

Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*)

Postharvest conservation of yellow passion fruit from lemon grass (*Cymbopogon citratus*) derivatives

Gabriela Silva Moura¹
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada²
Edmar Clemente³
Gilmar Franzener^{4(*)}

Resumo

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg.) é uma das principais frutíferas cultivadas no Brasil. O manejo pós-colheita representa fator limitante para o maracujá-amarelo, pois ocorre aumento na suscetibilidade à doenças e à alterações físico-químicas no fruto. Objetivando aumentar a vida útil de frutos do maracujazeiro, foi avaliado o efeito de produtos alternativos derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) sobre as características físico-químicas de frutos do maracujazeiro em pós-colheita. Foram avaliados o óleo essencial (0,025, 0,05 e 0,1%), extrato aquoso (10%), hidrolato (5 e 10%) e citral (0,1%) em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram avaliados o índice de murchamento, rendimento de suco, redução de massa, diâmetros longitudinal e equatorial, coloração da casca, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, pH, acidez total titulável, vitamina C e a relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável. Os frutos de maracujá-amarelo foram tratados após a colheita e as avaliações foram realizadas durante 15 dias de armazenamento dos frutos sob condições de temperatura ambiente. Os derivados de *C. citratus* promoveram alterações nos atributos físico-químicos dos frutos de maracujá-amarelo. Melhores resultados foram obtidos com óleo essencial a 0,1% que promoveu maior rendimento de suco e menor perda de peso nos frutos

-
- 1 MSc.; Bióloga; Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, UEM; Endereço: Avenida Colombo, 5790, CEP: 87020-200, Maringá, Paraná, Brasil; E-mail: bismoura@hotmail.com
 - 2 Dra.; Engenheira Agrônoma; Professora da Universidade Estadual de Maringá, UEM; Endereço: Avenida Colombo, 5790, CEP: 87020-200, Maringá, Paraná, Brasil; E-mail: krfsestrada@uem.br
 - 3 Dr.; Químico; Professor da Universidade Estadual de Maringá, UEM; Endereço: Avenida Colombo, 5790, CEP: 87020-200, Maringá, Paraná, Brasil; E-mail: eclemente@uem.br
 - 4 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS; Endereço: Rua Oscar Silva Guedes, 01, CEP: 85303-775, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil; E-mail: gilmar.franzener@uffs.edu.br (*) Autor para correspondência.

Recebido para publicação em 24/03/2013 e aceito em 25/11/2015

tratados, representando alternativa na conservação pós-colheita. O produto citral 0,1% mostrou efeito fitotóxico, comprometendo os atributos físico-químicos relacionados à maturação e qualidade dos frutos.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; óleo essencial; hidrolato; extrato aquoso.

Abstract

The yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg.) is one of the major fruit crops in Brazil. The post-harvest management is a limiting factor for the culture because there is an increase in susceptibility to diseases and physicochemical changes in the fruit. With the objective of increasing the shelf life of passion fruits, it was evaluated the effect of alternative products derived from lemon grass (*Cymbopogon citratus*) on the physicochemical characteristics of passion fruit in postharvest. It was evaluated the essential oil (0.025, 0.05 and 0.1%), aqueous extract (10%), hydrolate (5 and 10%) and citral (0.1%) in a completely randomized design with four replications. It was also evaluated the rate of wilting, the juiciness, mass reduction, longitudinal and equatorial diameters, peel color, soluble solids, reducing sugars, non-reducing sugars, total sugars, pH, titratable acidity, vitamin C and the relation between total soluble solids and titratable total acidity. The fruits of passion fruit were treated after harvest and assessments were performed during 15 days of storage of the fruits under ambient temperature conditions. The lemon Grass derivatives promoted changes in physicochemical attributes of the passion fruits. Best results were obtained with 0.1% essential oil that promoted higher juice yield and less weight loss in the treated fruits, representing alternative for the postharvest conservation of the fruits. The citral product showed phytotoxic effect, affecting the physical and chemical attributes related to maturation and fruit quality.

Key words: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; essential oil; hydrolate; aqueous extract.

Introdução

A fruticultura é um segmento de grande importância na economia brasileira. Além de atender o mercado interno, a fruticultura brasileira também vem ganhando espaço no mercado internacional, com exportações de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado (FONSECA, 2010).

