre outros. Muitos fatores pré e pós-colheita influenciam a sua concentração, desde a cultivar utilizada até condições climáticas, práticas de plantio, método de colheita e processamento (LEE & KADER, 2000).

As propriedades antioxidantes de polpas frescas e congeladas e de resíduos de frutas foram estudadas por NASCIMENTO et al. (2007a), que utilizaram o sistema β -caroteno/ácido linoléico e observaram que o congelamento não alterou de forma significativa sua atividade antioxidante. Os extratos dos resíduos de goiaba apresentaram forte potencial antioxidante, permitindo vislumbrar a possibilidade de empregá-los como aditivos em produtos alimentícios.

Dezoito frutas tropicais (açai, acerola, bacuri, cajá, caju, camu-camu, carnaúba, gurguri, jaboticaba, jabolão, juçara, mangaba, murici, murta, puçá coroa de frade, puçá-preto, umbu e uvaia) não tradicionais brasileiras (nativas e exóticas) foram avaliadas por RUFINO (2008) quanto à qualidade para consumo *in natura* e industrialização, conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante total. A maioria das frutas avaliadas pode ser classificada como boa ou excelente fonte de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante, com destaque para acerola, camu-camu e puçá-preto.

Quanto à maneira de se avaliar esta atividade antioxidante total de frutos de goiaba, THAIPONG et al. (2006), testaram os métodos de captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS); de captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH); de redução do ferro (FRAP) e medida da diminuição da concentração de um substrato oxidável (Oxygen Radical Absorbance Capacity – ORAC), e verificaram que o FRAP foi a técnica mais reprodutível e a que apresentou uma elevada correlação com os teores de ácido ascórbico e os grupos fenólicos.

NASCIMENTO et al. (2007b) testaram a capacidade de polpas frescas e congeladas e de resíduos de goiabas em seqüestrar o radical DPPH e concluíram que o congelamento promoveu uma redução de 21% no seu teor de fenólicos totais, nos

primeiros 30 dias de armazenamento, e um aumento na ordem de 12%, ao final de 60 dias de armazenamento.

A goiaba é rica em carotenóides, sendo que o licopeno representa cerca de 80% dos mesmos (PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA, 1987). Ele é um poderoso antioxidante e pode manter a juventude das células por mais tempo, além de prevenir vários tipos de câncer e de doenças degenerativas (BRAMLEY, 2000). Tem-se verificado que a goiaba vermelha brasileira oferece aproximadamente o dobro dos conteúdos de licopeno observados no tomate, tido como a principal fonte deste elemento, o que indica a necessidade de mais estudos nesta área.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram avaliadas goiabas das cultivares Kumagai, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka e Século XXI, bem como os produtos minimamente processados feitos com cada cultivar.

Na primeira etapa (ponto de colheita e armazenamento), os frutos foram colhidos cuidadosamente nos estádios de maturação “de vez” e maduros e na segunda etapa (processamento mínimo) foram colhidos no estádio “de vez”. Após a colheita foram imediatamente transportados para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV/UNESP, Jaboticabal, onde foram recebidos livres de lesões. Isto foi conseguido tendo-se o cuidado de transportá-los em veículos adequados e em caixas protegidas internamente por plástico-bolha de 3 mm de espessura.

Ao serem recebidos no laboratório, no máximo 2-3 horas após a colheita, os frutos foram novamente selecionados, para tornar o lote ainda mais homogêneo, e imediatamente lavados com detergente neutro e enxaguados com água potável, para a eliminação de impurezas, e posteriormente imersos em solução de fungicida procloraz na concentração 110 mL.100 L⁻¹ água (Sportak[®] - Bayer S.A.), por 2 minutos.

Os frutos da cultivar Kumagai foram colhidos em pomar comercial localizado no município de Campinas, SP, a 262 km de distância de Jaboticabal e os frutos das

demais cultivares foram colhidos em pomar comercial pertencente à empresa 'Val frutas', localizado no município de Vista Alegre do Alto, SP, a 30 km de distância de Jaboticabal.

3.2. Experimentos

3.2.1. Ponto de colheita e armazenamento dos frutos das cultivares de goiaba.

Os frutos de cada cultivar foram colhidos em dois estádios de maturação: "de vez", cuja coloração da casca é verde-mate (MATTIUZ, 2002) e maduros, cuja casca é amarelada (PEREIRA, 1995). Estes estádios de maturação, "de vez" e maduros, correspondem aos estádios 3 e 5, respectivamente, descritos por CAVALINI et al. (2006).

As goiabas, de cada estágio de maturação, foram submetidas a duas temperaturas de armazenamento. As temperaturas de armazenamento testadas foram: ambiente controlado ($21\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 5\%\text{UR}$) e $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($85\pm 5\%\text{UR}$), conforme o indicado por JACOMINO et al. (2000). Assim, este experimento foi constituído por quatro tratamentos, ou seja, frutos "de vez" armazenados ao ambiente e sob refrigeração e frutos maduros também armazenados ao ambiente e a 10°C , para cada uma das cultivares estudadas.

Armazenaram-se os frutos em lotes com 80-100 unidades por tratamento, permitindo que amostras com três frutos fossem tomadas a cada 2 dias (para frutos armazenados a 21°C) ou 3 dias (para os armazenados a 10°C), em triplicata e ao acaso, para serem analisadas. Estes frutos foram analisados quanto aos teores de ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais e quanto à atividade antioxidante total usando-se os métodos de captura do radical livre radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) (ABTS) e de redução do ferro (FRAP). Também foram avaliados quanto aos teores de sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza e coloração da polpa. A evolução da massa fresca, da aparência, de podridões e da coloração da casca, foi avaliada sempre em um mesmo lote com cinco frutos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições com 3 frutos cada, e os resultados obtidos foram analisados através de regressão polinomial.

3.2.2. Processamento mínimo

Os frutos das cultivares Kumagai, Paluma, Pedro Sato, Sassaoka e Século XXI, provenientes de pomar comercial, no estágio de maturação "de vez", depois de colhidos e acondicionados em caixas, previamente revestidas com plástico bolha, foram transportados rápida e cuidadosamente para o laboratório.

No laboratório, depois de selecionados, foram lavados com detergente neutro, enxaguados com água potável, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L^{-1} de cloro e resfriados a 12°C por 12 horas. Em seguida, foram submetidos ao processamento, o qual foi realizado em câmara fria (12°C) sob condições higiênicas, ou seja, as facas, colheres, bancadas foram higienizadas com água clorada (200 mg.L^{-1} de cloro) e os operadores utilizaram botas, aventais, luvas e toucas.

As goiabas foram descascadas mecanicamente ou não, cortadas longitudinalmente ao meio e a placenta foi eliminada com as sementes. Após enxágüe com água clorada (20 mg.L^{-1} de cloro) as metades tiveram o excesso de água escorrido por 2 minutos, e em seguida foram embaladas em porções contendo 6 metades em contentor (Galvanotek – G94, capacidade de 1000 mL) de tereftalato de polietileno (PET) transparente, com tampa (MATTIUZ, 2002). Estas unidades foram armazenadas a 3°C por até 12 dias. Assim, este experimento foi composto de dois tratamentos, ou seja, frutos descascados ou não, armazenados a 3°C , para cada uma das cultivares estudadas.

A cada 2 dias determinou-se a perda de massa fresca, coloração, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, em três embalagens de cada tratamento. Os produtos também foram avaliados quanto ao rendimento e microbiologicamente.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições, em esquema fatorial 2 (presença de casca ou não) x 7 (data de amostragem) e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.3. Avaliações

O teor de sólidos solúveis dos frutos e dos produtos minimamente processados (PMP) foi quantificado em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificado em refratômetro digital Atago PR-101 Palette, o qual expressa os resultados em °Brix (AOAC, 1997 - método 932.12).

A acidez titulável dos frutos e dos PMP foi determinada em 10 gramas de polpa triturada, que foi diluída em 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,05 M e expressa em porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 1997- método 942.15).

A firmeza da polpa dos frutos foi avaliada na região equatorial, em lados opostos, com uma leitura feita de cada lado após a retirada da casca, usando-se penetrômetro FT 327 com ponteira de 8 mm, sendo os resultados expressos em Newtons.

A coloração da casca e da polpa dos frutos e a dos PMP foi estabelecida através de reflectometria, utilizando-se a metodologia indicada por MATTIUZ & DURIGAN (2001). A coloração da casca foi feita na região equatorial dos frutos, em lados opostos, com uma leitura de cada lado. A da polpa foi feita na placenta, sendo uma leitura de cada metade após o corte longitudinal do fruto. Nos PMP foi feita uma leitura no centro da parte interna de cada metade da embalagem.

O teor de ácido ascórbico dos frutos e dos PMP foi determinado em polpa triturada, que foi diluída em ácido oxálico a 0,5%, frio, através de titulação com reativo de Tillmans (2,6 diclorofenolindofenol de sódio a 0,1%) e expresso em miligramas por 100 g de polpa (RANGANA, 1977).

A determinação do teor de polifenóis extraíveis totais dos frutos foi feita de acordo com RUFINO (2008) e os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico por 100 g de polpa.

A atividade antioxidante total dos frutos foi estabelecida utilizando-se dos seguintes métodos de acordo com RUFINO (2008): captura do radical livre 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) e de redução do ferro (FRAP).

O ABTS é um método baseado na habilidade dos antioxidantes em capturar, a longo prazo, o cátion radical $ABTS^+$. Os resultados são expressos em μM trolox. g^{-1} de polpa. O trolox é um composto sintético, análogo da vitamina E, porém hidrossolúvel. É um método de elevada sensibilidade, prático e rápido e através deste pode-se medir a atividade de compostos de natureza hidrofílica (KUSKOSKI et al., 2005).

O FRAP é um método baseado na capacidade de redução do ferro. Em meio ácido, o complexo férrico tripiridiltriazina é reduzido ao ferroso, mudando sua coloração para azul na presença de um antioxidante. Os resultados são expressos μM sulfato ferroso. g^{-1} de polpa.

A massa fresca dos frutos e dos PMP foi quantificada utilizando-se pesagem em balança digital com capacidade para 2000g e precisão de 0,1g.

Alterações na aparência dos frutos foram avaliadas, conforme o indicado por AZZOLINI et al. (2004), segundo uma escala de pontos, onde: 1 = ótimo (fruto sem manchas e coloração típica); 2 = bom (fruto com manchas em até 5 % da casca e coloração típica); 3 = regular (fruto com manchas em 6-20% da casca e coloração mais pálida); 4 = ruim (fruto com manchas em 21-40% da casca e coloração pálida) e 5 = péssimo (fruto com manchas em mais de 41% da casca e sinais de senescência).

A presença de podridões nos frutos também foi determinada segundo uma escala de pontos onde: 0 = ausência; 1 = indícios - presença de patógenos com lesões de no máximo 1 mm de diâmetro; 2 = presença de podridões – presença de patógenos com lesões de no mínimo 2 mm de diâmetro (JACOMINO et al., 2003).

A quantidade de coliformes totais e fecais (n°/g) dos PMP foi determinada no início e no final do armazenamento, usando-se o método de inoculação de homogeatos do vegetal e suas diluições em tampão de Butterfield sobre Agar, em condições aeróbicas (APPHA, 1992; ICMSF, 1978).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Goiaba 'Kumagai'

4.1.1. Ponto de colheita e armazenamento

As goiabas armazenadas a 21°C apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que as a 10°C e esta perda foi menor nos frutos maduros do que nos “de vez” (Figura 1A). Frutos “de vez” têm alto índice de perda de água e são muito suscetíveis às desordens fisiológicas. Por outro lado, os muito maduros, entram rapidamente em senescência (MANICA et al., 2000). OLIVEIRA (1996), que armazenou goiabas ‘Kumagai’ a 19,5-27°C e 59-76% UR observou perda de 27,6% em 12 dias, o que foi semelhante ao encontrado neste trabalho.

A casca tornou-se mais clara durante o armazenamento, o que é evidenciado pelo aumento nos valores da luminosidade, que nos frutos maduros e nos armazenados a 21°C foi mais acentuado. Nos maduros armazenados sob condição refrigerada, este aumento mostrou-se linear durante o período de armazenamento, enquanto nos “de vez”, a 10°C, este aumento foi mais acentuado a partir do 10º dia (Figura 1B), o que também foi relatado em trabalho desenvolvido por JACOMINO et al. (2000).

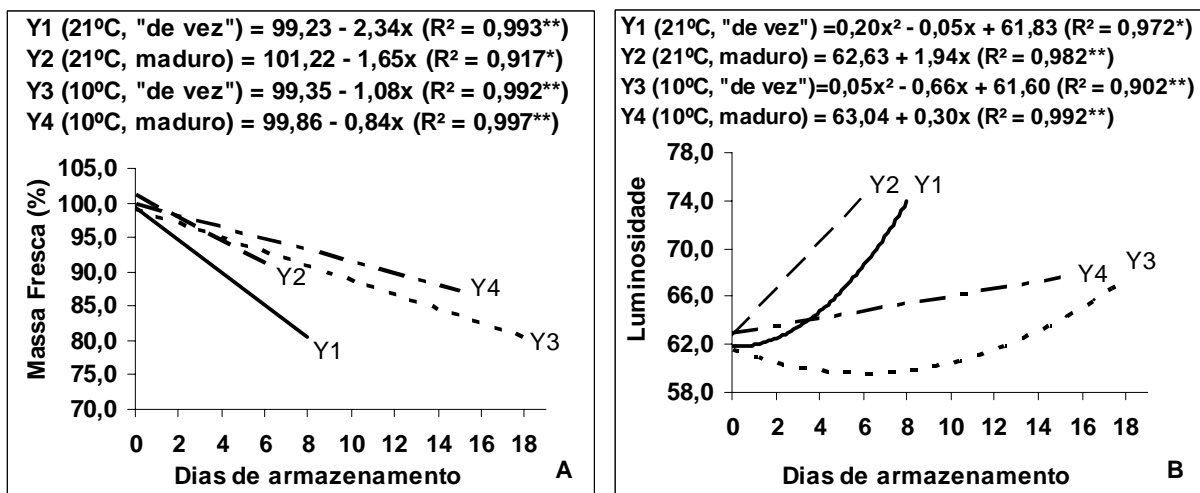


Figura 1. Massa fresca e luminosidade da casca de goiabas 'Kumagai', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A redução nos valores do ângulo de cor indica que a cor dos frutos armazenados a 21°C evoluiu mais rapidamente de verde para amarelo, que os armazenados a 10°C, o que foi semelhante ao encontrado por CAVALINI (2004). A cromaticidade da casca dos frutos tanto “maduros” quanto “de vez” aumentou durante o armazenamento, e com maior intensidade nos armazenados sob condição ambiente (Figura 2A e B).

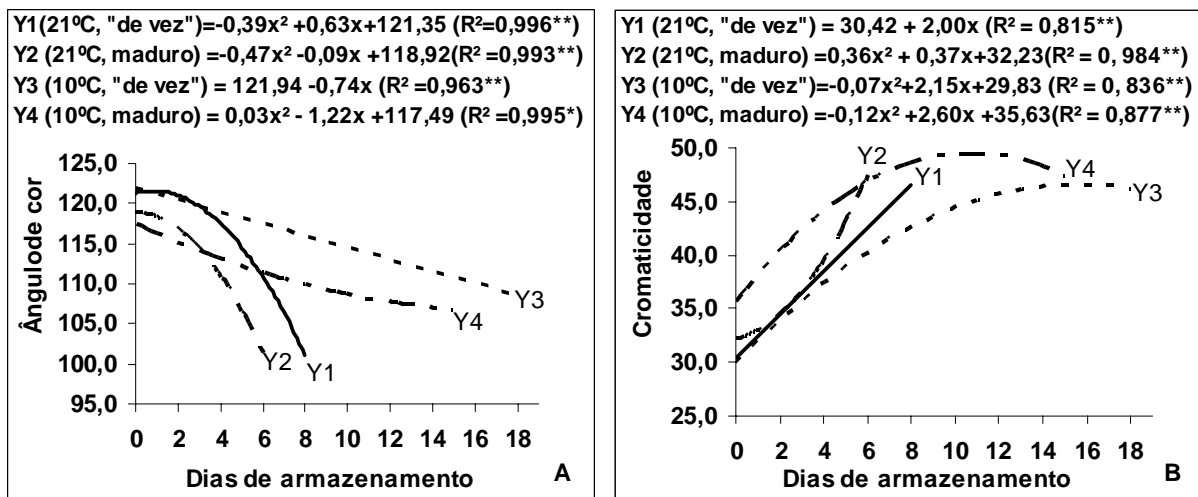


Figura 2. Ângulo de cor e cromaticidade da casca de goiabas ‘Kumagai’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A resistência da polpa dos frutos “de vez” reduziu-se com grande intensidade, enquanto nos frutos maduros ela foi mais lenta (Figura 3A), como consequência do processo de amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). O armazenamento a 10°C reduziu a intensidade do amolecimento, como resultado da perda da integridade da parede celular (TUCKER, 1993).

A luminosidade da polpa dos frutos apresentou diminuição durante o período de armazenamento. Nos frutos armazenados ao ambiente e nos maduros a 10°C, esta diminuição foi bastante acentuada, como consequência da intensidade dos processos de amadurecimento e senescência (Figura 3B). Nos frutos “de vez” mantidos a 10°C, a redução da luminosidade da polpa foi lenta.

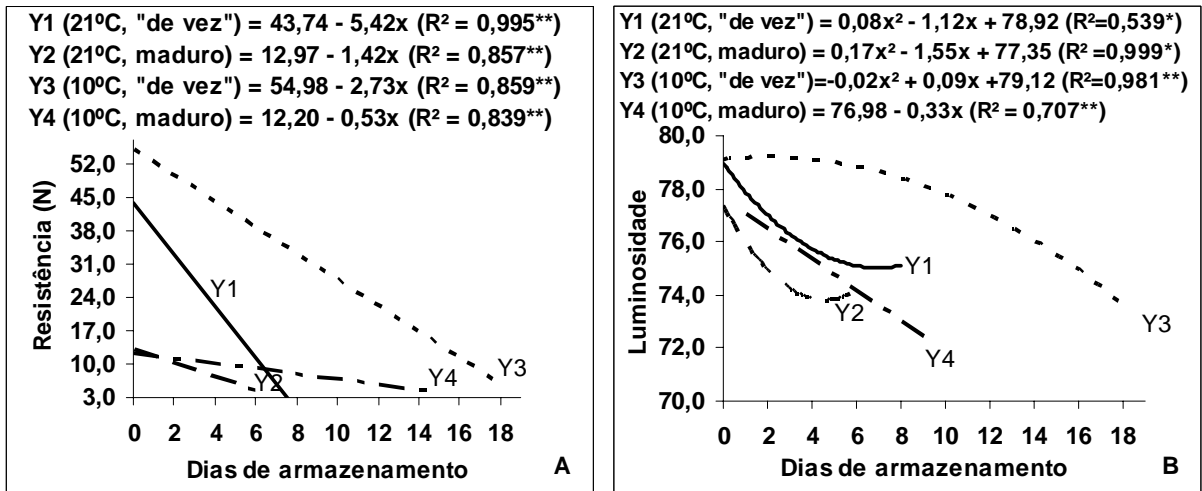


Figura 3. Resistência (N) e luminosidade da polpa de goiabas 'Kumagai', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

O ângulo de cor da polpa dos frutos de todos os tratamentos apresentaram valores constantes, indicando que a polpa manteve a cor creme inicial (Figura 4A). A cromaticidade da polpa dos frutos "de vez" ao ambiente e dos armazenados a 10°C reduziu-se durante o período de armazenamento, mas se manteve constante nos frutos maduros (Figura 4B).

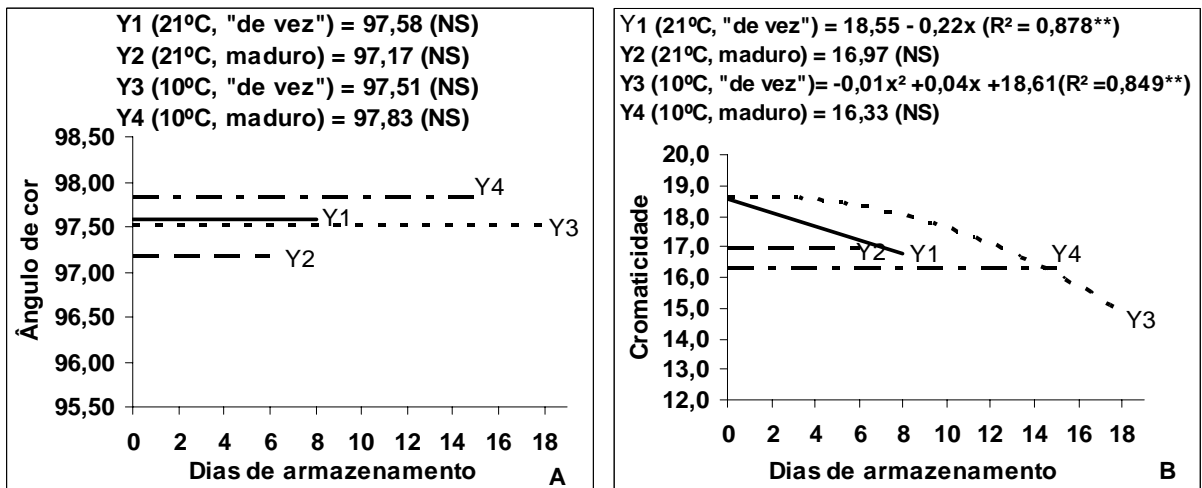


Figura 4. Ângulo de cor e cromaticidade da polpa de goiabas 'Kumagai', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os teores de sólidos solúveis aumentaram, e foi mais evidente nos frutos “de vez” e nos maduros mantidos a 21°C (Figura 5A), o que também foi observado por JACOMINO et al. (2000), que atribuíram-no ao processo de amadurecimento e da perda de massa, fatores que fazem com que a concentração de açúcares na polpa aumente.

A acidez titulável da polpa reduziu-se nos frutos “de vez”, a 21°C, mas aumentou nos frutos sob condição refrigerada e nos maduros armazenados ao ambiente (Figura 5B), o que pode ser atribuído ao aumento na intensidade do processo respiratório. Os valores variaram de 0,45% a 0,65% de ácido cítrico, o que está de acordo com o relatado por GERHARDT et al. (1997), ou seja, que a acidez titulável de goiabas varia de 0,24 a 1,79% de ácido cítrico.

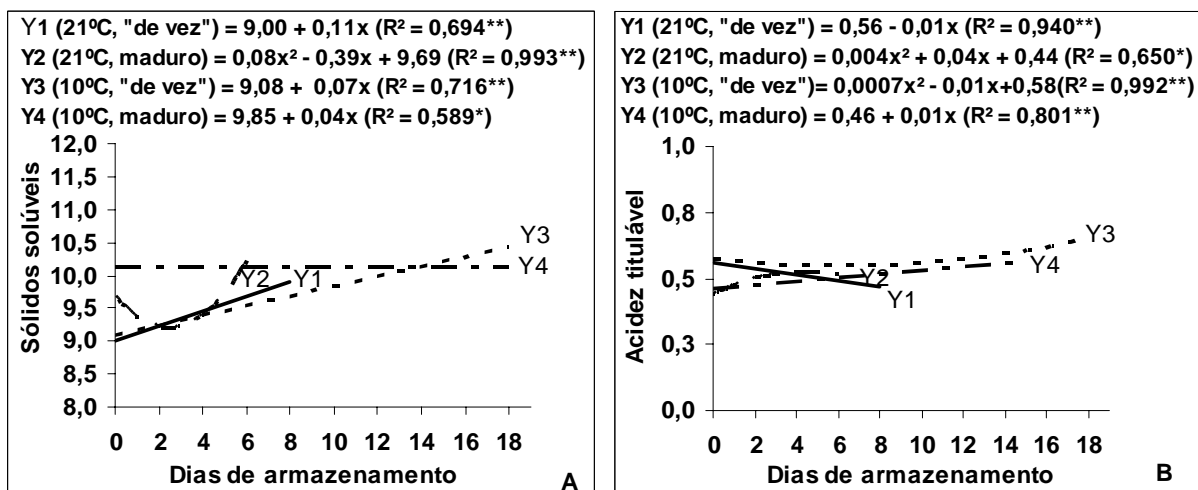


Figura 5. Teores de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (% de ácido cítrico) da polpa de goiabas ‘Kumagai’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os frutos armazenados a 10°C apresentaram aumento nos teores de ácido ascórbico, enquanto nos frutos armazenados a 21°C foi observado aumento apenas nos “de vez”, que após 8 dias apresentavam teor de 103,39 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de polpa (Figura 6A). JACOMINO et al. (2000) também observaram aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas ‘Kumagai’, com os maiores valores nos frutos armazenados a 12°C.

Os polifenóis são os antioxidantes mais abundantes da dieta. Eles participam dos processos metabólicos responsáveis pela cor, adstringência e aroma dos alimentos. Todos possuem propriedades anti-carcinogênicas, anti-inflamatórias e anti-alérgicas (CARVALHO et al., 2006).

Os frutos maduros ou “de vez”, armazenados em condição refrigerada ou não, apresentaram aumento nos teores de polifenóis extraíveis totais (PEXT) com o armazenamento, cujo teor médio foi de 73,60 mg de ácido gálico.100g⁻¹ polpa (Figura 6B). Este valor é inferior ao relatado por THAIPONG et al. (2006), 344,90 mg de ácido gálico.100g⁻¹ polpa, que estudaram extratos de goiaba cv. Allahabad Safeda, que tem polpa branca.

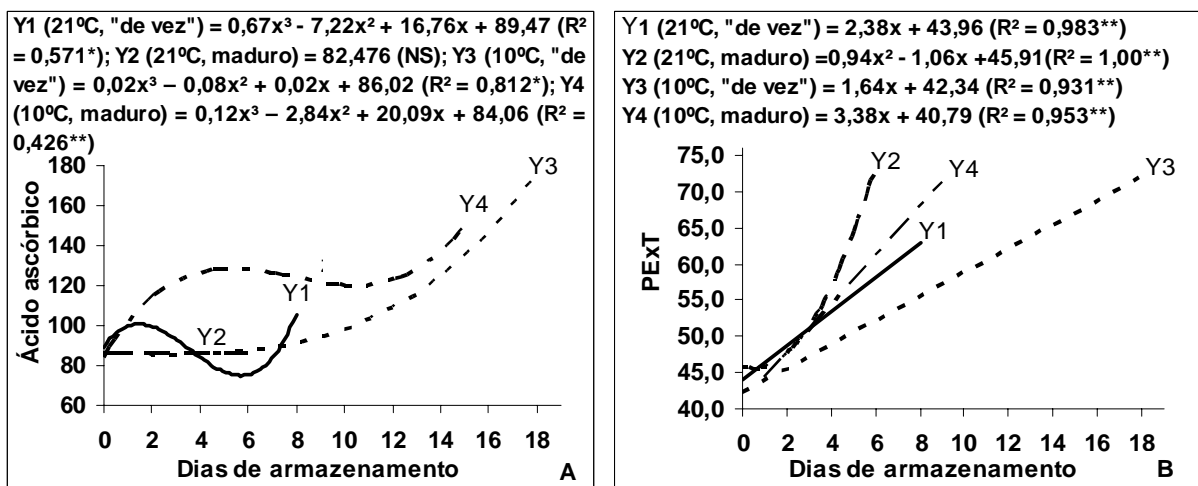


Figura 6. Teores de ácido ascórbico (mg.100g⁻¹ de polpa) e polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico.100g⁻¹ de popa) da polpa de goiabas ‘Kumagai’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A atividade antioxidante total, determinada pelo método FRAP aumentou nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, mas quando se utilizou o método ABTS, os frutos maduros, armazenados ao ambiente, mantiveram esta atividade (Figura 7 A e B). Os valores encontrados por THAIPONG et al. (2006) em frutos de um genótipo de polpa branca, pelo método ABTS foi de 37,90 μmol trolox.g⁻¹ de massa fresca, o que é maior que os valores obtidos neste trabalho. A diferença entre os valores obtidos pelos métodos pode refletir a diferença relativa na habilidade dos compostos antioxidantes

presentes nos extratos em reduzir o radical ABTS e o íon ferro em sistemas *in vitro* (THAIPONG et al. 2006).

RUFINO (2008) avaliou a capacidade antioxidante de alguns frutos que pertencem à mesma família da goiaba, tais como camu-camu, uvaia e jambolão. Os frutos de camu-camu foram os que apresentaram maior capacidade antioxidante, com valor de $152,7 \mu\text{mol trolox.g}^{-1}$ de massa fresca (ABTS) e $278,6 \mu\text{mol sulfato ferroso.g}^{-1}$ de massa fresca (FRAP), o que foi superior ao encontrado nesse trabalho. Frutos de jambolão e uvaia apresentaram capacidade antioxidante, pelo método ABTS, de $29,7 \mu\text{mol trolox.g}^{-1}$ de massa fresca e $18,0 \mu\text{mol trolox.g}^{-1}$ de massa fresca, respectivamente, o que foi inferior ao encontrado para goiaba. Pelo método FRAP, os frutos de jambolão e uvaia também apresentaram valores menores do que os da goiaba.

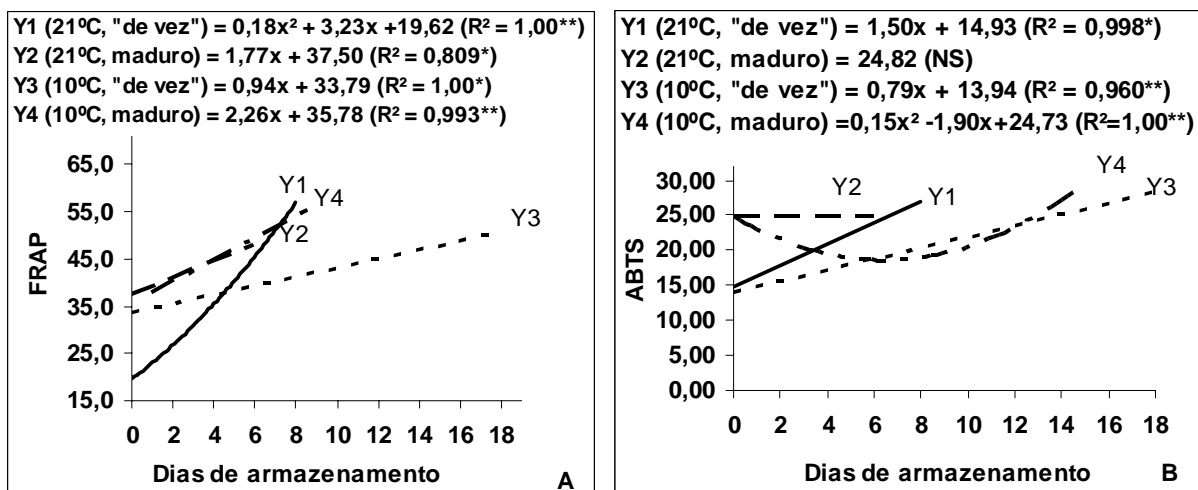


Figura 7. Atividade antioxidante total pelos métodos FRAP ($\mu\text{M sulfato ferroso.g}^{-1}$ de polpa) e ABTS ($\mu\text{M trolox.g}^{-1}$ de polpa) da polpa de goiabas 'Kumagai', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

As mudanças na coloração refletiram-se na aparência (Tabela 1), ou seja, frutos "de vez", a 21°C , conservaram boa aparência até o 6º dia, enquanto os maduros conservaram-na por apenas 4 dias, o que também foi o observado por CAVALINI (2004), ao armazenar goiabas 'Kumagai' a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 80-90% UR colhidas em cinco estádios de maturação. Os frutos "de vez", a 10°C , apresentaram boa aparência até o 12º dia, enquanto os maduros conservaram-na por 9 dias, reafirmando o relatado por

JACOMINO et al. (2000) que armazenaram goiabas 'Kumagai' sob quatro temperaturas (2°C; 8°C; 10°C e 12°C) e 85-90% UR por 7, 14 e 21 dias, seguidos de mais 3 dias de comercialização simulada, a 25°C.

A ocorrência de podridões foi retardada com o uso da refrigeração, pois os frutos armazenados a 21°C apresentaram indícios de podridões no 6º dia, enquanto nos armazenados a 10°C, as podridões apareceram, nos “de vez” no 18º dia e nos maduros no 15º dia.

Tabela 1. Evolução da aparência e de podridões em goiabas 'Kumagai', em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Tempo (dia)	21-23°C (85-90% UR)		10°C (85-90% UR)	
	“De vez”	Maduro	“De vez”	Maduro
0	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
2	1 (0)	1 (0)	-	-
3	-	-	1(0)	1(0)
4	1 (0)	2 (0)	-	-
6	2 (1)	4 (1)	1(0)	1(0)
8	4 (2)	-	-	-
9	-	-	1 (0)	2 (0)
12	-	-	2 (0)	3 (0)
15	-	-	3 (0)	5 (2)
18	-	-	5 (2)	-

Notas para a aparência - 1: ótimo; 2: bom; 3: regular; 4: ruim; 5: péssimo

Os valores entre parênteses indicam a ocorrência de podridões, onde 0: ausência; 1: indícios; 2: presença de podridões.

Este experimento permitiu deixar observado que a vida útil dos frutos foi limitada pela aparência, presença de podridões e coloração da casca. Os teores de sólidos solúveis aumentaram, assim como os de ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais, o que pode estar diretamente relacionado com a atividade antioxidante total.

4.1.2. Processamento mínimo

Os produtos minimamente processados (PMP) com goiabas descascadas apresentaram menor rendimento (60,41%), que os produtos com goiabas não descascadas (68,59%). Quanto à qualidade microbiológica dos PMP, observou-se que

durante o período de armazenamento não ocorreram contaminações de coliformes totais e coliformes fecais.

Os frutos descascados apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que os não descascados (Figura 8). É importante salientar que, mesmo que esta perda não tenha sido significativa, foi observado que todos os produtos apresentaram aspecto ressecado após 12 dias de armazenamento. SOUZA et al. (2009b) também notaram que todos os tratamentos apresentaram ressecamento e perda do frescor ao longo do armazenamento.

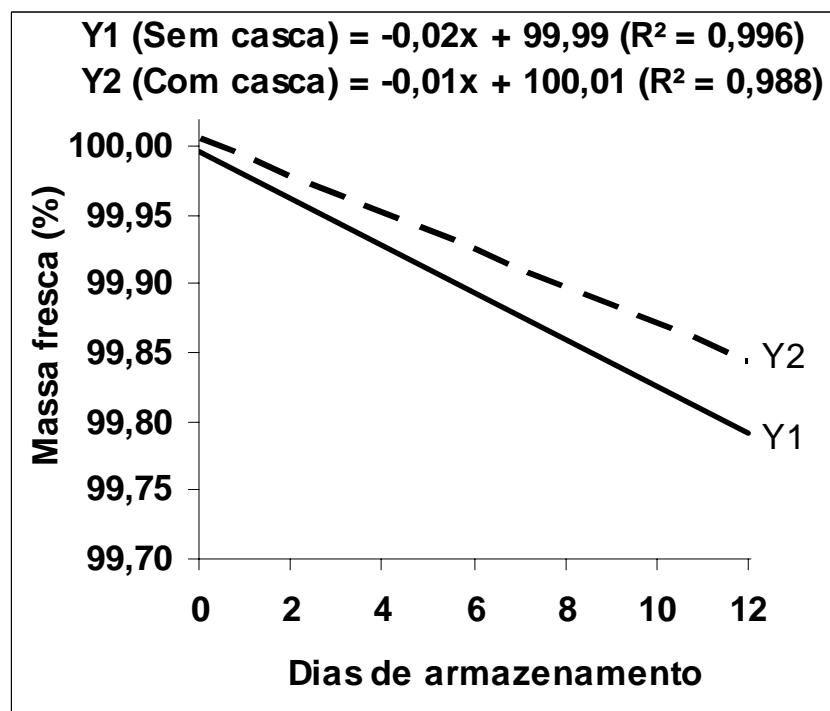


Figura 8. Massa fresca de produtos minimamente processados de goiabas 'Kumagai', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

A luminosidade dos produtos aumentou ao longo do período de armazenamento, enquanto os valores de ângulo de cor e de cromaticidade se mantiveram constantes (Tabela 2), indicando que os produtos mantiveram a coloração inicial. PINTO (2008) definiu o melhor estágio de maturação para o processamento mínimo, em rodela, de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', armazenadas a 5°C por 9

dias e também observou que não ocorreu escurecimento da polpa nos 3 estádios de maturação testados.

Tabela 2. Luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade de produtos minimamente processados de goiabas 'Kumagai', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Dias	Luminosidade		Ângulo de cor		Cromaticidade	
	Sem casca	Com casca	Sem casca	Com casca	Sem casca	Com casca
0	66,72 Ab	65,88 Ab	99,04 Aab	99,79 Aa	15,35 Aa	13,23 Bb
2	68,84 Aab	67,36 Aab	100,33 Aa	96,75 Bb	14,67 Aab	14,28 Aab
4	68,23 Aab	67,61 Aab	98,52 Aabc	96,41 Bb	14,13 Aab	14,83 Aab
6	72,95 Aa	65,84 Bb	97,88 Aabc	98,05 Aab	14,90 Aab	15,41 Aa
8	69,22 Aab	71,45 Aa	96,69 Abc	96,95 Aab	13,36 Bb	14,86 Aab
10	69,65 Aab	68,03 Aab	95,92 Bc	98,05 Aab	13,94 Aab	14,29 Aab
12	72,08 Aa	72,16 Aa	98,13 Aabc	97,81 Aab	13,78 Bab	15,12 Aa

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de sólidos solúveis dos produtos não apresentaram diferenças significativas durante o armazenamento (Tabela 3), o que também foi observado por SOUZA et al. (2009b) e MATTIUZ et al. (2003). Esses teores foram maiores nos produtos não descascados.

Os teores de ácido ascórbico mantiveram-se durante o armazenamento, e foram maiores nos produtos não descascados (Tabela 3). SOUZA et al. (2009b) determinaram os efeitos de tipos de corte e de temperaturas de armazenamento na conservação de produto minimamente processado de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', associando-se goiabas de polpa branca e de polpa vermelha num único produto e concluíram que o teor de ácido ascórbico foi influenciado pelo período de armazenamento.

Os teores de acidez titulável diminuíram ao longo do período de armazenamento (Tabela 4), o que não foi observado por SOUZA et al. (2009b), sendo que os frutos não descascados apresentaram maiores valores.

Tabela 3. Conteúdos de sólidos solúveis e de ácido ascórbico de produtos minimamente processados de goiabas 'Kumagai', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C ; 75%UR).

Variável	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de polpa)
Sem casca	7,27 b	94,94 b
Com casca	7,56 a	135,32 a
Dias		
0	7,46 a	116,82 ab
2	7,36 a	99,15 b
4	7,22 a	113,12 ab
6	7,45 a	113,26 ab
8	7,57 a	120,53 ab
10	7,47 a	121,94 a
12	7,38 a	121,08 ab

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 4. Acidez titulável de produtos minimamente processados de goiabas 'Kumagai', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Dias de armazenamento	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	
	Sem casca	Com casca
0	0,519 Aa	0,545 Aabc
2	0,508 Aab	0,536 Abc
4	0,465 Bbc	0,568 Aab
6	0,524 Ba	0,585 Aa
8	0,497 Bab	0,549 Aabc
10	0,450 Bc	0,533 Abc
12	0,471 Bbc	0,521 Ac

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A vida útil dos produtos minimamente processados feitos com goiabas 'Kumagai' foi de doze dias. Durante este período a coloração inicial foi mantida e os teores de sólidos solúveis, ácido ascórbico e acidez titulável estavam adequados para o consumo destes produtos.

4.2. Goiaba ‘Paluma’

4.2.1. Ponto de colheita e armazenamento

As goiabas armazenadas a 21°C apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que as a 10°C e esta perda foi maior nos frutos maduros do que nos “de vez” (Figura 9A), o que não foi observado para goiabas ‘Kumagai’. DURIGAN et al. (1996), quando trataram goiabas ‘Paluma’ em 3 estádios de maturação (verde, “de vez” e maduro) com cera e armazenaram a 10°C (77% UR), concluíram que frutos maduros apresentaram maior perda de massa, o que foi diferente do encontrado neste trabalho.

A casca dos frutos “de vez”, refrigerados ou não, apresentou aumento nos valores de luminosidade indicando que os frutos tornaram-se mais claros, o que também foi relatado para goiabas ‘Kumagai’. Os frutos maduros apresentaram leve redução (Figura 9B).

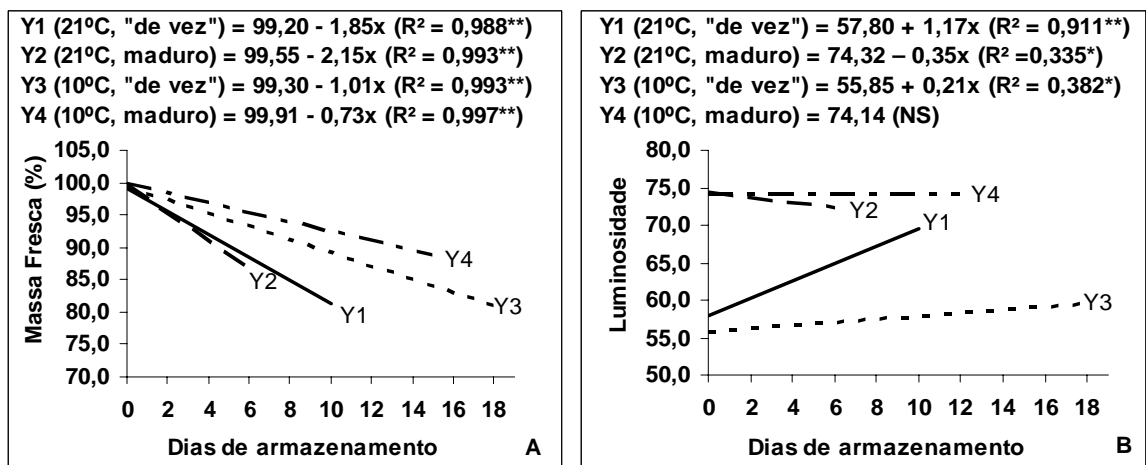


Figura 9. Massa fresca e luminosidade da casca de goiabas ‘Paluma’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A redução nos valores do ângulo de cor indica que os frutos “de vez”, armazenados ao ambiente, mudaram mais rapidamente a cor de verde para amarelo, que os armazenados sob condição refrigerada, o que também foi observado para goiabas ‘Kumagai’ (Figura 10A), Segundo CROSS (1987), os principais processos

envolvidos na perda da coloração verde dos frutos, durante o amadurecimento, são a degradação da clorofila e a síntese de caroteno.

Nos frutos de todos os tratamentos, pode-se observar aumento na cromaticidade da casca em todos os tratamentos, que foi mais acentuado nos frutos “de vez” armazenados sob condição ambiente, o que também foi relatado para goiabas ‘Kumagai’ (Figura 10B).