A produção brasileira de maracujá adquiriu grande expressão econômica há pouco mais de 25 anos, inicialmente pelo

incentivo da agroindústria e, em seguida, pela crescente demanda no mercado de frutas frescas. A expansão dos pomares foi significativa e, atualmente, o maracujazeiro é cultivado em quase todo o território nacional (MELLETTI et al., 2005), o que faz do país o maior produtor mundial de maracujá com aproximadamente produção anual de 923 mil toneladas (IBGE, 2011).

A espécie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Degener, conhecida como maracujá-amarelo ou azedo (BERNACCI

et al., 2003) é originária da América Tropical, intensamente cultivada em países de clima tropical e subtropical (FRUTISÉRIES, 2002). Essa cultura tem grande importância pela qualidade de seus frutos, ricos em sais minerais e vitaminas, sobretudo A e C (LIMA, 2002).

A pós-colheita representa grande limitação para o maracujazeiro, pois os frutos estão sujeitos à rápida deterioração causada pelo murchamento e incidência de microrganismos patogênicos, que aliado à falta de tecnologia adequada de manuseio e conservação, acarretam grandes perdas na qualidade dos frutos, sobretudo nas características físico-químicas (MARCHI et al., 2000; MACHADO et al., 2003). A boa conservação dos frutos por um período mais longo é de fundamental importância para a comercialização eficiente do produto destinado ao mercado de frutas frescas e traz benefícios para toda a cadeia de produção (LIMA, 2002).

Diante disso, muitas técnicas têm sido estudadas buscando aumentar a vida útil dos frutos tais como o uso de atmosfera modificada (RESENDE et al., 2001), embalagens de polietileno e tratamento hidrotérmico (CAMPOS et al., 2005). Também o uso de ceras e filme plástico propiciam menor redução de matéria fresca e menor índice de murchamento em frutos de maracujá-amarelo (MOTA, 1999).

Para redução de infecções fúngicas o método amplamente utilizado é o controle químico realizado por meio de fungicidas de contato como ortofenilfenol e dióxido de enxofre ou sistêmicos como thiabendazole, imazalil e procloraz (BENATO, 1999; ZAMBOLIM et al., 2002). Muitas vezes o uso de fungicidas é feito de maneira indiscriminada (OLIVEIRA et al., 2006), o que onera os custos de produção e causa impactos ambientais através dos resíduos

tóxicos, acarretando risco de desequilíbrio biológico da microflora epifítica, além da possibilidade de permanência de resíduos nas frutas para consumo (TEIXEIRA et al., 1995). Além disso, essas medidas de controle nem sempre são suficientes para conservação dos frutos e controle de microrganismos patogênicos (BENATO et al., 2002).

Nesse contexto, muitos estudos tem buscado produtos alternativos como biofungicidas e derivados de plantas medicinais (ROSWALKA et al., 2008), como extratos e óleos essenciais. Além disso, a utilização de produtos derivados de plantas medicinais em substituição a agrotóxicos pode agregar valor aos produtos. Os resultados alcançados nessa linha de pesquisa têm-se mostrado promissores para uma utilização prática no controle de fitopatógenos em diversas culturas (MOREIRA et al., 2002). O foco principal desses estudos utilizando compostos de plantas medicinais têm sido o controle de fungos e a conservação de frutos em pós-colheita (ROSWALKA et al., 2008; SILVA et al., 2009; AQUINO et al., 2012).

No entanto, são poucas as informações do impacto desses compostos sobre as características físico-químicas dos frutos submetidos a esses tratamentos. Estudos recentes tem indicado o potencial de produtos naturais derivados de plantas, que além de controlar infecções microbianas podem trazer efeitos desejáveis em atributos físico químicos (SOLINO et al., 2012).

Entre as plantas medicinais que tem merecido destaque por sua atividade na proteção de plantas está o capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.). Essa planta tem demonstrado efeito para controle de doenças em plantas e alguns trabalhos mostram o potencial de uso do óleo essencial de *C. citratus* no controle de fitopatógenos

na pós-colheita de frutos de maracujá (ANARUMA et al., 2010; AQUINO et al., 2012). Para a utilização de outros derivados de capim-limão, como o hidrolato, as informações são escassas, principalmente sobre as características físico-químicas dos frutos e possibilidade de emprego para aumentar a vida útil de prateleira.