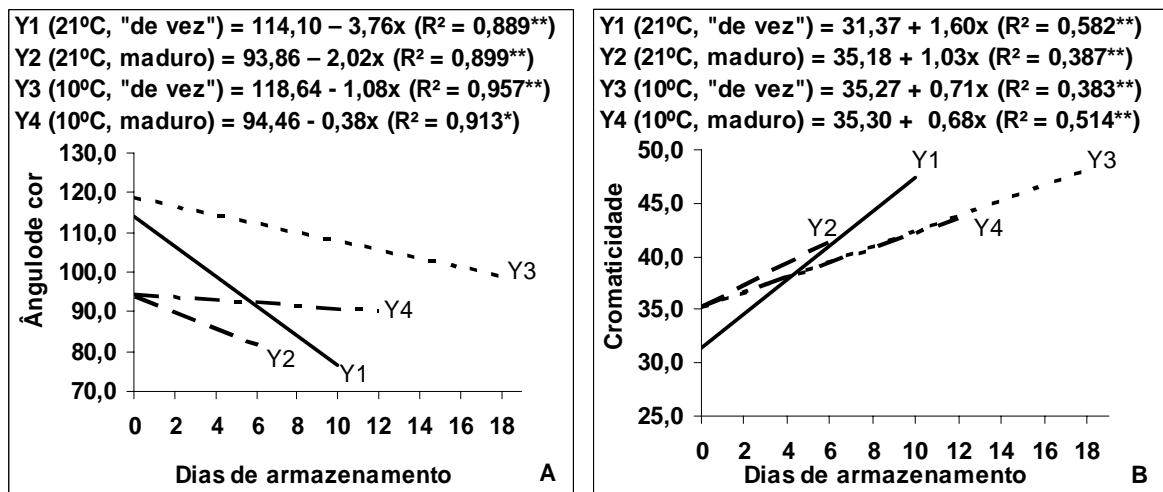


Figura 10. Ângulo de cor e cromaticidade da casca de goiabas ‘Paluma’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A resistência da polpa dos frutos “de vez” reduziu-se durante o armazenamento, como consequência do processo de amadurecimento. Nos maduros a redução ocorreu mais lentamente, o que também foi observado para goiabas ‘Kumagai’ (Figura 11A).

A perda de resistência com o amadurecimento tem sido atribuída à decomposição das moléculas poliméricas, como protopectinas, celulose, hemicelulose e amido o que amacia as paredes celulares, pois diminui a força coesiva que mantém as células unidas, modificando a estrutura dos frutos durante o amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A luminosidade da polpa dos frutos apresentaram redução em todos os tratamentos durante o período de armazenamento, o que indica que a polpa tornou-se escurecida ao final do armazenamento (Figura 11B). Isto também foi relatado para goiabas ‘Kumagai’.

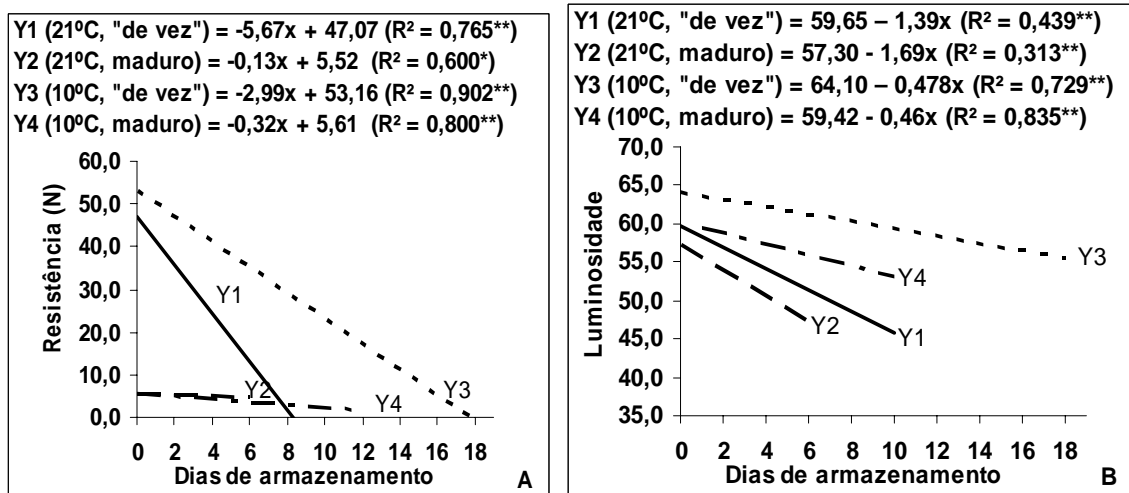


Figura 11. Resistência (N) e luminosidade da polpa de goiabas 'Paluma', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Quanto ao ângulo de cor, a polpa dos frutos de todos os tratamentos apresentaram valores constantes (Figura 12A), o que também foi observado para frutos 'Kumagai'. A cromaticidade da polpa dos frutos "de vez" aumentou durante o armazenamento (Figura 12B), o que não foi observado para goiabas 'Kumagai'. Nos maduros a cromaticidade permaneceu constante, assim como nos frutos da 'Kumagai'.

Os resultados relativos à coloração da polpa das goiabas, durante o período de armazenamento, indicam que a evolução foi consequência do amadurecimento, tornando-se vermelho intenso nos frutos "de vez". CAVALINI (2004) relatou que houve influência do ponto de colheita na cor da polpa ao final do período comercializável, sendo que as goiabas colhidas mais verdes atingiram polpa de coloração mais intensa que as colhidas mais maduras.

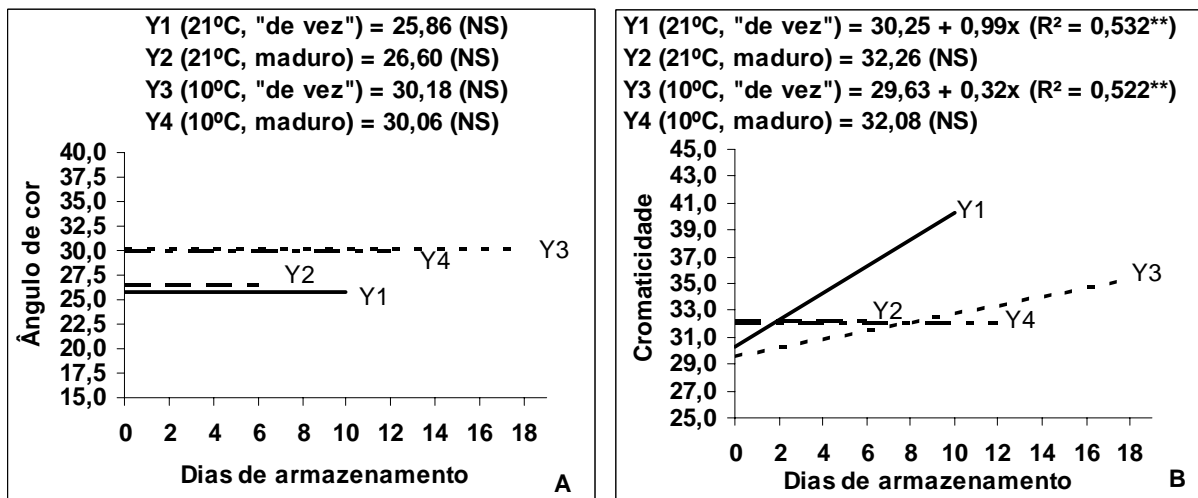
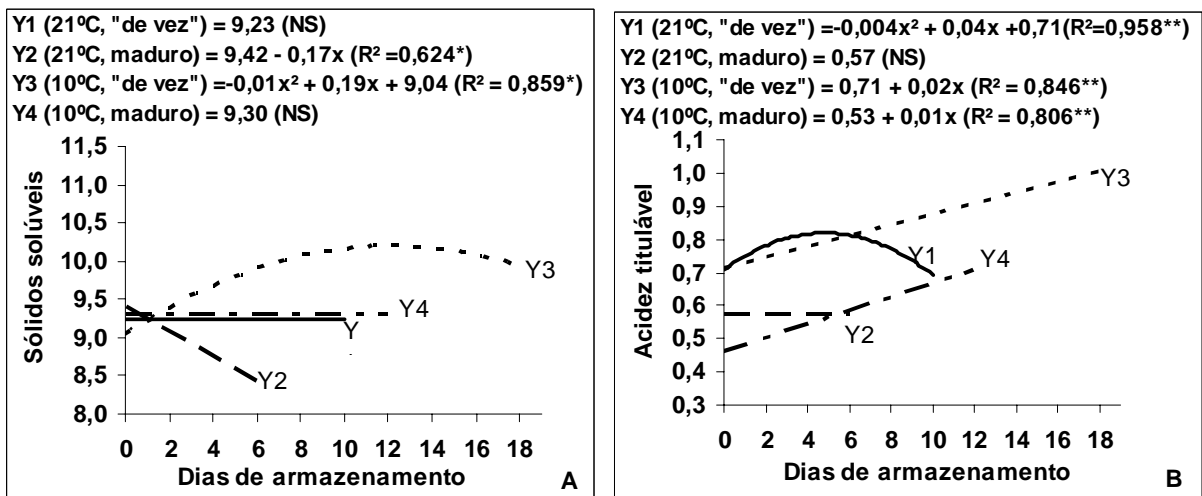


Figura 12. Ângulo de cor e cromaticidade da polpa de goiabas ‘Paluma’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os teores de sólidos solúveis reduziram-se nos frutos maduros mantidos ao ambiente, enquanto nos “de vez”, armazenados sob refrigeração houve aumento. Nos frutos “de vez” sob condição ambiente e nos maduros sob refrigeração, estes teores mantiveram-se constantes. O mesmo foi semelhante apenas para goiabas ‘Kumagai’ maduras sob refrigeração (Figuras 13A). Os frutos “de vez” sob refrigeração ou não, apresentaram, no 6º dia de armazenamento, valores inferiores ao relatado por RIBEIRO et al. (2005), que encontrou teor médio de 10,90°Brix.

A acidez titulável da polpa aumentou nos frutos mantidos sob refrigeração, ao longo do armazenamento, o que também foi encontrado para goiabas ‘Kumagai’. Nos frutos mantidos sob condição ambiente, os “de vez” apresentaram pequeno aumento até o 4º dia, seguido de redução, enquanto nos maduros manteve-se constante (Figura 13B). Os frutos “de vez”, sob refrigeração ou não, apresentaram teores de acidez em torno de 0,80% de ácido cítrico, o que é superior ao observado por RIBEIRO et al. (2005), cujo teor médio encontrado foi de 0,50% de ácido cítrico.



Os frutos mantidos sob condição ambiente e os "de vez" a 10°C apresentaram aumento nos teores de ácido ascórbico (Figura 14A), o que vem ao encontro do relatado por MERCADO-SILVA et al. (1998), ou seja, que goiabas possuem significativa quantidade de ácido ascórbico, cujas concentrações aumentam durante as etapas de maturação. Os frutos maduros sob refrigeração mantiveram seus teores de ácido ascórbico constantes, o que não foi observado para frutos da 'Kumagai'.

Os frutos "de vez", armazenados em condição refrigerada ou não, mantiveram constantes os teores de polifenóis extraíveis totais (PExT) durante o armazenamento, com teor foi de 77,05 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa, para os ao ambiente e de 80,70 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa para os refrigerados (Figura 14B). Este valor é inferior ao relatado por KUSKOSKI et al. (2006), que encontraram teor de 83,00 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa, ao estudarem polpa congelada de goiaba e por TASCA (2007), que encontrou teor médio de 1167 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa em goiabas 'Paluma'. Isto não foi observado para goiabas 'Kumagai', que apresentaram aumento nos teores.

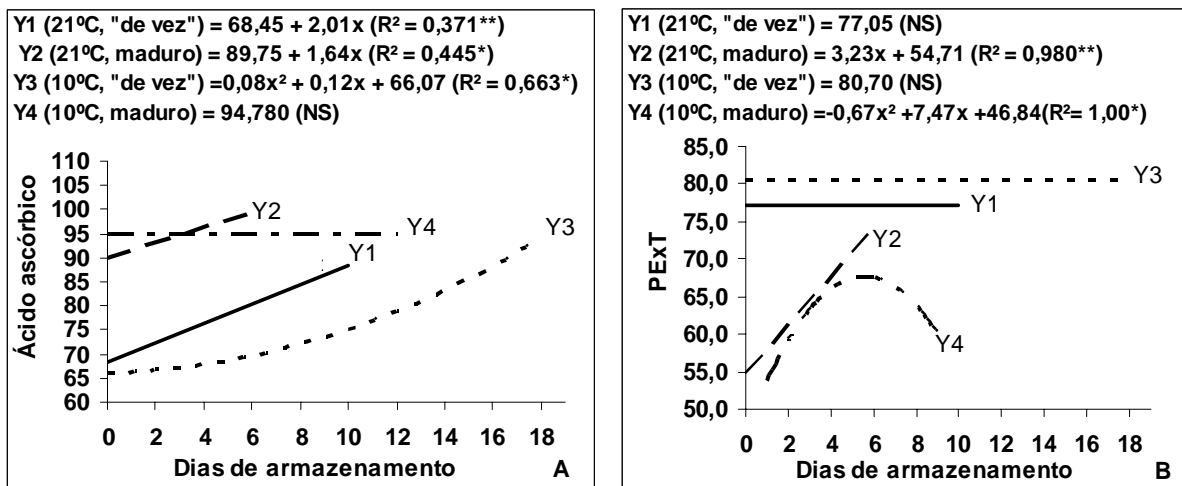


Figura 14. Teores de ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa) e polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico. 100g^{-1} de polpa) da polpa de goiabas ‘Paluma’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A atividade antioxidante total, determinada pelo método FRAP se manteve nos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, o que não foi o relatado para goiabas ‘Kumagai’. Quando se utilizou o método ABTS, os frutos maduros, armazenados a 10°C, aumentaram esta atividade (Figura 15 A e B), o que também foi encontrado para frutos da ‘Kumagai’. Os valores encontrados por THAIPONG et al. (2006) para frutos da ‘Fan Retief’, pelo método ABTS, foi de $34,40 \mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ massa fresca, o que é menor que os valores obtidos neste trabalho para frutos “de vez”.

ROJAS-BARQUERA & NARVAÉZ-CUENCA (2009) avaliaram a atividade antioxidante, medida pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH em quatro variedades diferentes de goiaba cultivadas em Colombia e encontraram, para a variedade Pera, $95,5 \mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$, pelo método ABTS, o que é superior aos valores encontrados neste trabalho.

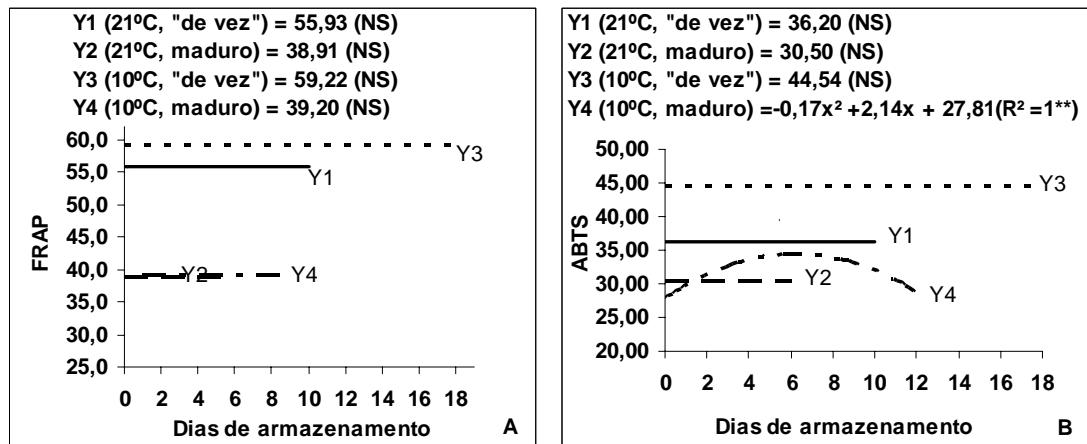


Figura 15. Atividade antioxidante pelos métodos FRAP (μM sulfato ferroso. g^{-1} de polpa) e ABTS (μM trolox. g^{-1} de polpa) da polpa de goiabas "Pedro Sato", armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os frutos "de vez", quando armazenados sob condição ambiente (21-23°C), apresentaram aparência boa até o 6º dia, enquanto nos maduros, esta aparência boa manteve-se até o 4º dia (Tabela 5) o que é semelhante ao observado com a cultivar Kumagai e diferente do relatado por CAVALINI (2004), que constatou que goiabas maduras conservaram-se apenas por um dia.

A ocorrência de podridões também foi retardada com o uso da refrigeração (Tabela 5). Os frutos "de vez", sob condição de ambiente, apresentaram indícios de podridões no 6º dia, enquanto nos frutos "de vez" armazenados a 10°C houve indícios de podridões somente no 18º dia e nos maduros, no 9º dia.

Tabela 5. Evolução da aparência e de podridões em goiabas ‘Paluma’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Tempo (dia)	21-23°C (85-90% UR)		10°C (85-90% UR)	
	“De vez”	Maduro	De vez”	Maduro
0	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
2	1 (0)	1 (0)	-	-
3	-	-	1 (0)	1 (0)
4	1 (0)	2 (0)	-	-
6	2 (1)	5 (2)	1(0)	1(0)
8	3 (1)	-	-	-
9	-	-	1 (0)	3 (1)
10	3 (1)	-	-	-
12	-	-	2 (0)	5 (2)
15	-	-	2 (0)	-
18	-	-	3 (1)	-

Notas para a aparência - 1: ótimo; 2: bom; 3: regular; 4: ruim; 5: péssimo

Os valores entre parênteses indicam a ocorrência de podridões, onde 0: ausência; 1: indícios; 2: presença de podridões.

Este experimento permitiu deixar observado que a vida útil dos frutos também foi limitada pela aparência, presença de podridões e coloração da casca, como foi relatado para goiabas ‘Kumagai’. Os teores de sólidos solúveis foram mantidos ou aumentaram, assim como os de ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais. A atividade antioxidante de todos os tratamentos foi mantida, tanto pelo método FRAP, quanto pelo método ABTS, exceto nos frutos maduros, mantidos a 10°C, pelo método ABTS.

4.2.2. Processamento mínimo

Os produtos minimamente processados (PMP) e feitos com goiabas descascadas apresentaram menor rendimento (59,53%), quando comparados com os produtos das goiabas não descascadas (66,14%), o que também foi observado para PMP feitos com goiabas ‘Kumagai’. Quanto à qualidade microbiológica dos PMP, observou-se que durante o período de armazenamento não ocorreram contaminações de coliformes totais e coliformes fecais.

Os frutos descascados apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que os não descascados, o que também foi observado para PMP feitos com goiabas ‘Kumagai’. As equações apresentadas na Figura 16 reafirmam esta perda e é

importante salientar que, mesmo que esta perda não tenha sido significativa, foi observado que os frutos de ambos os tratamentos estavam com aspecto ressecado após 12 dias de armazenamento.

A luminosidade dos produtos diminuiu ao longo do período de armazenamento (Tabela 6), o que não foi observado para os produtos minimamente processados feitos com goiabas 'Kumagai'. Os valores de ângulo de cor e de cromaticidade dos produtos descascados ou não aumentaram ao longo do armazenamento.

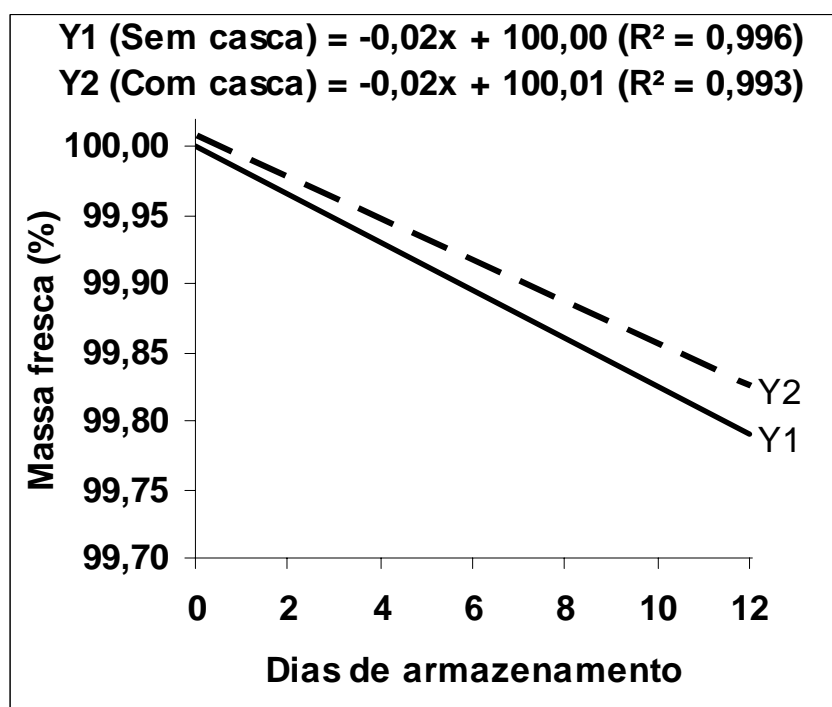


Figura 16. Massa fresca de produtos minimamente processados de goiabas 'Paluma', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Tabela 6. Luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade de PMP de goiabas ‘Paluma’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Variável	Luminosidade	Ângulo de cor	Cromaticidade
Sem casca	49,57 a	29,20 a	24,94 a
Com casca	47,87 b	28,32 a	24,13 a
Dias			
0	51,86 a	27,06 b	22,52 b
2	48,77 ab	26,43 b	24,82 ab
4	47,65 b	27,22 b	25,44 a
6	48,08 ab	29,19 ab	24,84 ab
8	47,38 b	28,99 ab	23,70 ab
10	47,66 b	30,14 ab	24,54 ab
12	49,64 ab	32,27 a	25,88 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de sólidos solúveis dos produtos aumentaram durante o armazenamento (Tabela 7), ao contrário do relatado por MATTIUZ et al. (2003) e do observado para PMP de goiabas ‘Kumagai’. Estes teores foram maiores nos produtos descascados, que apresentaram teor médio superior ao encontrado pelo citado autor, ou seja, 7,55°Brix.

A acidez titulável não se alterou ao longo do armazenamento (Tabela 7), assim como foi observado por MATTIUZ et al. (2003) e os frutos não descascados apresentaram maiores valores. Isto foi diferente do encontrado para os PMP feito com goiabas ‘Kumagai’.

Os teores de ácido ascórbico reduziram-se durante o armazenamento (Tabela 7), o que também foi o observado por MATTIUZ et al. (2003) que avaliaram a composição química de goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’ submetidas ao processamento mínimo e armazenadas a 3°C. Segundo esses autores, os sistemas protetores antioxidantes associados ao ácido ascórbico podem ter sido danificados pelas injúrias mecânicas durante o processamento, permitindo a depleção oxidativa do ácido ascórbico a ácido 2,3 dioxi L-gulônico.

A retirada da casca no processamento foi suficiente para reduzir os teores de ácido ascórbico. No entanto, as reações oxidativas envolvidas na degradação desta vitamina não foram significativamente influentes para causar escurecimento,

descoloração dos pigmentos endógenos, perdas ou mudanças no sabor, aroma e odor de produtos e perda nutricional, conforme o indicado por WILEY (1997).

Tabela 7. Conteúdos de acidez titulável, sólidos solúveis e ácido ascórbico de produtos minimamente processados de goiabas ‘Paluma’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C ; 75%UR).

Variável	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de polpa)
Sem casca	0,709 b	8,31 a	62,26 b
Com casca	0,756 a	8,11 b	110,93 a
Dias			
0	0,739 a	7,84 b	94,43 ab
2	0,706 a	8,07 ab	102,34 a
4	0,680 a	8,16 ab	78,96 b
6	0,766 a	8,39 a	81,46 b
8	0,761 a	8,54 a	86,13 ab
10	0,726 a	8,08 ab	82,38 b
12	0,750 a	8,38 a	80,49 b

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A vida útil dos produtos minimamente processados (PMP) feitos com goiabas ‘Paluma’ foi de doze dias, como foi observado para os PMP feitos com frutos da ‘Kumagai’. Durante este período a coloração dos produtos apresentou pequeno escurecimento. Os teores de sólidos solúveis aumentaram, os de ácido ascórbico reduziram-se e a acidez titulável se manteve.

4.3. Goiaba ‘Pedro Sato’

4.3.1. Ponto de colheita e armazenamento

As goiabas armazenadas a 21°C apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que as a 10°C e esta perda foi maior nos frutos maduros do que nos “de vez” (Figura 17A), o que foi semelhante ao encontrado para goiabas ‘Paluma’ e diferente do relatado para goiabas ‘Kumagai’. LIMA (1999) armazenou goiabas ‘Pedro Sato’ a 10°C e 67% UR, sob diferentes embalagens (testemunha; saco plástico com 5%

e 10% da área perfurada; e bandeja de isopor com envoltório de PVC esticável, com e sem KMnO_4) e verificou que a perda de massa fresca foi maior nos frutos do tratamento testemunha, com valor 20% no 15º dia de armazenamento, o que foi semelhante ao encontrado neste trabalho para frutos “de vez”, a 10°C, cuja perda foi de 19%.

A casca tornou-se mais clara durante o armazenamento, o que é evidenciado pelo aumento nos valores da luminosidade, o que também foi observado para goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’ (Figura 17B). Nos frutos “de vez” armazenados ao ambiente, este aumento foi mais acentuado, enquanto os maduros mantiveram os valores constantes.

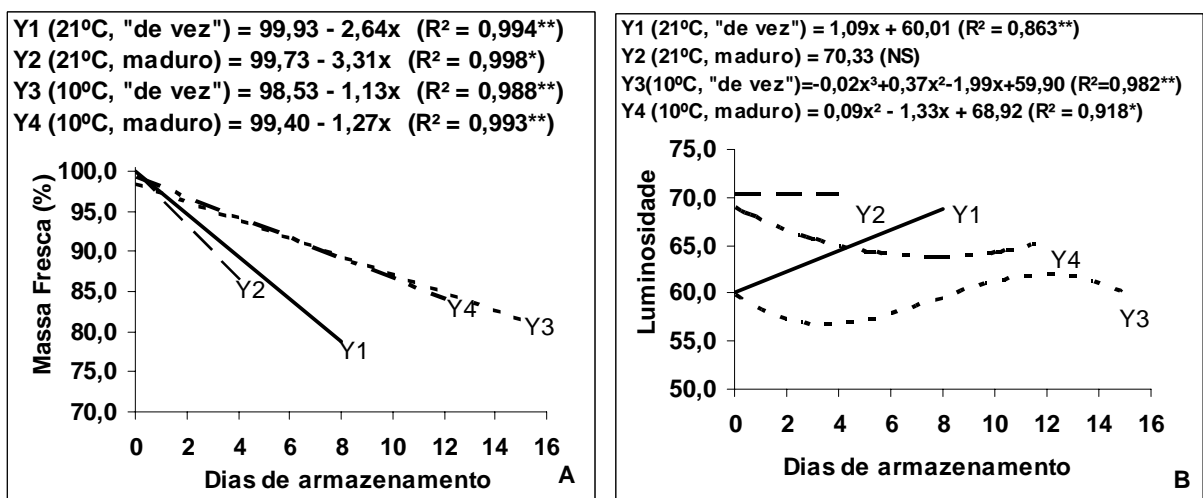
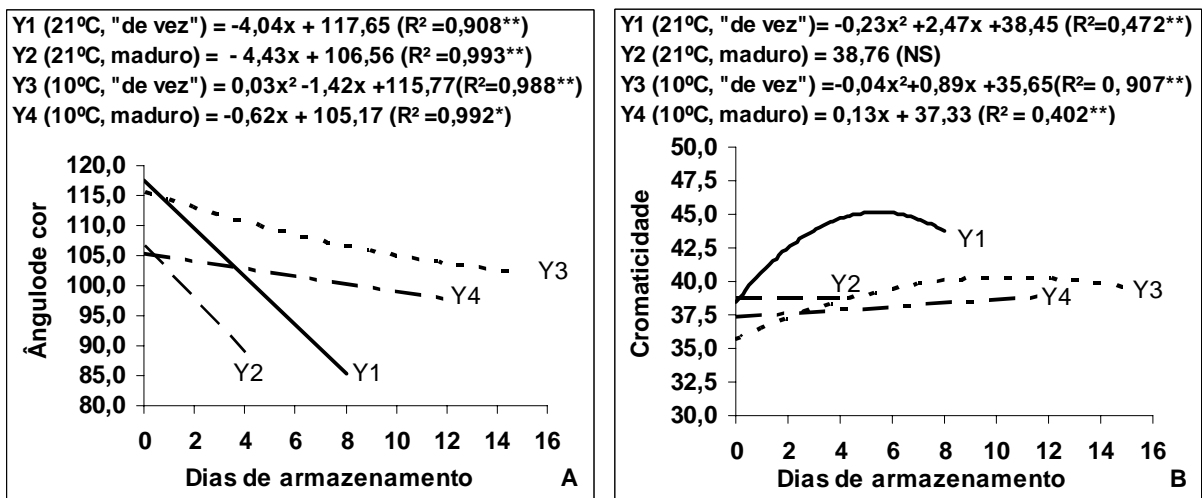


Figura 17. Massa fresca e luminosidade da casca de goiabas ‘Pedro Sato’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A redução nos valores do ângulo de cor indica que a cor dos frutos armazenados ao ambiente evoluiu mais rapidamente de verde para amarelo, que nos armazenados sob condição refrigerada (Figura 18A), semelhante ao encontrado por JACOMINO et al. (2003) e para as cultivares ‘Kumagai’ e ‘Paluma’.

A cromaticidade da casca dos frutos “de vez” e dos maduros armazenados sob refrigeração aumentou ao longo do armazenamento (Figura 18B), o que também foi observado para goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. Os frutos maduros, ao ambiente, não apresentaram alteração nestes valores.



A resistência da polpa dos frutos armazenados ao ambiente reduziu-se rapidamente (Figura 19A), como conseqüência do processo de amadurecimento, o que também foi observado em goiabas 'Kumagai' e 'Paluma' (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Nos frutos maduros, sob refrigeração, ela se manteve. Os frutos "de vez", ao ambiente, apresentaram resistência de 7,44N no 6º dia de armazenamento, o que foi diferente do encontrado por JACOMINO et al. (2003) que estudaram o efeito de ceras à base de carnaúba na conservação de goiabas 'Pedro Sato' no estágio de maturidade fisiológica, armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ($75 \pm 5\% \text{UR}$) e verificaram firmeza de 11,21N (6º dia), no tratamento controle.

A luminosidade da polpa dos frutos apresentou diminuição durante o período de armazenamento em todos os tratamentos, o que também foi relatado para goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. Nos frutos "de vez" esta diminuição foi acentuada, como conseqüência da intensidade dos processos de amadurecimento e senescência (Figura 19B).

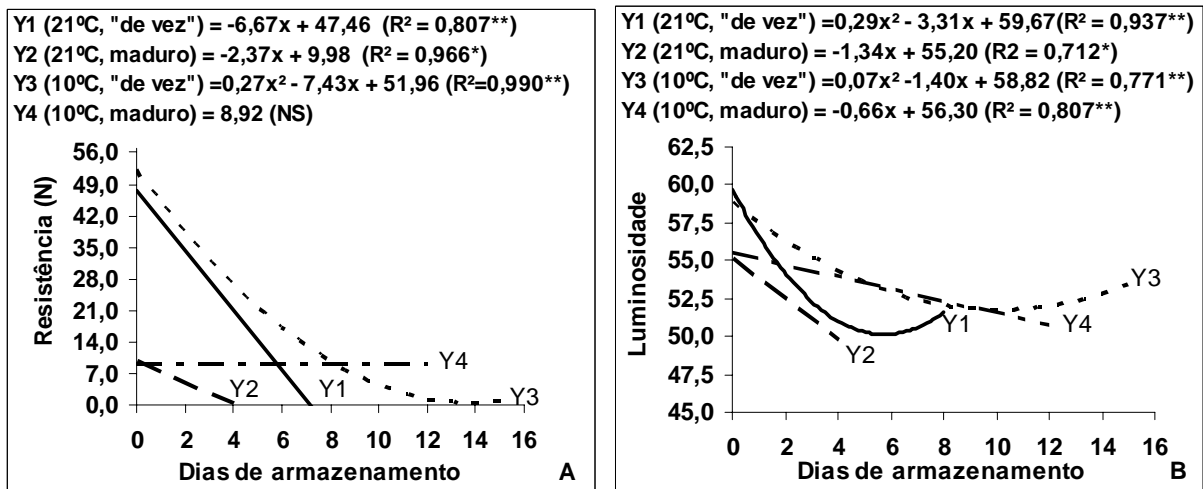


Figura 19. Resistência (N) e luminosidade da polpa de goiabas ‘Pedro Sato’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

O ângulo de cor da polpa dos frutos “de vez” apresentaram aumento nos valores, indicando que a cor da polpa mudou de rosa para vermelho com o decorrer do armazenamento, o que também foi relatado por JACOMINO et al. (2003). Os frutos maduros, refrigerados ou não, apresentaram valores constantes, indicando que a polpa manteve a cor inicial, o que também foi relatado para os frutos das cultivares Kumagai e Paluma, em todos os tratamentos (Figura 20A).

A evolução da cromaticidade indica que a saturação da cor vermelha aumentou nos frutos “de vez”, refrigerados ou não, conforme o relatado por AZZOLINI et al. (2004), que também observaram aumento na cromaticidade da polpa de goiabas ‘Pedro Sato’ colhidas em três estádios de maturação, verde escuro, verde claro e verde amarelo, armazenadas a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $80\pm 5\%$ UR, verificando mudança da cor rosa para vermelho intenso. Relataram que a cor vermelha da polpa foi semelhante nos frutos dos estádios verde claro e verde amarelo, que era mais intensa do que nos verde escuros. Os frutos maduros, armazenados sob refrigeração, mantiveram os valores de cromaticidade iniciais, como foi relatado para goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’ (Figura 20B).

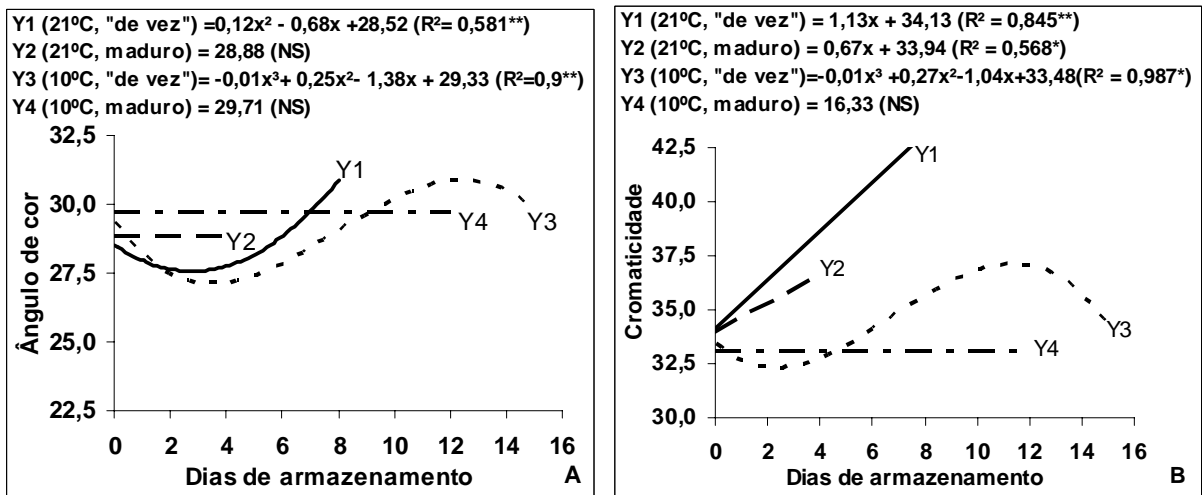
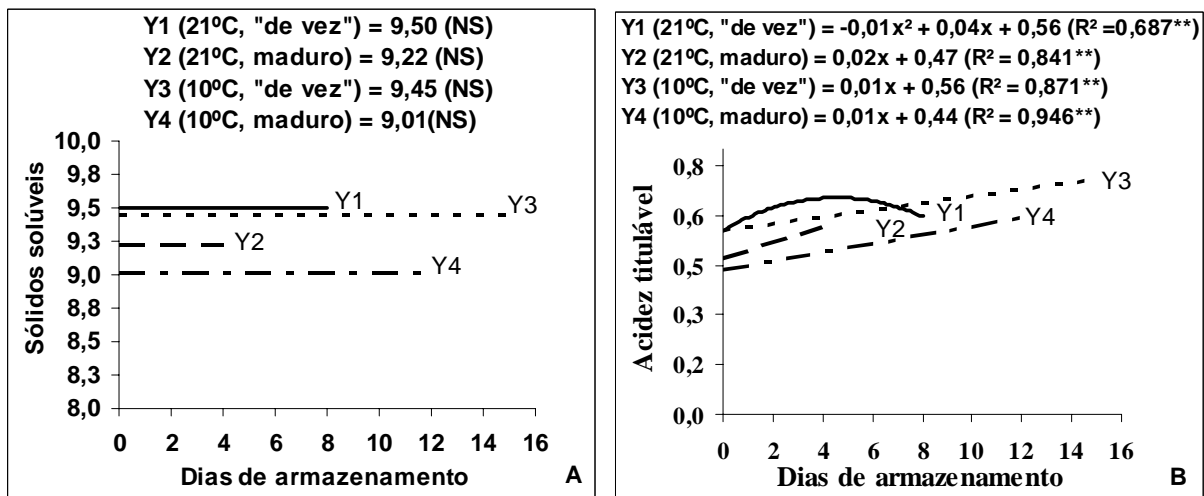


Figura 20. Ângulo de cor e cromaticidade da polpa de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas

Os teores de sólidos solúveis mantiveram-se constantes, nos frutos submetidos a todos os tratamentos, ao longo do armazenamento (Figura 21A), o que não foi observado por JACOMINO et al. (2003), que relataram pequeno aumento nesses teores. Os frutos maduros, sob refrigeração, das goiabas 'Kumagai' e 'Paluma' também mantiveram constantes estes teores.

A acidez titulável da polpa nos frutos "de vez", armazenados ao ambiente, apresentou alguma evolução no final do período, o que não foi observado para goiabas 'Kumagai', mas foi semelhante para os frutos da 'Paluma'. MERCADO-SILVA et al. (1998) também verificaram diminuição no teor de acidez em goiabas armazenadas a 25°C. Nos frutos sob condição refrigerada e nos maduros ao ambiente houve aumento nestes teores, o que foi relatado apenas para goiabas 'Kumagai' (Figura 21B).



Os frutos mantidos sob condição refrigerada tiveram os teores de ácido ascórbico aumentados durante o armazenamento, assim como os maduros sob condição ambiente, o que também foi observado para goiabas 'Kumagai', apenas para os frutos mantidos sob refrigeração, e 'Paluma'. Frutos "de vez", quando mantidos ao ambiente apresentaram variação e chegaram ao final de 8 dias de armazenamento com teor de 84,03 mg de ácido ascórbico.100 g⁻¹ de polpa (Figura 22A). Resultados diferentes foram encontrados por YAMASHITA & BENASSI (2000), quando trabalharam com goiabas 'Pedro Sato', que também observaram teores médios de ácido ascórbico maiores que os encontrados neste experimento, em torno de 135,58 mg.100g⁻¹ de polpa.

Os frutos "de vez", armazenados sob condição refrigerada ou não, apresentaram aumento nos teores de polifenóis extraíveis totais (PExT) durante o armazenamento, cujo teor médio foi de 51,08 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa. Isto foi observado apenas para goiabas 'Kumagai'. Este valor é inferior ao relatado por THAIPONG et al. (2006), para a cultivar Ruby Supreme (170,00 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa). Os frutos maduros, ao ambiente, também apresentaram aumento, enquanto os sob refrigeração, mantiveram os teores iniciais (Figura 22B).

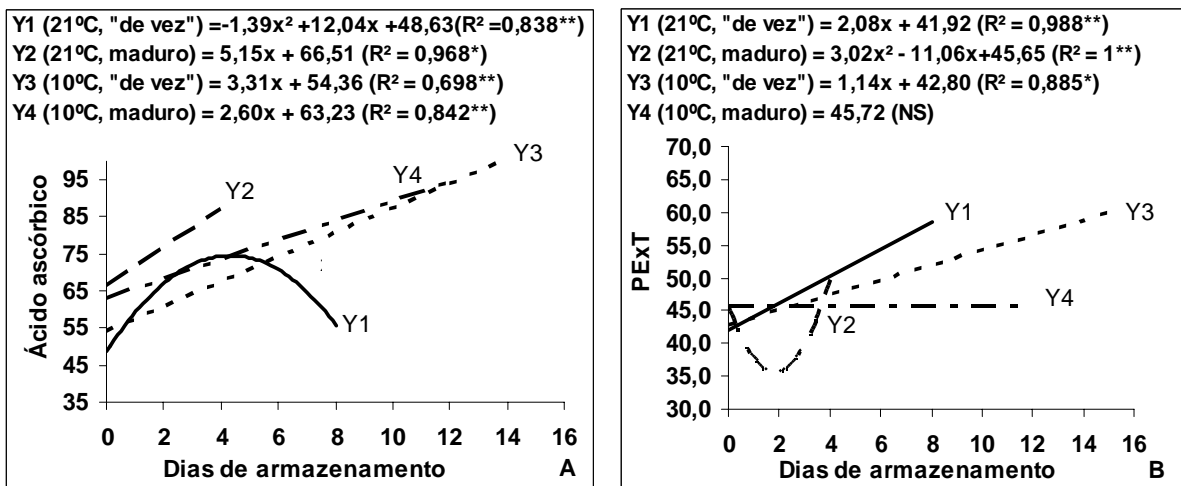


Figura 22. Teores de ácido ascórbico (mg.100g⁻¹ de polpa) e polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico.100g⁻¹ de polpa) da polpa de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em dois estádios de maturação, sob diferentes temperaturas.

A atividade antioxidante total, determinada pelo método FRAP aumentou nos frutos "de vez" ao ambiente, o que também foi observado em goiabas 'Kumagai'. Nos maduros, esta atividade se manteve, o que foi observado para goiabas 'Paluma'. Para os armazenados sob refrigeração, ela permaneceu inalterada nos "de vez" e diminuiu nos maduros (Figura 23A). Quando se utilizou o método ABTS, somente os frutos maduros e armazenados a 10°C apresentaram aumento na atividade, o que também foi encontrado em goiabas 'Kumagai' e 'Paluma' (Figura 23B). O teor médio encontrado por THAIPONG et al. (2006) para a cultivar Ruby Supreme, pelo método ABTS, foi de 22,30 $\mu\text{mol trolox.g}^{-1}$ de massa fresca, o que é maior que os valores obtidos neste trabalho para frutos maduros ao ambiente e menor para frutos "de vez". RUFINO (2008) encontrou, para frutos de jambolão, pelo método ABTS, 29,7 $\mu\text{mol trolox.g}^{-1}$, o que foi semelhante ao encontrado para goiabas "de vez", ao ambiente.