Diante disso, esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes derivados de capim-limão sobre características físico-químicas relacionadas à conservação de frutos maracujá-amarelo em pós-colheita.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Plantas Medicinais da Universidade Estadual de Maringá. Para obtenção dos derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.), folhas frescas foram coletadas no período da manhã, no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Estadual de Maringá e utilizadas para obtenção do óleo essencial, do extrato bruto aquoso e hidrolato.

Para a obtenção do extrato bruto aquoso, as folhas foram trituradas em liquidificador por 2 min na proporção de 10 g de folhas frescas em 100 mL de água destilada para obter extrato a 10%. O extrato bruto aquoso foi autoclavado por 20 min a 120 °C a 1 atm. Também foi avaliado o produto comercial citral Sigma-Aldrich® com formulação C₁₀H₁₆O, composto purificado do principal componente do óleo essencial do capim-limão.

Para obtenção do óleo essencial, as folhas de capim-limão foram secas em estufa de circulação forçada mantida a 40 °C por 24 horas. A extração do óleo essencial foi realizada através do método de destilação por

arraste a vapor (hidrodestilação). O hidrolato, que representa a fração hidrossolúvel da extração foi separado do óleo por decantação (TESKE; TRENTINI, 1997). O hidrolato pode conter pequenas concentrações (cerca de 0,003%) do óleo essencial (SCHWAN-ESTRADA et al., 2010).

Para a realização do experimento foram utilizados oito frutos por parcela, com quatro repetições. Foram avaliados o óleo essencial (OE) a 0,025, 0,05 e 0,1%, hidrolato a 5 e 10%, extrato aquoso a 10% e citral a 0,1%. Água destilada foi utilizada como testemunha. Ao óleo essencial foi adicionado 0,1% de Tween-20.

Os frutos de maracujá-amarelo foram colhidos de pomar em cultivo orgânico no município de Maringá, PR. Foram selecionados frutos de mesmo padrão de tamanho (± 200 g), apresentando coloração da casca dos frutos verde amarelo estágio em que normalmente é realizada a colheita comercial. Imediatamente após a colheita, os frutos de maracujá-amarelo foram transportados para o laboratório, onde foram submetidos ao processo de desinfestação superficial com hipoclorito de sódio 0,5% por um min, lavados com água destilada e após secos em condições ambiente.

Em seguida, os frutos foram imersos por um minuto em cada tratamento. Depois da imersão, os frutos foram colocados em bandejas plásticas onde permaneceram por quinze dias sob condições ambiente, visando reproduzir as condições de comercialização, com monitoramento da temperatura e da umidade relativa (26 \pm 2 °C e UR 90 \pm 5%). As avaliações de massa, diâmetro, índice de murchamento e coloração da casca ocorreram aos 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias após os tratamentos. Para a verificação da massa dos frutos, esses foram

levados em balança analítica de precisão e os resultados expressos em porcentagem de perda de massa. A determinação dos diâmetros foi realizada com auxílio de paquímetro digital avaliando-se no eixo que vai do pedúnculo ao ápice da fruta e na transversal desse eixo para diâmetros longitudinal e equatorial, respectivamente.

O índice de murchamento dos frutos foi determinado por meio da escala de notas proposta por Mota (1999): 0 = 0% de perda de volume; 1 = 3% de perda de volume; 2 = 6% de perda de volume; 3 = 9% de perda de volume; 4 = 12% de perda de volume; e 5 = 15% de perda de volume. A coloração da casca foi determinada conforme recomendação de (CHITARRA; CHITARRA, 2005) com escala de 1 a 4 para frutos totalmente verdes a totalmente amarelos, respectivamente. A partir dessas notas foi calculada a área abaixo da curva de progresso da coloração (AACPC) com auxílio de programa Win AACPD (BELAN et al., 2005).