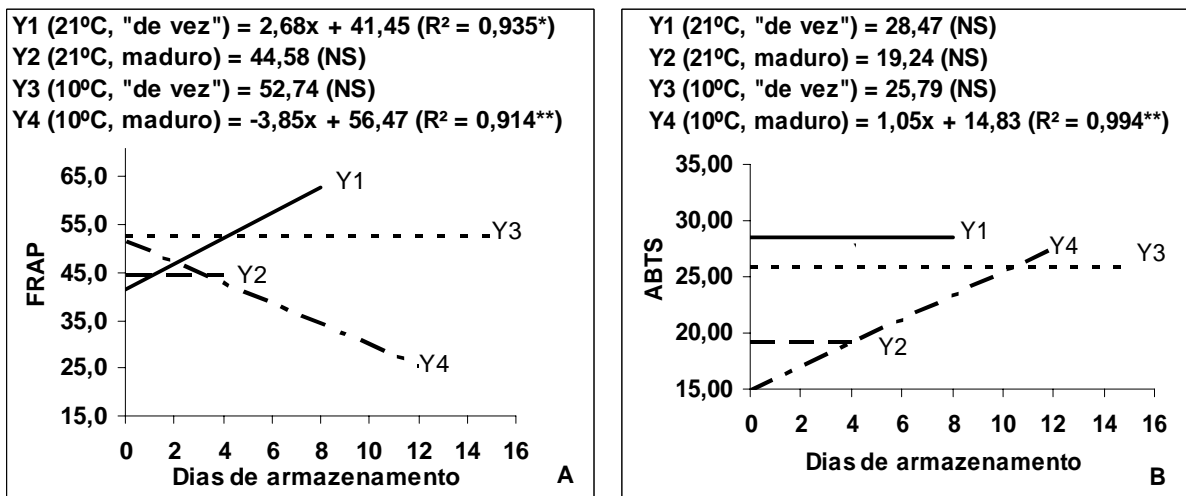


Figura 23. Atividade antioxidante pelos métodos FRAP (μM sulfato ferroso. g^{-1} de polpa) e ABTS (μM trolox. g^{-1} de polpa) da polpa de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em dois estádios de maturação, sob diferentes temperaturas.

Os frutos "de vez", armazenados sob condição ambiente apresentaram aparência boa até o 4º dia (Tabela 8), enquanto que a vida útil dos maduros foi de apenas 2 dias, o que não foi relatado para goiabas 'Kumagai', mas foi semelhante nas goiabas 'Paluma' maduras. Os frutos "de vez", quando armazenados a 10°C, apresentaram boa aparência até o 9º dia, enquanto os maduros conservaram essa boa aparência por 6 dias (Tabela 8), o que não foi observado para goiabas das cultivares Kumagai e Paluma.

A ocorrência de podridões também foi retardada com o uso da refrigeração. Os frutos "de vez", armazenados sob condição ambiente, apresentaram indícios de podridões no 4º dia e os maduros no 2º dia. Nos "de vez", armazenados a 10°C, as podridões apareceram no 12º dia, enquanto que nos maduros, ocorreu no 9º dia (Tabela 8).

Tabela 8. Evolução da aparência e de podridões de goiabas ‘Pedro Sato, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Tempo (dia)	21-23°C (85-90% UR)		10°C (85-90% UR)	
	“De vez”	Maduro	“De vez”	Maduro
0	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
2	1 (0)	2 (1)	-	-
3	-	-	1 (0)	1 (0)
4	2 (1)	5 (2)	-	-
6	3 (1)	-	1 (0)	2 (1)
8	5 (2)	-	-	-
9	-	-	2 (1)	3 (1)
12	-	-	3 (1)	5 (2)
15	-	-	5 (2)	-

Notas para a aparência - 1: ótimo; 2: bom; 3: regular; 4: ruim; 5: péssimo

Os valores entre parênteses indicam a ocorrência de podridões, onde 0: ausência; 1: indícios; 2: presença de podridões.

Este experimento permitiu deixar observado que a vida útil dos frutos também foi limitada pela aparência, presença de podridões e coloração da casca, como foi relatado para as cultivares anteriores. Os teores de sólidos solúveis foram mantidos, e os de ácido ascórbico, acidez titulável e polifenóis extraíveis totais aumentaram, o que pode estar relacionado com a atividade antioxidante total.

4.3.2. Processamento mínimo

Os produtos minimamente processados (PMP) e feitos com goiabas descascadas apresentaram menor rendimento (53,40%), quando comparados com os produtos das goiabas não descascadas (69,65%), o que também foi observado para PMP feitos com goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. Quanto à qualidade microbiológica dos PMP, observou-se que durante o período de armazenamento não ocorreram contaminações de coliformes totais e coliformes fecais.

Os frutos descascados apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que os não descascados, o que também foi relatado para PMP feitos com goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. As equações apresentadas na Figura 24 reafirmam esta perda e observou-se que os frutos estavam com aspecto ressecado após 12 dias de armazenamento.

A luminosidade dos produtos diminuiu ao longo do período de armazenamento, indicando que os produtos estavam escurecidos (Tabela 9), o que também foi observado por PINTO (2008) e apenas para os PMP feitos com goiabas 'Paluma'. Os valores de ângulo de cor aumentaram com o armazenamento, o que foi observado apenas para PMP de goiabas 'Paluma'. Já os de cromaticidade mantiveram-se constantes, o que foi observado apenas para os PMP de goiabas 'Kumagai'.

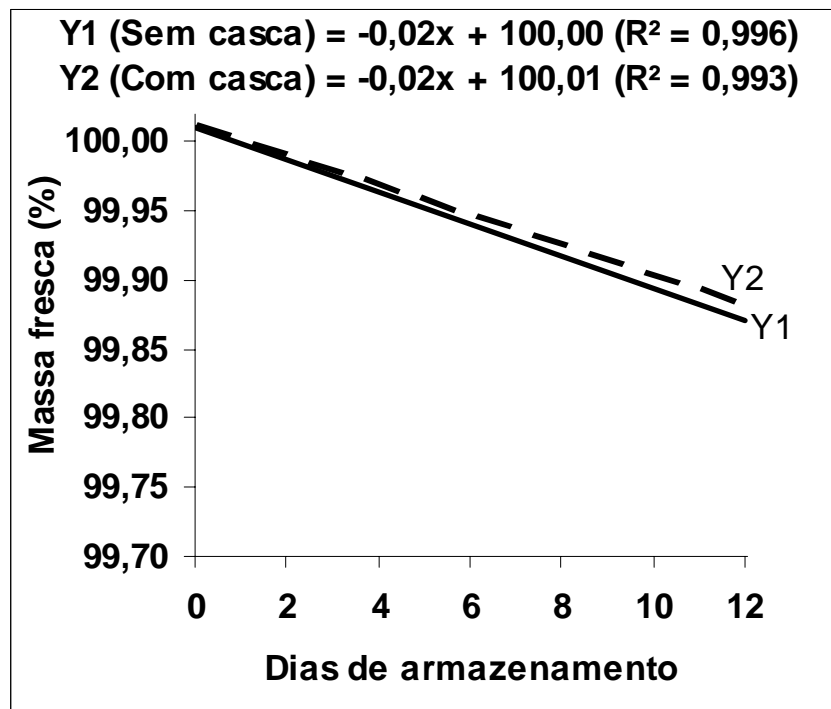


Figura 24. Massa fresca de produtos minimamente processados de goiabas 'Pedro Sato', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C ; 75%UR).

Tabela 9. Luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade de produtos minimamente processados de goiabas 'Pedro Sato' descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Variável	Luminosidade	Ângulo de cor	Cromaticidade
Sem casca	52,25 a	34,38 a	23,64 b
Com casca	51,31 a	33,41 a	24,73 a
Dias			
0	54,76 a	32,03 bcd	22,66 b
2	51,18 b	29,26 d	23,27 ab
4	50,98 b	31,43 cd	24,75 ab
6	52,16 ab	35,30 abc	24,43 ab
8	50,25 b	35,04 abc	24,38 ab
10	51,12 b	37,27 a	24,33 ab
12	52,05 ab	36,94 ab	25,48 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de sólidos solúveis dos produtos não se alteraram durante o armazenamento (Tabela 10), ao contrário do relatado por MATTIUZ et al. (2003) e semelhante ao encontrado por SOUZA et al. (2009b) e apenas para os PMP feitos com goiabas 'Kumagai'. Não se observou diferença entre os tratamentos. Segundo LAMIKANRA et al. (2000), esta estabilidade provavelmente está associada às baixas temperaturas.

A acidez titulável não se alterou ao longo do armazenamento (Tabela 10), assim como foi observado apenas para os PMP produzidos com goiabas 'Paluma'. Os produtos apresentaram teores médios semelhantes, ou seja, em torno de 0,500 g ácido cítrico.100g⁻¹ polpa.

Os teores de ácido ascórbico mantiveram-se durante o armazenamento, o que não foi observado por MATTIUZ et al. (2003) e por SOUZA et al. (2009b), mas foi o relatado apenas para PMP de goiabas 'Kumagai'. Esses teores foram maiores nos produtos não descascados (Tabela 10).

Tabela 10. Conteúdos de acidez titulável, sólidos solúveis e ácido ascórbico de produtos minimamente processados de goiabas ‘Pedro Sato’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C ; 75%UR).

Variável	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de polpa)
Sem casca	0,559 a	7,47 a	44,89 b
Com casca	0,564 a	7,54 a	89,70 a
Dias			
0	0,535 a	7,20 a	67,18 ab
2	0,549 a	7,21 a	77,40 a
4	0,526 a	7,47 a	64,34 b
6	0,589 a	7,47 a	64,47 b
8	0,578 a	7,93 a	65,19 ab
10	0,578 a	7,67 a	65,15 ab
12	0,574 a	7,58 a	67,31 ab

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A vida útil dos produtos minimamente processados (PMP) feitos com goiabas ‘Pedro Sato’ foi de doze dias, como foi observado para os PMP feitos com as cultivares anteriores. Durante este período a coloração dos produtos apresentou pequeno escurecimento. Os teores de sólidos solúveis não se alteraram, bem como os de ácido ascórbico e acidez titulável.

4.4. Goiaba ‘Sassaoka’

4.4.1. Ponto de colheita e armazenamento

As goiabas armazenadas a 21°C apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que as a 10°C e esta perda foi maior nos frutos maduros do que nos “de vez” (Figura 25A), o que foi semelhante ao encontrado nas goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’.

A casca tornou-se mais escura durante o armazenamento, o que é evidenciado pela diminuição nos valores da luminosidade, o que não foi observado para as cultivares anteriores (Figura 25B).

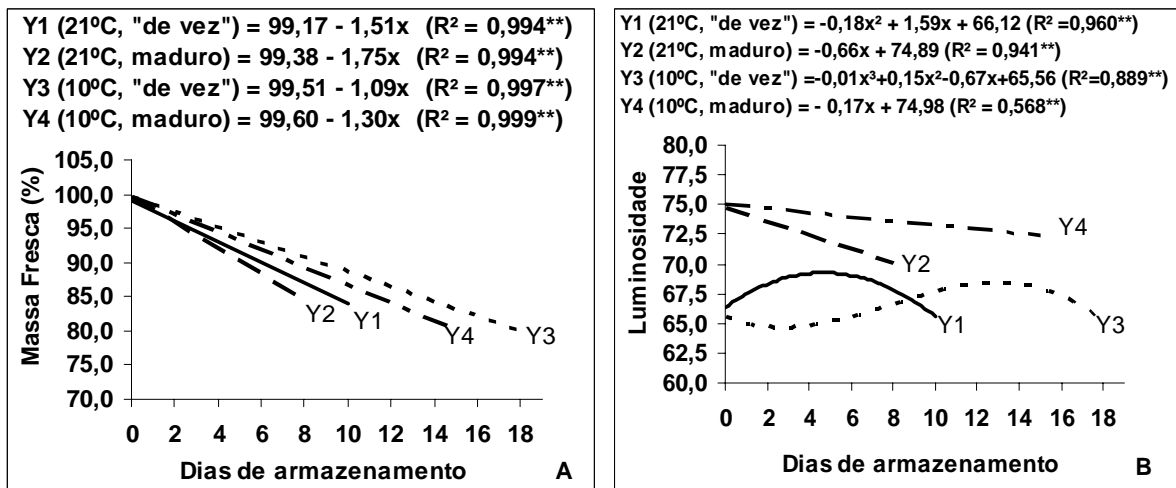


Figura 25. Massa fresca e luminosidade da casca de goiabas 'Sassaoka', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A redução nos valores do ângulo de cor indica que a cor dos frutos "de vez", armazenados ao ambiente, evoluiu mais rapidamente de verde para amarelo, que nos armazenados sob condição refrigerada (Figura 26A), o que foi semelhante ao encontrado para as cultivares anteriores.

A cromaticidade da casca dos frutos armazenados ao ambiente aumentou durante o armazenamento, o que também foi observado para as cultivares anteriores. Nos sob condição refrigerada, aumentou com menor intensidade, como consequência da refrigeração no amadurecimento (Figura 26B).

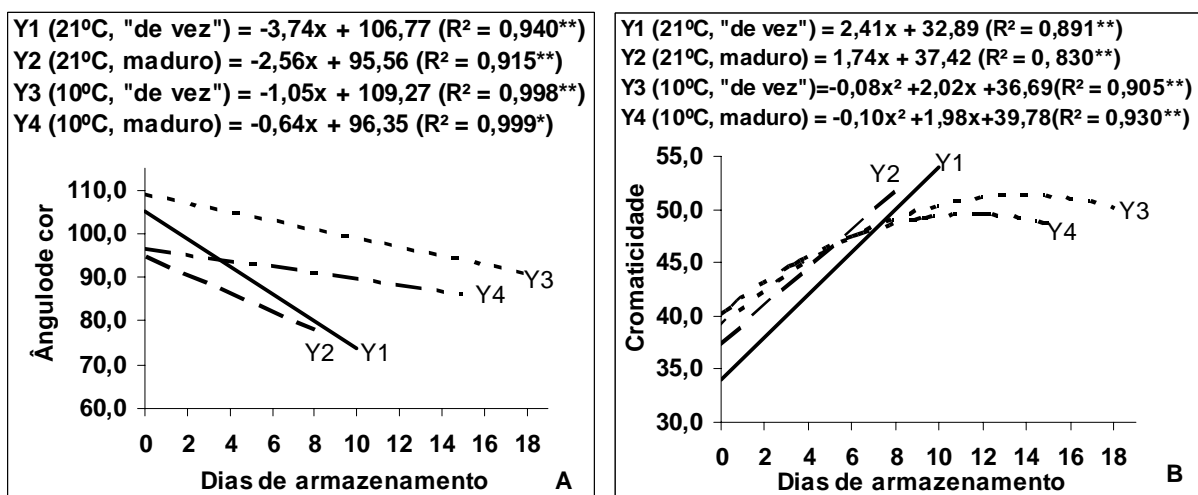


Figura 26. Ângulo de cor e cromaticidade da casca de goiabas 'Sassaoka', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A resistência da polpa dos frutos “de vez”, quando armazenados ao ambiente, reduziu-se intensamente, como foi observado para as cultivares anteriores (Figura 27A), como conseqüência do processo de amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Nos frutos mantidos sob refrigeração essa redução ocorreu lentamente, sendo mais evidente nos frutos “de vez”.

A luminosidade da polpa de todos os frutos apresentou diminuição durante o período de armazenamento, o que também foi observado para as cultivares anteriores. Nos frutos armazenados ao ambiente esta diminuição foi bastante acentuada, como conseqüência da intensidade dos processos de amadurecimento e senescência. Nos mantidos a 10°C, a redução da luminosidade da polpa foi lenta (Figura 27B).

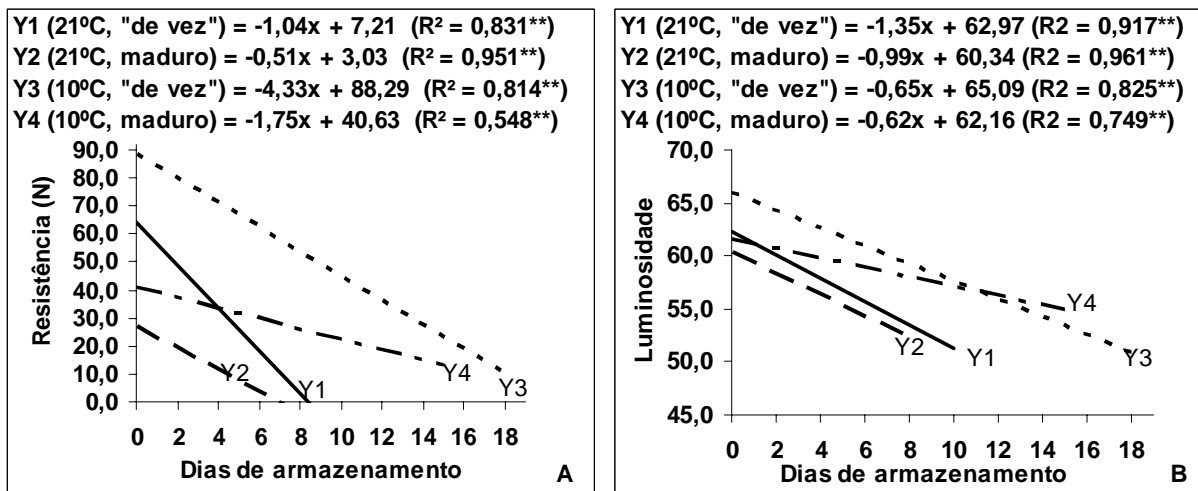


Figura 27. Resistência e luminosidade da polpa de goiabas ‘Sassaoka’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

O ângulo de cor da polpa dos frutos “de vez”, armazenados ao ambiente, apresentou diminuição nos valores, diferente do encontrado para as cultivares anteriores. Os frutos maduros ao ambiente e os mantidos sob refrigeração, mantiveram a cor inicial, assim como foi relatado apenas para frutos da ‘Kumagai’ e ‘Paluma’ (Figura 28A).

A cromaticidade da polpa dos frutos se manteve constante, exceção feita aos “de vez”, ao ambiente, que aumentou, o que também foi observado nos frutos das cultivares Paluma e Pedro Sato (Figura 28B).

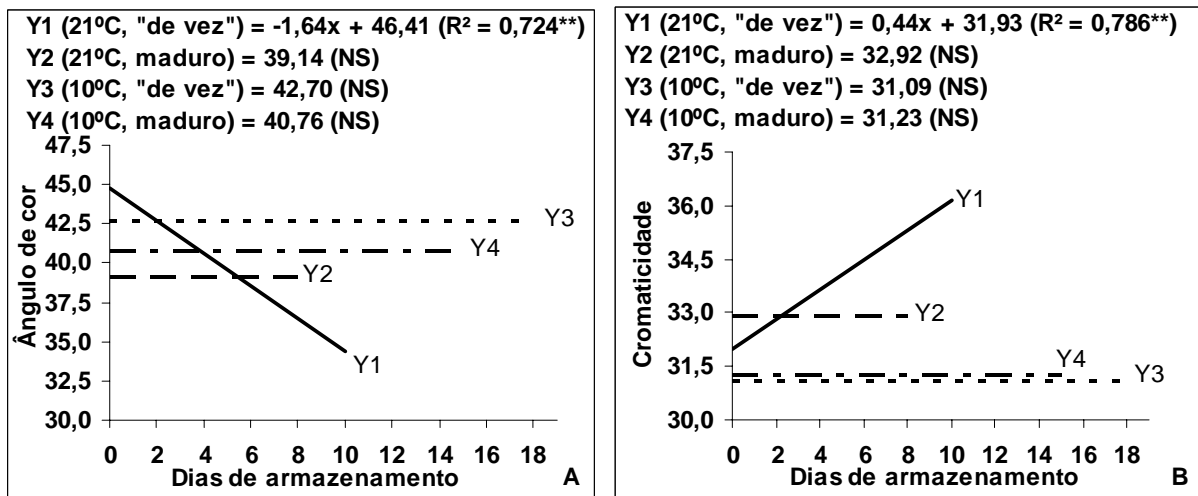


Figura 28. Ângulo de cor e cromaticidade da polpa de goiabas ‘Sassaoka’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os teores de sólidos solúveis aumentaram, como conseqüência do processo de amadurecimento. Nos frutos maduros, sob condição ambiente, não foi observado este aumento, o que também ocorreu nos frutos da ‘Pedro Sato’, que apresentou teores constantes em todos os tratamentos (Figura 29A).

A acidez titulável da polpa aumentou nos frutos “de vez” armazenados ao sob refrigeração, como ocorreu nos frutos da ‘Kumagai’ e da ‘Paluma’. Os maduros, ao ambiente, também apresentaram aumento, como observado nos da ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’. Nos “de vez” ao ambiente e nos maduros a 10°C, os teores mantiveram-se constantes (Figura 29B).

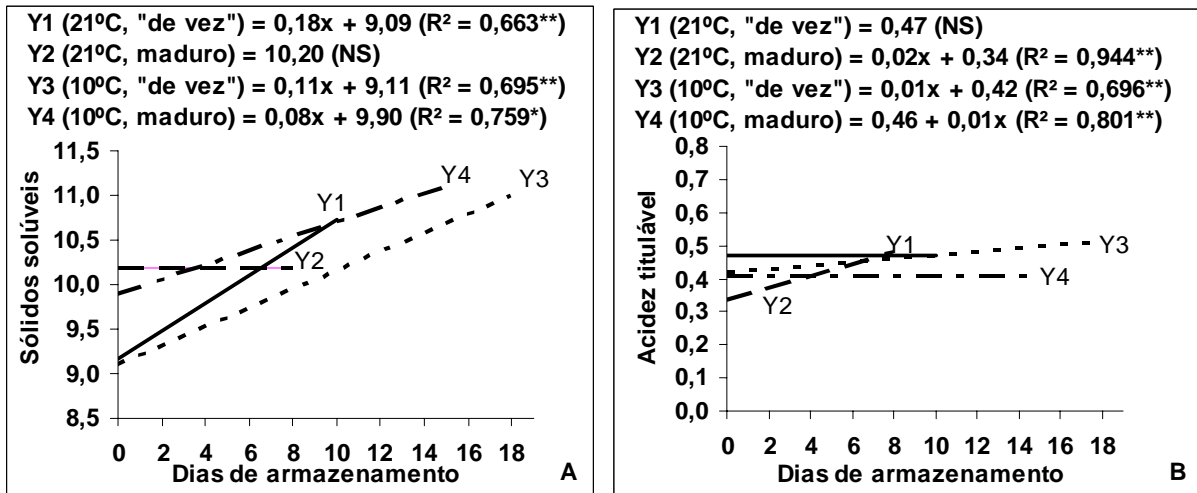


Figura 29. Teores de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (% de ácido cítrico) da polpa de goiabas 'Sassaoka', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os frutos mantidos sob condição refrigerada e os maduros ao ambiente tiveram os teores de ácido ascórbico aumentados durante o armazenamento, o que é semelhante ao relatado para os frutos da 'Pedro Sato'. Os frutos "de vez" armazenados sob ambiente mantiveram os teores constantes (Figura 30A).

Os frutos "de vez", armazenados sob condição refrigerada, e os maduros, sob condição ambiente, apresentaram teores constantes de polifenóis extraíveis totais (PExT) com o armazenamento, cujo teor médio foi de 78,90 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa (Figura 30B). Isto ocorreu também nos frutos "de vez", da cultivar Paluma, e nos maduros da 'Pedro Sato', sob refrigeração. O teor médio encontrado nesse trabalho é inferior ao relatado por THAIPONG et al. (2006), para a cultivar Ruby Supreme (170,00 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa).

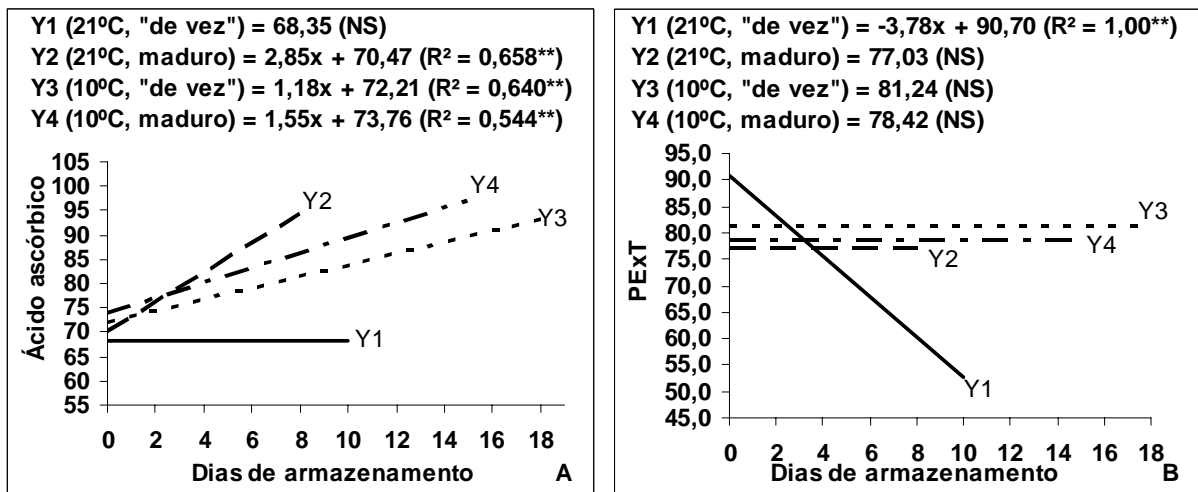


Figura 30. Teores de ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa) e polifenóis extraíveis totais (PEXT, mg ácido gálico. 100g^{-1} de polpa) da polpa de goiabas ‘Sassaoka’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A atividade antioxidante total, determinada pelo método FRAP diminuiu nos frutos “de vez” ao ambiente e manteve-se nos maduros. Para os frutos armazenados sob refrigeração, ela permaneceu inalterada nos “de vez” e diminuiu nos maduros, o que também foi observado em goiabas ‘Pedro Sato’. Quando se utilizou o método ABTS, os frutos maduros, armazenados a 10°C, apresentaram aumento na atividade, o que também foi relatado para os frutos da ‘Kumagai’ e da ‘Pedro Sato’ (Figura 31 A e B). Os valores encontrados por THAI PONG et al. (2006) para a cultivar Ruby Supreme, pelo método ABTS foi de $22,30 \mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$ massa fresca, o que é inferior aos valores obtidos neste trabalho, para frutos maduros ao ambiente. ROJAS-BARQUERA & NARVÁEZ-CUENCA (2009), também encontraram valores superiores ao relatado neste trabalho, pelo método ABTS, para as variedades Pera ($95,50 \mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$), Regional Hoja ($107,30 \mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$) e Regional Blanca ($100,10 \mu\text{mol trolox}\cdot\text{g}^{-1}$).

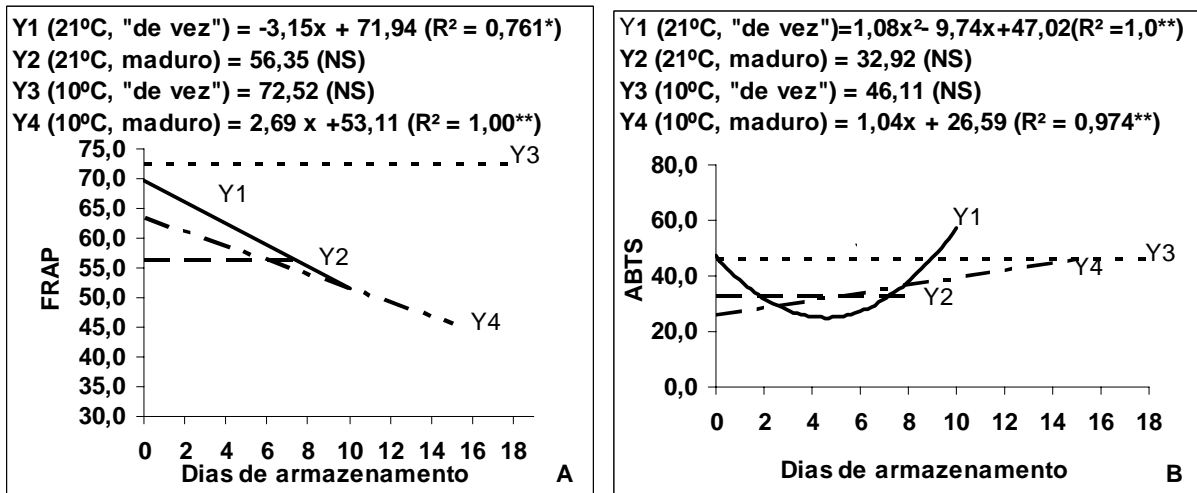


Figura 31. Atividade antioxidante pelos métodos FRAP (μM sulfato ferroso. g^{-1} de polpa) e ABTS (μM trolox. g^{-1} de polpa) da polpa de goiabas 'Sassaoka', armazenadas em dois estádios de maturação, sob diferentes temperaturas.

Os frutos "de vez", quando armazenados sob condição ambiente apresentaram aparência boa até o 6º dia, o que também foi relatado para goiabas 'Kumagai' e 'Paluma' (Tabela 8). A vida útil dos frutos maduros sob condição ambiente foi de apenas 4 dias, conforme relatado para frutos da 'Kumagai' e da 'Paluma'. Os frutos, no estágio de maturação "de vez", quando armazenados a 10°C, apresentaram boa aparência até o 12º dia, o que também foi encontrado em goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. Os maduros, sob refrigeração, conservaram essa boa aparência por 9 dias, como os frutos da cultivar Kumagai (Tabela 8).

A ocorrência de podridões também foi retardada com o uso da refrigeração. Os frutos "de vez", armazenados sob condição ambiente, apresentaram indícios de podridões no 8º dia e os maduros, no 6º dia. Nos "de vez", armazenados a 10°C, as podridões apareceram no 12º dia, enquanto que nos maduros, ocorreu no 9º dia (Tabela 8).

Tabela 8. Evolução da aparência e de podridões em goiabas ‘Sassaoka’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Tempo (dia)	21-23°C (85-90% UR)		10°C (85-90% UR)	
	“De vez”	Maduro	“De vez”	Maduro
0	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
2	1 (0)	1 (0)	-	-
3	-	-	1 (0)	1 (0)
4	1 (0)	2 (1)	-	-
6	2 (0)	3 (1)	1 (0)	1 (0)
8	3 (1)	5 (2)	-	-
9	-	-	1 (0)	2 (1)
10	5 (2)	-	-	-
12	-	-	2 (1)	3 (1)
15	-	-	3 (2)	5 (2)
18	-	-	5 (2)	-

Notas para a aparência - 1: ótimo; 2: bom; 3: regular; 4: ruim; 5: péssimo

Os valores entre parênteses indicam a ocorrência de podridões, onde 0: ausência; 1: indícios; 2: presença de podridões.

Este experimento permitiu deixar observado que a vida útil dos frutos da cultivar Sassaoka também foi limitada pela aparência, presença de podridões e coloração da casca, que se tornou mais escurecida no final do período de armazenamento. Os teores de sólidos solúveis foram mantidos ou aumentaram, assim como os de ácido ascórbico e acidez titulável, o que pode estar relacionado com a atividade antioxidante total.

4.4.2. Processamento mínimo

Os produtos minimamente processados (PMP) e feitos com goiabas descascadas apresentaram maior rendimento (47,70%), quando comparados com os produtos das goiabas não descascadas (60,11%), o que pode ser devido à rugosidade da casca. Isto também foi observado nos PMP feitos com as cultivares anteriores. Quanto à qualidade microbiológica dos PMP, observou-se que durante o período de armazenamento não ocorreram contaminações de coliformes totais e coliformes fecais.

Os frutos descascados apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que os não descascados, o que também foi observado para as demais cultivares. Os frutos de ambos os tratamentos estavam com aspecto ressecado após 12 dias de armazenamento.

A luminosidade dos produtos se manteve ao longo do período de armazenamento, o que não foi observado nas cultivares anteriores. Os valores de ângulo de cor diminuíram com o armazenamento, o que não foi observado em nenhuma cultivar e os de cromaticidade mantiveram-se constantes, o que foi observado nos PMP feitos com goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' (Tabela 11).

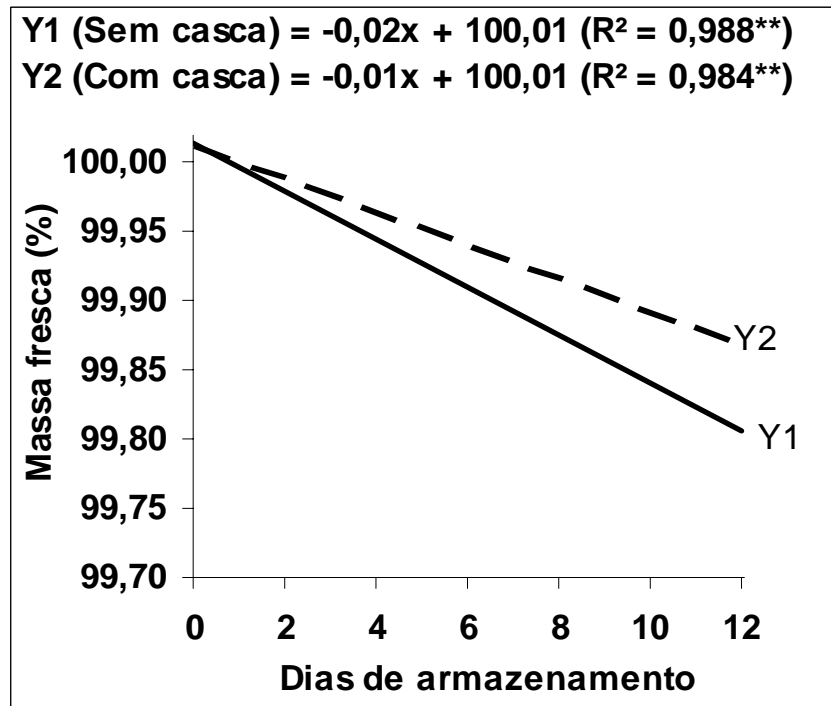


Figura 32. Massa fresca de produtos minimamente processados de goiabas 'Sassaoka', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Tabela 11. Luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade de produtos minimamente processados de goiabas ‘Sassaoka’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Variável	Luminosidade	Ângulo de cor	Cromaticidade
Sem casca	51,81 b	39,07 a	26,65 b
Com casca	63,84 a	39,65 a	27,86 a
Dias			
0	55,08 a	47,57 a	27,75 ab
2	58,36 a	25,03 d	24,32 c
4	56,48 a	39,23 bc	26,99 abc
6	58,56 a	41,16 abc	28,95 a
8	60,42 a	37,39 c	25,37 bc
10	57,14 a	39,11 bc	28,61 a
12	58,73 a	46,07 ab	28,95 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de sólidos solúveis dos produtos não se alteraram durante o armazenamento, o que foi semelhante ao encontrado nos PMP feitos com goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’. Não se observou diferença entre os tratamentos.

Os teores de ácido ascórbico mantiveram-se durante o armazenamento, o que também foi observado nos PMP produzidos com frutos das cultivares Kumagai e Pedro Sato. Esses teores foram maiores nos produtos não descascados (Tabela 12).

Os teores de acidez titulável mantiveram-se ao longo do armazenamento nos produtos não descascados (Tabela 13), o que também foi observado por SOUZA et al. (2009b) e apenas nos PMP das goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’.

Tabela 12. Conteúdos de sólidos solúveis e ácido ascórbico de produtos minimamente processados de goiabas ‘Sassaoka’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Variável	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de polpa)
Sem casca	7,54 a	66,70 b
Com casca	7,57 a	113,90 a
Dias		
0	7,58 a	85,02 ab
2	7,46 a	96,37 a
4	7,66 a	91,50 ab
6	7,47 a	97,74 a
8	7,58 a	89,30 ab
10	7,41 a	74,75 b
12	7,73 a	97,42 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 13. Teor de acidez titulável de produtos minimamente processados de goiabas ‘Sassaoka’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Dias de armazenamento	Acidez titulável (% de ácido cítrico)	
	Sem casca	Com casca
0	0,527 Aab	0,494 Aa
2	0,494 Aabc	0,499 Aa
4	0,562 Aa	0,476 Ba
6	0,456 Abc	0,461 Aa
8	0,489 Aabc	0,470 Aa
10	0,442 Ac	0,475 Aa
12	0,534 Aab	0,459 Ba

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A vida útil dos produtos minimamente processados (PMP) feitos com goiabas ‘Sassaoka’ foi de doze dias, como já foi relatado para os PMP feitos com frutos das cultivares anteriores. Durante este período a coloração dos produtos apresentou pequeno escurecimento. Os teores de sólidos solúveis não se alteraram, bem como os de ácido ascórbico e acidez titulável.

4.5. Goiaba ‘Século XXI’

4.5.1. Ponto de colheita e armazenamento

As goiabas armazenadas a 21°C apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que as a 10°C e esta perda foi menor nos frutos maduros do que nos “de vez” (Figura 33A), o que foi diferente do encontrado para goiabas ‘Paluma’, ‘Pedro Sato’ e ‘Sassaoka’ e semelhante para goiabas ‘Kumagai’.

A casca tornou-se mais escura durante o armazenamento, o que é evidenciado pela diminuição nos valores da luminosidade, o que foi observado apenas em goiabas da cultivar Sassaoka (Figura 33B).

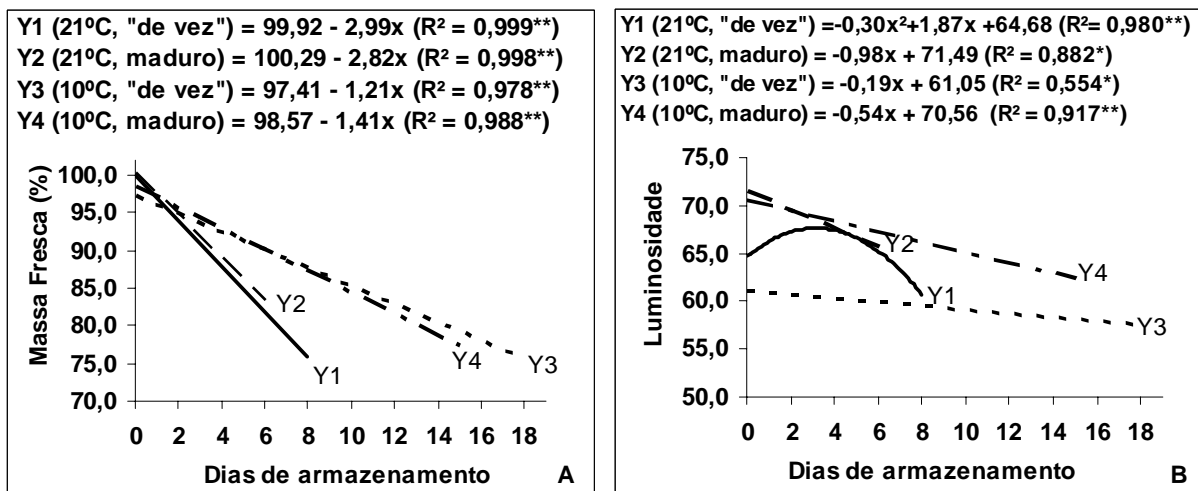


Figura 33. Massa fresca e luminosidade da casca de goiabas ‘Século XXI’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A redução nos valores do ângulo de cor indica que a cor dos frutos “de vez”, armazenados ao ambiente, evoluiu mais rapidamente de verde para amarelo, que nos armazenados sob condição refrigerada (Figura 34A), o que foi semelhante ao encontrado para as cultivares anteriores.

A cromaticidade da casca dos frutos armazenados ao ambiente se manteve durante o armazenamento, o que não foi o relatado para as cultivares anteriores. Nos sob condição refrigerada, ela aumentou nos “de vez”, como foi observado em goiabas ‘Sassaoka’ e diminuiu nos maduros (Figura 34B).

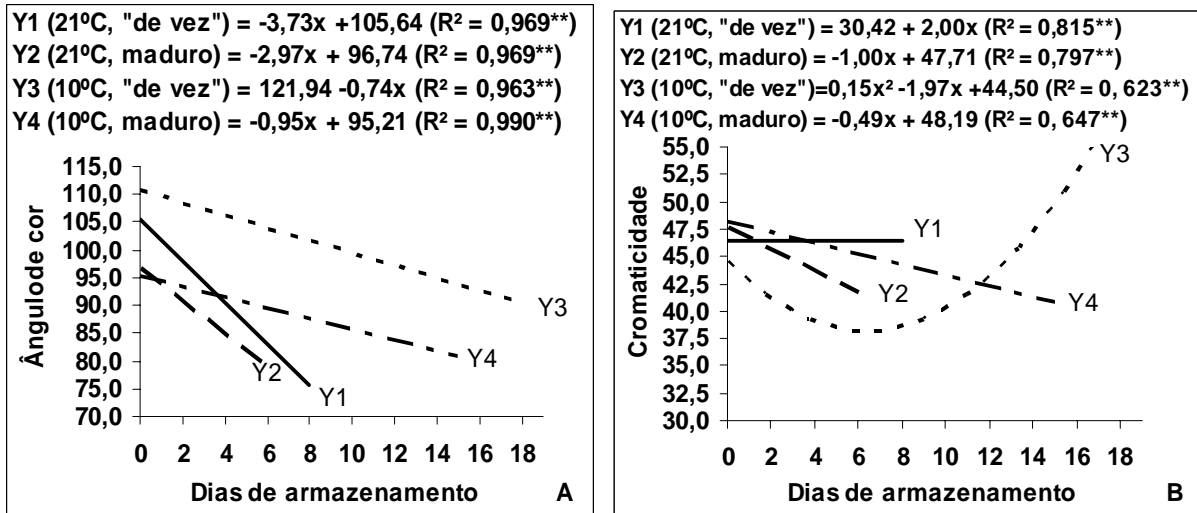


Figura 34. Ângulo de cor e cromaticidade da casca de goiabas 'Século XXI', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A resistência da polpa dos frutos, quando armazenados ao ambiente, reduziu-se intensamente, como foi observado para as cultivares anteriores (Figura 35A), como consequência do processo de amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Nos frutos mantidos sob refrigeração essa redução ocorreu mais lentamente, sendo mais evidente nos frutos "de vez".

A luminosidade da polpa dos frutos "de vez" e dos maduros ao ambiente apresentou diminuição durante o período de armazenamento, o que também foi observado para as cultivares anteriores. Nos frutos maduros, mantidos a 10°C, a luminosidade não se alterou (Figura 35B).

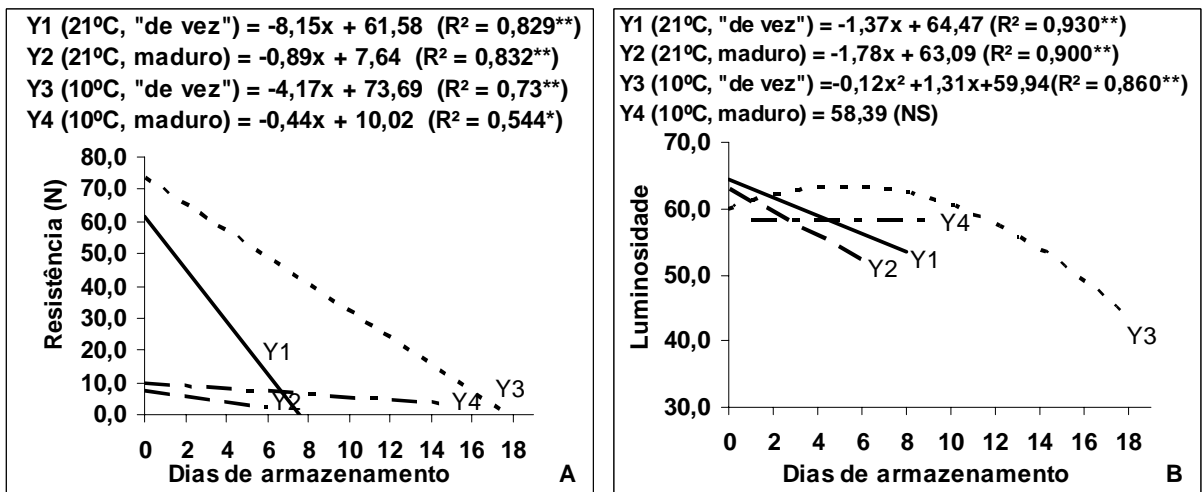


Figura 35. Resistência e luminosidade da polpa de goiabas ‘Século XXI’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

O ângulo de cor da polpa dos frutos “de vez”, armazenados ao ambiente, apresentou diminuição nos valores até o 5º dia, para aumentar posteriormente. Os frutos dos demais tratamentos mantiveram a cor inicial, assim como observado em goiabas ‘Kumagai’, Paluma’ e ‘Sassaoka’ (Figura 36A).

A cromaticidade da polpa dos frutos “de vez” e dos maduros ao ambiente aumentou durante o período de armazenamento. Comportamento semelhante foi observado em frutos da cultivar Pedro Sato (Figura 36B).

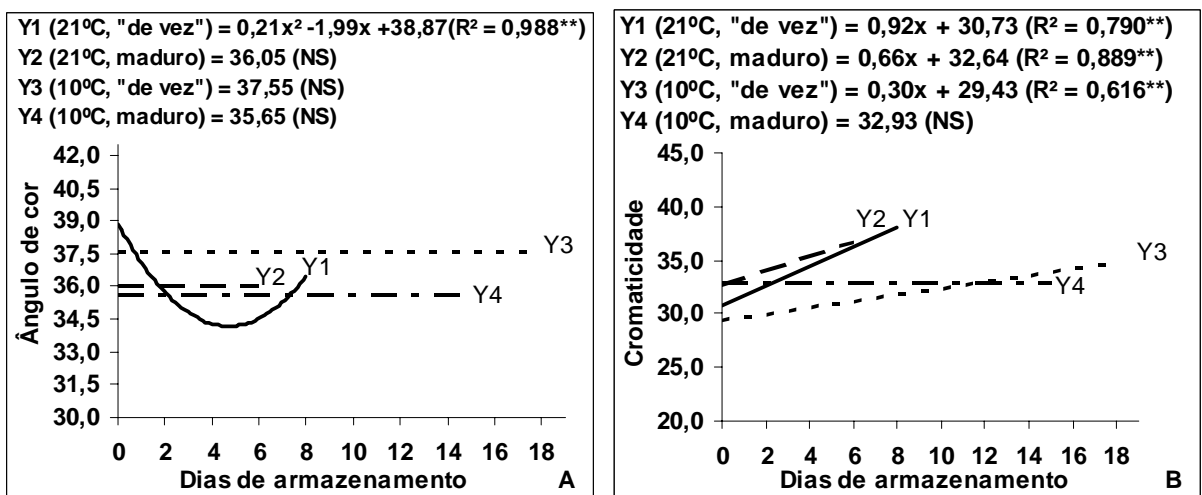


Figura 36. Ângulo de cor e cromaticidade da polpa de goiabas ‘Século XXI’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os teores de sólidos solúveis aumentaram nos frutos “de vez” a 10°C (Figura 37A), como foi observado em goiabas ‘Kumagai’, ‘Paluma’ e ‘Sassaoka’. Nos maduros a 10°C e nos mantidos sob condição ambiente, esses teores mantiveram-se constantes. Os frutos “de vez” a 21°C apresentaram teor médio de 10,08 °Brix, o que foi semelhante ao encontrado por PEREIRA et al. (2003).

A acidez titulável da polpa reduziu-se nos frutos “de vez” armazenados ao ambiente, que foi encontrado apenas para frutos da ‘Paluma’. Houve aumento nos frutos sob condição refrigerada, o que também foi observado para as cultivares anteriores. Nos frutos maduros, armazenados ao ambiente, a acidez se manteve constante, o que foi semelhante ao relatado para frutos da ‘Paluma’ (Figura 37B). Os teores de acidez titulável foram superiores ao observado por PEREIRA et al. (2003), que encontraram teores próximos de 0,474% de ácido cítrico.

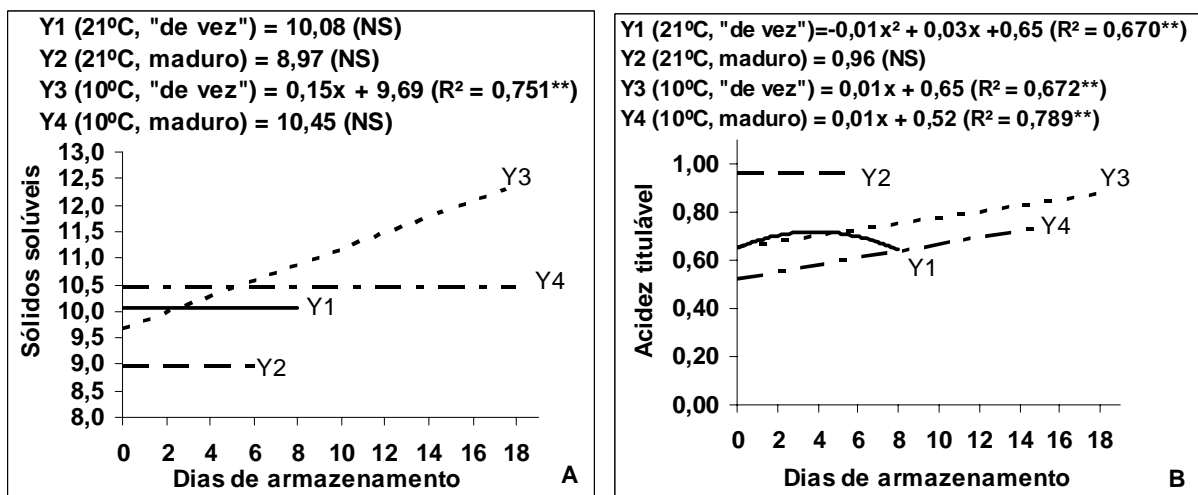


Figura 37. Teores de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (% de ácido cítrico) da polpa de goiabas ‘Século XXI’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os frutos maduros mantidos sob condição refrigerada tiveram os teores de ácido ascórbico aumentados durante o armazenamento, o que também foi relatado para goiabas ‘Kumagai’, ‘Pedro Sato’ e ‘Sassaoka’. Os demais frutos mantiveram os teores constantes (Figura 38A) e os teores encontrados foram inferiores ao relatado por PEREIRA et al. (2003), ou seja, valores próximos a 100 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ de polpa.

Os frutos “de vez”, sob condição ambiente, apresentaram teores constantes de polifenóis extraíveis totais (PExT), cujo teor médio foi de 65,00 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa (Figura 38). Isto também foi observado em frutos da ‘Paluma’, cujo teor médio foi 77,05 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa. O teor médio encontrado para a ‘Século XXI’ é inferior ao relatado por THAIPOONG et al. (2006), para a cultivar Ruby Supreme (170,00 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de polpa).

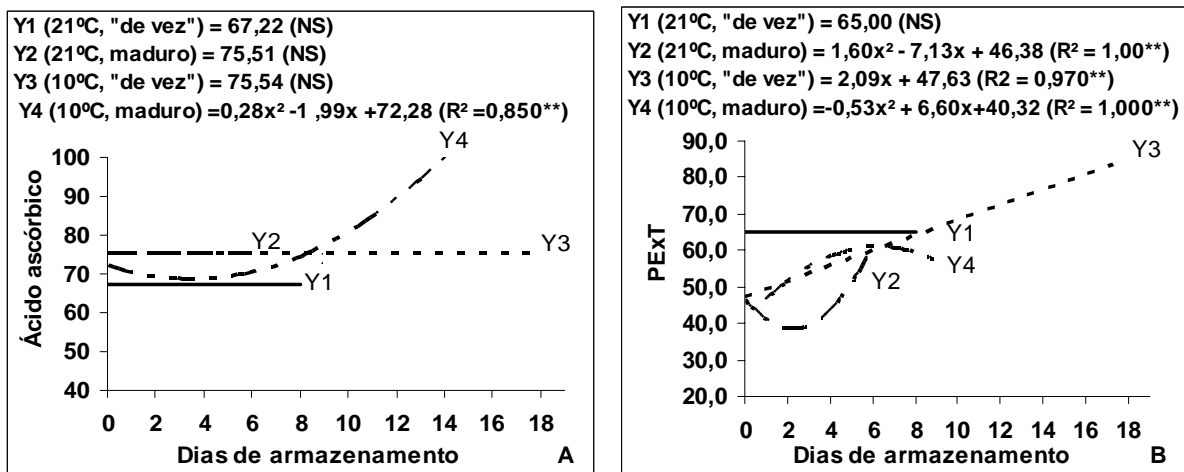


Figura 38. Teores de ácido ascórbico (mg.100g⁻¹ de polpa) e polifenóis extraíveis totais (PExT, mg ácido gálico.100g⁻¹ de polpa) da polpa de goiabas ‘Século XXI’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

A atividade antioxidante total, determinada pelo método FRAP aumentou nos frutos maduros, o que foi observado nas goiabas ‘Kumagai’. Nos frutos “de vez” a atividade se manteve, o que foi semelhante ao observado em frutos da ‘Paluma’. Quando se utilizou o método ABTS, os frutos “de vez”, armazenados a 10°C, apresentaram aumento na atividade, o que também foi relatado para goiabas ‘Kumagai’ e ‘Sassaoka’ (Figura 39 A e B). Os valores encontrados por THAIPOONG et al. (2006) para a cultivar Ruby Supreme, pelo método ABTS foi de 22,30 μmol trolox.g⁻¹ de massa fresca, o que é inferior aos valores obtidos neste trabalho para frutos “de vez”, ao ambiente.

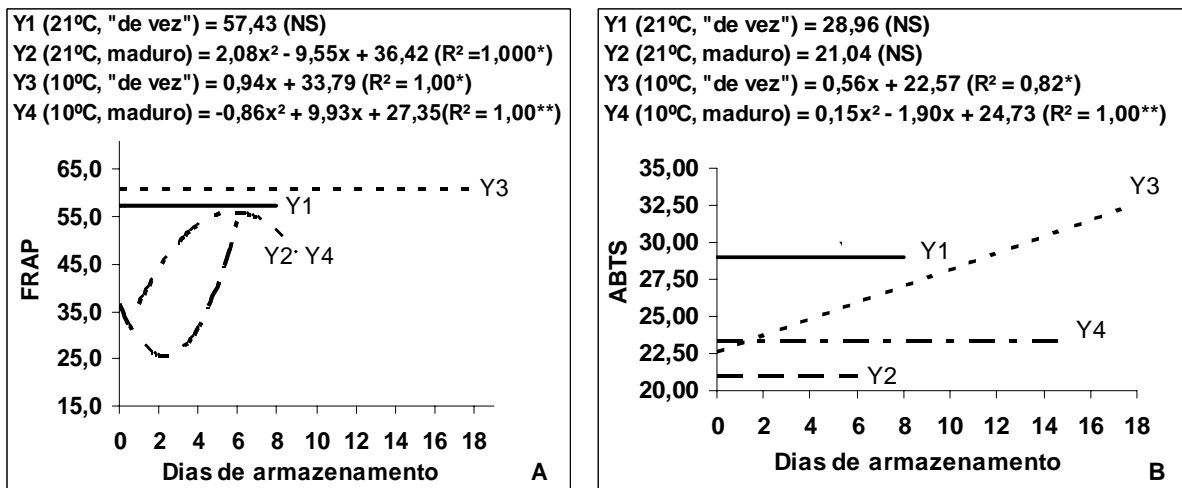


Figura 38. Atividade antioxidante total determinada pelos métodos FRAP (μM sulfato ferroso. g^{-1} de polpa) e ABTS (μM trolox. g^{-1} de polpa) da polpa de goiabas 'Século XXI', armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Os frutos "de vez", quando armazenados sob condição ambiente apresentaram aparência boa até o 4º dia, o que foi relatado apenas para goiabas 'Pedro Sato'. A vida útil dos frutos maduros sob condição ambiente foi de 4 dias, o que não foi encontrado em frutos da 'Pedro Sato'. Os frutos "de vez", quando armazenados a 10°C, apresentaram aparência boa até o 9º dia, enquanto os maduros conservaram essa boa aparência por 6 dias, o que também foi observado nos frutos da cultivar Pedro Sato (Tabela 13).

A ocorrência de podridões também foi retardada com o uso da refrigeração. Os frutos "de vez", sob condição ambiente, apresentaram indícios de podridões no 6º dia e os maduros, no 4º dia. Nos "de vez", armazenados a 10°C, as podridões apareceram no 9º dia, enquanto que nos maduros, ocorreu no 6º dia (Tabela 13).

Tabela 13. Evolução da aparência e de podridões de goiabas ‘Século XXI’, armazenadas em dois estádios de maturação e duas temperaturas.

Tempo (dia)	21-23°C (85-90% UR)		10°C (85-90% UR)	
	“De vez”	Maduro	“De vez”	Maduro
0	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
2	1 (0)	1 (0)	-	-
3	-	-	1 (0)	1 (0)
4	2 (0)	2 (1)	-	-
6	4 (1)	5 (2)	1 (0)	2 (1)
8	5 (2)	-	-	-
9	-	-	2 (1)	3 (1)
10	-	-	-	-
12	-	-	2 (1)	4 (2)
15	-	-	4 (2)	5 (2)
18	-	-	5 (2)	-

Notas para a aparência - 1: ótimo; 2: bom; 3: regular; 4: ruim; 5: péssimo

Os valores entre parênteses indicam a ocorrência de podridões, onde 0: ausência; 1: indícios; 2: presença de podridões.

Este experimento permitiu deixar observado que a vida útil dos frutos desta cultivar também foi limitada pela aparência, presença de podridões e coloração da casca, que estava mais escurecida no final do período de armazenamento. Os teores de sólidos solúveis foram mantidos ou aumentaram, assim como os de ácido ascórbico, acidez titulável e polifenóis extraíveis totais, o que pode estar relacionado com a atividade antioxidante total, que se manteve ou apresentou aumento, como nos frutos “de vez”, a 10°C, quando determinada pelo método ABTS.

4.5.1. Processamento mínimo

Os produtos minimamente processados (PMP) e feitos com goiabas descascadas apresentaram menor rendimento (54,03%), quando comparados com os produtos das goiabas não descascadas (69,51%), o que foi semelhante em todos os PMP das cultivares anteriores. Quanto à qualidade microbiológica dos PMP, observou-se que durante o período de armazenamento não ocorreram contaminações de coliformes totais e coliformes fecais.

Os frutos descascados apresentaram maior intensidade de perda de massa fresca que os não descascados (Figura 40), a qual não se mostrou significativa.

Observou-se que os produtos de ambos os tratamentos estavam com aspecto ressecado após 12 dias de armazenamento. Isto foi observado para todos os PMP feitos com as cultivares anteriores.

A luminosidade dos produtos se manteve ao longo do período de armazenamento, o que também foi observado somente para os PMP feitos com goiabas 'Sassaoka'. Os valores de ângulo de cor se mantiveram durante o armazenamento, o que foi encontrado apenas nos PMP feitos com goiabas 'Kumagai'. A cromaticidade também se manteve durante o armazenamento, o que foi semelhante nos PMP feitos com goiabas 'Kumagai', 'Pedro Sato' e 'Sassaoka' (Tabela 14).

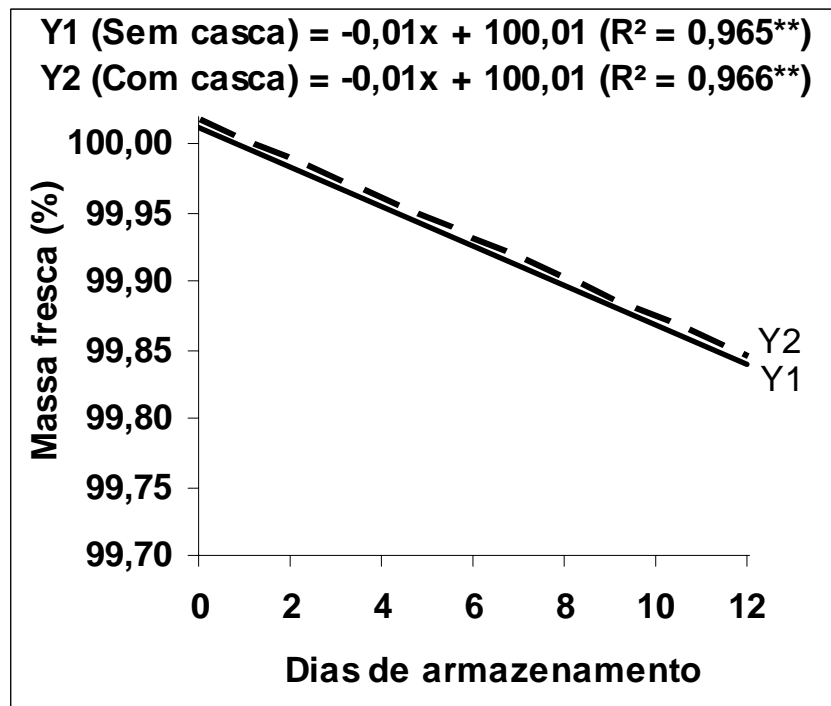


Figura 40. Massa fresca de produtos minimamente processados de goiabas 'Século XXI', descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Tabela 14. Luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade de produtos minimamente processados de goiabas ‘Século XXI’ descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Variável	Luminosidade	Ângulo de cor	Cromaticidade
Sem casca	54,50 a	35,59 a	28,24 a
Com casca	57,82 a	36,16 a	28,15 a
Dias			
0	55,95 a	33,58 a	28,95 ab
2	54,73 a	32,56 a	27,56 ab
4	56,51 a	33,40 a	26,86 b
6	55,52 a	34,84 a	27,63 ab
8	57,11 a	37,14 a	27,83 ab
10	57,07 a	41,77 a	29,16 ab
12	56,21 a	37,84 a	29,33 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de sólidos solúveis dos produtos não se alteraram durante o armazenamento (Tabela 15), o que foi semelhante ao encontrado nos PMP de goiabas ‘Kumagai’, ‘Pedro Sato’ e ‘Sassaoka’. Não se observou diferença entre os tratamentos.

Os teores de acidez titulável aumentaram ao longo do período de armazenamento (Tabela 15), o que não foi observado por SOUZA et al. (2009b) e para nenhum dos PMP feitos com as cultivares anteriores. Os frutos não descascados apresentaram maiores valores.

Os ácidos orgânicos representam um dos principais substratos para os processos respiratórios durante o amadurecimento e de forma geral tendem a diminuir significativamente durante esta fase (TUCKER, 1993). O estresse ocasionado pelo processamento mínimo aumenta a atividade respiratória e pode ter desencadeado o incremento da produção de ácidos, via ciclo de Krebs, no início do armazenamento, sendo consumido a seguir como substrato respiratório.

Tabela 15. Conteúdos de sólidos solúveis e acidez titulável de produtos minimamente processados de goiabas 'Século XXI' descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Variável	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% de ácido cítrico)
Sem casca	8,04 a	0,596 b
Com casca	8,43 a	0,632 a
Dias		
0	7,78 a	0,563 b
2	8,19 a	0,646 a
4	8,26 a	0,610 ab
6	8,19 a	0,620 ab
8	8,27 a	0,619 ab
10	8,58 a	0,624 ab
12	8,38 a	0,619 ab

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os teores de ácido ascórbico nos produtos descascados mantiveram-se até o 8^o dia, aumentaram no 10^o dia, para diminuir posteriormente, o que também foi observado por SOUZA et al. (2009b). Segundo MERCADO-SILVA et al. (1998), este aumento no teor de ácido ascórbico em goiabas, durante o amadurecimento, está associado ao aumento da síntese de intermediários metabólicos, os quais são precursores do ácido ascórbico, com a degradação de polissacarídeos da parede celular que, possivelmente, resultam em aumento da galactose, que é um dos precursores da biossíntese do ácido ascórbico (WHEELER et al., 1998). Com o amadurecimento, ocorre a oxidação dos ácidos com conseqüente redução do teor de ácido ascórbico, indicando a senescência (TUCKER, 1993).

Os produtos não descascados mantiveram seus teores durante todo o período de armazenamento, o que também foi relatado para PMP feitos com goiabas das cultivares Pedro Sato e Sassaoka.

Tabela 16. Conteúdo de ácido ascórbico de produtos minimamente processados de goiabas 'Século XXI' descascadas ou não, acondicionadas em embalagem PET e refrigerados (3°C; 75%UR).

Dias de armazenamento	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹ de polpa)	
	Sem casca	Com casca
0	54,90 Bb	108,44 Aa
2	62,69 Bab	109,56 Aa
4	52,18 Bb	90,86 Aa
6	73,79 Aab	86,77 Aa
8	62,28 Bab	84,94 Aa
10	87,53 Ba	105,04 Aa
12	66,31 Aab	83,49 Aa

Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ano nível de 5%.

A vida útil dos produtos minimamente processados (PMP) feitos com goiabas 'Século XXI' foi de doze dias, como foi observado para os PMP feitos com as cultivares anteriores. Durante este período a coloração dos produtos se manteve. Os teores de sólidos solúveis não se alteraram e os de acidez titulável aumentaram.

5. CONCLUSÕES

Ponto de colheita e armazenamento

- A vida útil dos frutos maduros, sob condição de ambiente (21°C e 85%UR), foi de 4 dias para as cultivares Kumagai, Paluma, Sassaoka e Século XXI, enquanto para a 'Pedro Sato' foi de 2 dias. A 10°C (85%UR), goiabas 'Kumagai' e 'Sassaoka' conservaram-se por 9 dias, enquanto a 'Paluma', a 'Pedro Sato' e a 'Século XXI', por 6 dias.

- Goiabas "de vez", 'Kumagai', 'Paluma' e 'Sassaoka', armazenadas em ambiente a 21°C (85%UR) apresentaram vida útil de 6 dias, enquanto que para as goiabas 'Pedro Sato' e 'Século XXI', ela foi de 4 dias. Quando armazenados a 10°C (85%UR), os frutos das cultivares Kumagai, Paluma e Sassaoka conservaram-se por 12 dias, enquanto os da 'Pedro Sato' e 'Século XXI', por 9 dias.

- A vida útil destes frutos, principalmente dos armazenados ao ambiente (21°C e 85%UR), foi limitada pela intensidade de perda de massa fresca, mudanças na coloração da casca e da polpa e podridões.

- Goiabas 'Sassaoka' apresentaram a maior vida útil, os maiores teores de sólidos solúveis (11°Brix) e os menores de acidez titulável (0,41% de ácido cítrico), indicando o sabor mais desejado. Além disso, mantiveram os teores de polifenóis extraíveis totais, com aumento na atividade antioxidante total, pelo método ABTS, e nos teores de ácido ascórbico.

Processamento mínimo

- A vida útil dos produtos minimamente processados (PMP), de todas as cultivares, quando mantidos a 3°C (75%UR) foi de 12 dias.

- O rendimento das goiabas 'Pedro Sato', em PMP não descascado, foi o maior (69,65%), enquanto da 'Sassaoka' foi o menor (60,11%).

- Os PMP feitos com goiabas descascadas apresentaram o menor rendimento, a maior perda de massa fresca e os menores teores de ácido ascórbico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.207-225, 1999.

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira 2009**. São Paulo: Instituto FNP, 2009. p.325.

ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, Amsterdam, v.350, n.1, p.103-108, 2000.

ANDRADE-WARTHA, E.R.S. **Propriedades antioxidantes de clones do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.):** efeito sobre a lipoperoxidação e enzimas participantes do sistema antioxidante de defesa do organismo animal. 2007. 111f. Tese

(Doutorado em Ciência de Alimentos). São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo. 2007.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed. Washington: Ed. Patrícia Cunniff, 1997, v.2, cap.37, método 942.15 e método 932.12.

APHA. Committee on Microbiological Methods for Foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: American Public Health Association, 1992. 1219p.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, 2004.

BOREK, C. Antioxidants and cancer. **Science and Medicine**, p.52-62, 1997.

BRAMLEY, P.M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, Oxford, v. 54, n. 3, p. 233-236, 2000.

BRON, I. U.; RIBEIRO, R. V.; CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J. Temperature-related changes in respiration and Q_{10} coefficient of guava. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p. 458-463, 2005.

BURNS, J.K. Lightly processed fruits and vegetables: Introduction. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.14-15, 1995.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: Minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**, 2 ed. Davis: University of California, 1992. p.277-281.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.147-155.

CARVALHO P.G.B; MACHADO, C.M.M; MORETTI, C.L; FONSECA, M.E.N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.4, p. 397-404, 2006.

CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'paluma**. 2004. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Fisiologia e Bioquímica de Plantas). Piracicaba: ESALQ – USP. 2004.

CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; LOCHOSKI, M.A.; KLUGE, R.A.; ORTEGA, E.M.M. Maturity indexes for 'Kumagai' and 'Paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.176-179, 2006.

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

COUEY, H. M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 17, n. 2, p. 162-165, 1982.

CROSS, J. **Pigments in fruit**. London: Academic Press, 1987. 303p.

DURIGAN, J.F.; DAREZZO, H. M.; KANESIRO, M. A. B.; TOSTES, D. R. D. **Armazenamento de frutos do cultivar 'Paluma' em diferentes estádios de maturação**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 14. Curitiba: SBF, v.1, p.237, 1996.

DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; MORGADO, C.M.A. **Pós-colheita e processamento mínimo de goiabas**. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIM, A.A.

(Org.). Cultura da goiaba - do plantio à comercialização. Jaboticabal, 2009, v.2, p.429-470.

GASPAR, J. W. **Influência da refrigeração e filmes plásticos sobre a conservação pós-colheita da goiaba “Kumagai”**. 1997. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Viçosa: UFV, 1997.

GERHARDT, L.B.A.; MANICA, L.; KIST, H.; SIELER, R.L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.185-192, 1997.

GORGATTI NETO, A.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; GARCIA, E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORDIN, M.R. **Goiaba para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita**. Brasília. EMBRAPA/SPI, 1996. 35p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX n. 20).

ICMSF. **Microorganisms in foods: I: Their significance and methods of enumeration**. 2 ed. Toronto: University Press, 1978. 434p.

JACOMINO, A.P.; SARATÓPOULOS, C.I.H. de L.; SIGRIST, J.M.M.; KLUGE, R.A.; MINAMI, K. Armazenamento de goiabas ‘Kumagai’ sob diferentes temperaturas de refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.3, p.165-169, 2000.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; FILHO, J.A.S. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.401-405, 2003.

KAVATI, R. Cultivares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, SP: Funep, 1997. p. 1-16.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, 1991. 532p.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2ed. Pelotas: UFPel, 2002. 163p.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, 2006.

LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed Cantaloupe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.48, p.5955-5961, 2000.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Pre-harvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 207-220, 2000.

LIMA, M. A. **Conservação pós colheita de goiaba e caracterização tecnológica dos frutos de diferentes genótipos produzidos em Jaboticabal, SP**. 1999. 101f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Jaboticabal: FCAV – UNESP. 1999.

LINHARES, L.A.; SANTOS, C.D. dos; ABREU, C.M.P. de; CORRÊA, A.D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas Pedro Sato tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 829-841, 2007.

LUTZ, J.M.; HARDENBURG, R.E. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Baltimore: U. S. Dept. Agriculture, 1968. (Agriculture Handbook, 66).

MANICA, I.; KIST, H.; MICHELETTO, E.L.; KRAUSE, C.A. Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1305-1313, 1998.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. cap.6, 373p.

MANTOVANI, J.R.; CORRÊA, M.C.M.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; NATALE, W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.339-342, 2004.

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.277-281, 2001.

MATTIUZ, B.H. **Injúrias mecânicas e processamento mínimo de goiabas: fisiologia e qualidade pós-colheita**. Jaboticabal, 2002. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Jaboticabal: FCAV, UNESP. 2002.

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F.; ROSSI JUNIOR, O.D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. 2. Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.409-413, 2003.

MELTZER, W. Fantastic fruits. **Nutrition Action Health Letter**, 1998. Disponível em <http://www.cspinet.org/nah/fantfruit.htm>. Acessado em 30/10/2009.

MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in Central México. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.13, p.143-150, 1998.

MOREIRA, E. A. M.; SHAMI, N. J. I. E. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p.227-236, 2004.

MORETTI, C.L. Tecnologia de produtos minimamente processados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. v.1.

NASCIMENTO, L.M. do; SANTOS, R.R. dos; RIBEIRO, I. J.A.; MARTINS, F.P.; YOTSUYANAGI, K.; COUTINHO, J.R. Caracterização físico-química dos frutos de 23 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante o processo de maturação. I. Coloração da casca, textura, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.13, p. 25-34, 1991.

NASCIMENTO, R.J.; MÉLO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; MACIEL, M.I.S. Propriedade antioxidante de polpas frescas, congeladas e de resíduos de frutas. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE, 7, 2007a, Recife. **Anais...** CD-ROM.

NASCIMENTO, R.J.; MÉLO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; MACIEL, M.I.S. Polpas e resíduos de frutas: capacidade de seqüestrar o radical DPPH. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE, 7, 2007b, Recife. **Anais...** CD-ROM.

NATALE, W.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; ROMUALDO, L.M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1475-1485, 2007.

OLIVEIRA, M.A. **Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de**

goiaba (*Psidium guajava*). 1996. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Piracicaba: ESALQ, 1996.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 33-49.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 16, p. 209-216, 1987.

PANTASTICO, E. B.; CHATTOPADHYAY, T. K.; SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. In: PANTASTICO, E. B. (Ed). **Postharvest physiology handling and utilization of tropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975, p. 314-338.

PEREIRA, F.M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 47p.

PEREIRA, F.M.; CARVALHO, C.A.; NACHTIGAL, J.C. Século XXI: nova cultivar de goiabeira de dupla finalidade. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.498-500, 2003.

PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. **Melhoramento genético da goiabeira**. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIM, A.A. (Org.). **Cultura da goiaba - do plantio à comercialização**. Jaboticabal, v.2, p.375-378, 2009.

PINTO, P.M. **Processamento mínimo de goiabas: estágio de maturação e controle da senescência**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia), Piracicaba: ESALQ, USP. 2008.

PIVETTA, K. F. L.; DURIGAN, J. F.; PEREIRA, F. M. Avaliação da conservação pós-colheita, em condições ambientais, de fruto de goiabeira (*Psidium guajava* L.) colhidos

em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 14, n.3, p. 237-239, 1992.

PIZA JR, C. T.; KAVATI, R. A. **Cultura da goiaba de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 28p. (Boletim Técnico n. 219).

RANGANA, S. **Manual of analysis fruit and vegetable products**. New Delhi: McGraw-Hill, 1977. 634p.

REYES, M. U.; PAULL, R. E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, n. 3/4 , p. 357-365, 1995.

RIBEIRO, V.G., ASSIS, J.S. de; SILVA, F.F.; SIQUEIRA, P.P.X.; VILARONGA, C.P.P. Armazenamento de goiabas 'Paluma' sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 203-206, 2005.

ROJAS-BARQUERA, D.; NARVAÉZ-CUENCA, C.E. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2336-2340, 2009.

RUFINO, M.S.M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia), Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2008.

SOUZA, R.A.M. de. Mercado para produtos minimamente processados. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 7-18, 2001.

SOUZA, H.A.de.; AMORIM, D.A.de.; ROZANE, D.E.; NATALE, W. **Pesquisas com goiabeira (*Psidium guajava* L.) no Brasil: breve histórico e perspectivas futuras**.

In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A. de; AMORIM, A.A. (Org.). Cultura da goiaba - do plantio à comercialização. Jaboticabal, v.2, p.28, 2009a.

SOUZA, S.M.A.de; CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; ORTEGA, E.M.M. Conservação de produto minimamente processado de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 847-855, 2009b.

STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T. do; SILVEIRA, J.P.G. da; CHECHI, R.; ESPINDOLA, B.P. Tolerância ao dano pelo frio e qualidade pós-colheita em goiabas 'Pedro Sato' submetidas ao condicionamento térmico. **Revista Biotemas**, v. 21, n.3, 2008.

TASCA, A.P.W. **Efeito do processamento industrial para obtenção de goiabada sobre os compostos antioxidantes e cor**. 2007. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos), Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP, 2008.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K; CISNEROSZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, Duluuth, v.19, p.669-675, 2006.

TODA FRUTA. **Características da goiaba**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso em 20 jan. 2009.

TUCKER, J.A. Introduction. In: SEYMOR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. cap.1, p.2-51.

VASQUEZ-OCHOA, R. I.; COLINAS-LEON, M. T. Changes in guava of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 1, p. 86-87, 1990.

VIEITES, R. L. **Conservação pós-colheita do tomate através do uso da radiação gama, cera e saco de polietileno, armazenados em condições de refrigeração e ambiente.** 1998, 131 f. Texto sistematizado (Livre-Docência em Ciência de Tecnologia de Alimentos), Botucatu: UNESP, 1998.

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R.A.; YAMAMOTTO, L.K.; JACOMINO, A.P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.623-623, 2003.

WHEELER, G.L.; JONES, M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. **Nature**, London, v.393, p.365-369, 1998.

WILBERG, V. C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. HPLC quantitation of major carotenoids of fresh and processed guava, mango and papaya. **LebensmittelWissenschaft und Technologie**, Londres, v. 28, n. 5, p. 474-480, 1995.

WILEY R.C. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas.** Zaragoza: Acribia. 362p. 1997.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, p.27-31, 2000.

YOUNGSON, R. **Como combater os radicais livres:** O Programa de saúde dos antioxidantes. Rio de Janeiro: Campos, 1995. 168p.

APÊNDICE

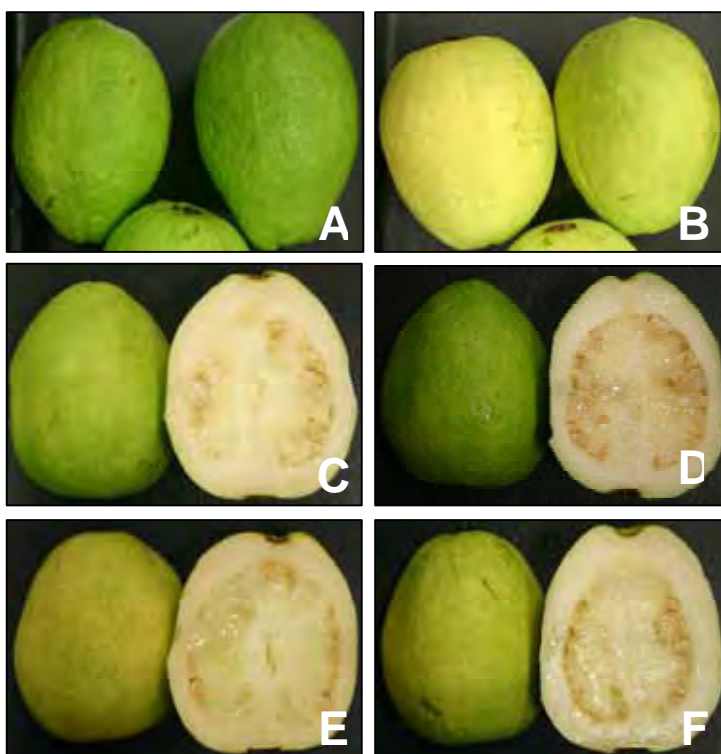


Foto 1. Goiabas 'Kumagai'. A: frutos "de vez" (1º día); B: frutos maduros (1º día); C: frutos "de vez" a 21°C (6 días); D: frutos "de vez" a 10°C (12 días); E: frutos maduros a 21°C (4 días); F: frutos maduros a 10°C (9 días).

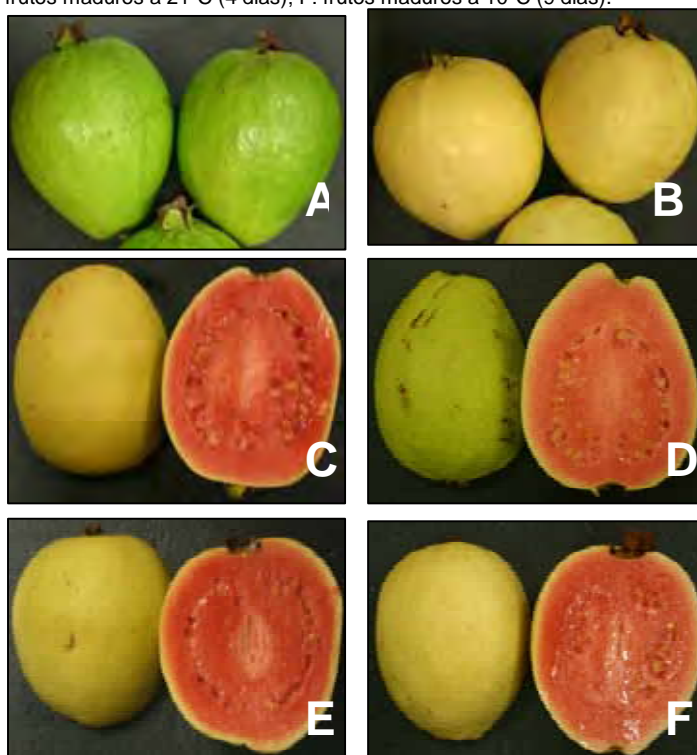


Foto 2. Goiabas 'Paluma'. A: frutos "de vez" (1º día); B: frutos maduros (1º día); C: frutos "de vez" a 21°C (6 días); D: frutos "de vez" a 10°C (15 días); E: frutos maduros a 21°C (4 días); F: frutos maduros a 10°C (9 días).

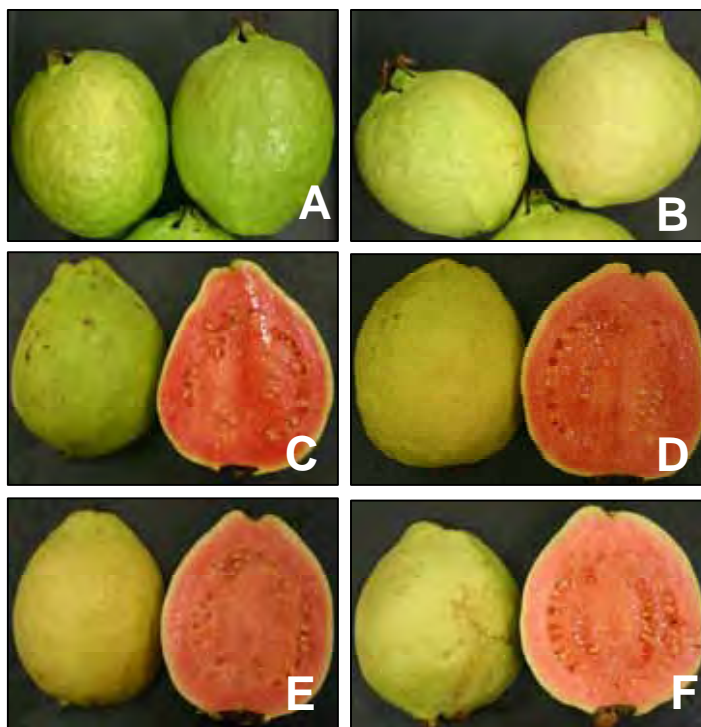


Foto 3. Goiabas 'Pedro Sato'. A: frutos "de vez" (1º dia); B: frutos maduros (1º dia); C: frutos "de vez" a 21°C (4 dias); D: frutos "de vez" a 10°C (12 dias); E: frutos maduros a 21°C (2 dias); F: frutos maduros a 10°C (9 dias).

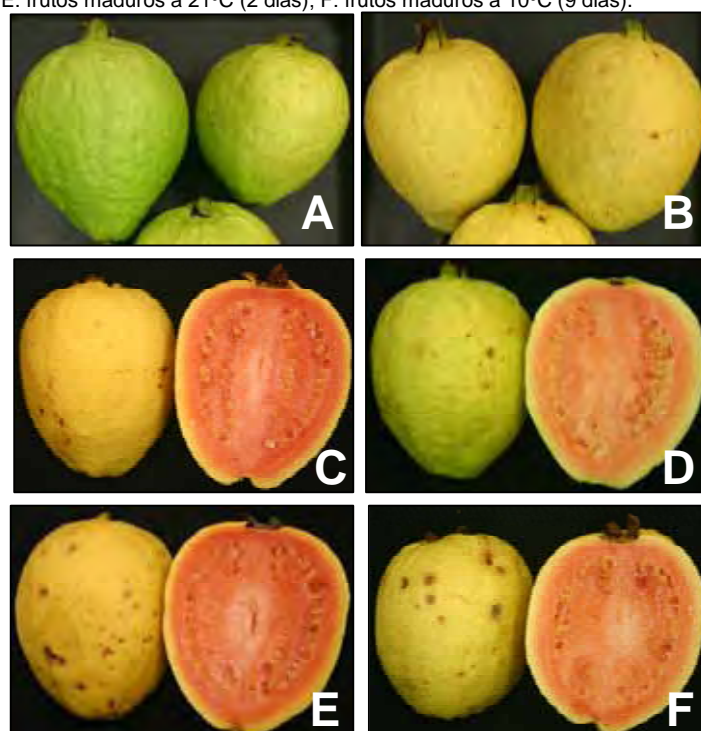


Foto 4. Goiabas 'Sassaoka'. A: frutos "de vez" (1º dia); B: frutos maduros (1º dia); C: frutos "de vez" a 21°C (6 dias); D: frutos "de vez" a 10°C (12 dias); E: frutos maduros a 21°C (6 dias); F: frutos maduros a 10°C (12 dias)

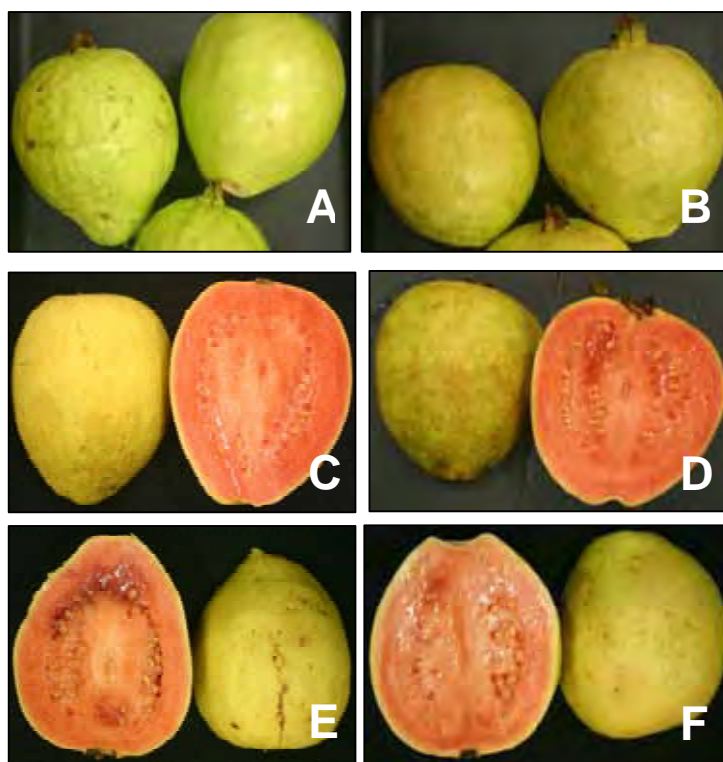


Foto 5. Goiabas 'Século XXI'. A: frutos "de vez" (1º dia); B: frutos maduros (1º dia); C: frutos "de vez" a 21°C (6 días); D: frutos "de vez" a 10°C (15 días); E: frutos maduros a 21°C (6 días); F: frutos maduros a 10°C (6 días).