Após o período de armazenamento os frutos foram cortados transversalmente e a polpa com semente removida manualmente. As sementes foram removidas em despulpadeira de malha de 0,5 mm de diâmetro. A partir da polpa foram realizadas as seguintes análises: sólidos solúveis totais (°Brix), pH (AOAC, 1995), rendimento de suco, vitamina C, acidez total titulável (CARVALHO et al., 1990), açúcares totais e açúcares redutores e não redutores (IAL, 2005). As análises químicas foram realizadas em triplicata.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2007).

Resultados e Discussão

Os frutos de maracujá-amarelo utilizados no trabalho apresentaram valores de massa entre 205,37 e 193,33 g no tempo 0 de armazenamento (concomitante à realização dos tratamentos). Durante os 15 dias de armazenamento, foi observada redução na massa dos frutos em todos os tratamentos. Os resultados da porcentagem de redução na massa são apresentados na Tabela 1.

Os frutos tratados com água, óleo essencial 0,05%, hidrolato 5% e citral 0,1% foram os que apresentaram maior perda de massa, com destaque para citral onde a redução foi de 8,47%. Essa maior perda de massa pode ser devido às condições ambiente de temperatura em torno de 26 °C durante todo o período de armazenamento. Sendo o maracujá um fruto climatérico, isso conduziu ao aumento da atividade respiratória, provavelmente, ocasionada pelo aumento de etileno (endógeno do fruto e exógeno do patógeno). Aliado a este fato, a temperatura ambiente foi favorável ao desenvolvimento de patógenos pós-colheita que ocasionaram estas perdas, acelerando os processos fisiológicos normal do fruto, como a transpiração e respiração.

O tratamento com óleo essencial 0,1% foi o que permitiu menor redução na massa dos frutos que foi de 4,28%, enquanto que na testemunha água a redução foi de 8,39%. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários. Possivelmente a imersão dos frutos de maracujá-amarelo na concentração de 0,1% do óleo essencial de capim-limão promoveu uma maior eficiência como meio de restringir a transpiração através da minimização do gradiente de pressão de vapor, diminuindo, assim, a perda de massa do fruto.

Tabela 1 - Porcentagem de redução de massa e diâmetros equatorial e longitudinal de frutos de maracujá-amarelo 15 dias após os tratamentos com derivados de capim-limão na pós-colheita em condições ambiente ($26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$)

Tratamentos	Redução (%)		
	Massa	Diâmetros	
		Equatorial	Longitudinal
Testemunha	8,39 c*	20,69 a	12,01 a
OE 0,1%	4,28 a	27,84 b	14,54 a
OE 0,025%	6,48 b	25,14 b	10,64 a
OE 0,05%	7,65 c	16,42 a	8,33 a
Hidrolato 5%	8,06 c	29,36 b	11,11 a
Hidrolato 10%	6,59 b	21,61 a	13,55 a
Extrato aquoso 10%	6,14 b	17,59 a	8,48 a
Citral 0,1%	8,47 c	27,41 b	13,29 a
C.V	19,55	22,29	29,45

Fonte: Moura, G. S. et al. (2013).

Nota: *Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As reduções em pós-colheita são oriundas de processos fisiológicos normais, como a respiração e a transpiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005), que, aliados à presença de fitopatógenos causadores de podridões, se intensificam.

Segundo Campos et al., (2005) a perda de massa que ocorre no armazenamento de frutos de maracujazeiro é considerada fator limitante para sua conservação. Devido à rápida perda de massa ao longo do período de armazenamento, os frutos apresentam enrugamento da casca devido ao processo de senescência, mesmo com a polpa em boas condições para consumo e sendo, por este motivo, comercialmente desvalorizados. Para evitar problemas de aceitação no mercado, tem-se recomendado que os frutos de maracujazeiro-amarelo sejam comercializados logo após a colheita, evitando-se, assim, grandes prejuízos para os produtores.

A perda de massa de frutos de maracujá tem sido minimizada com armazenamento em temperaturas baixas (ARJONA et al., 1992), revestimentos com ceras e filmes plásticos (MOTA, 1999) e utilização de atmosfera modificada (RESENDE et al., 2001).

Para os parâmetros de diâmetros equatorial e longitudinal dos frutos, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos apenas para médias de diâmetro equatorial (Tabela 1). O óleo essencial a 0,025 e 0,1%, hidrolato a 5% e citral a 0,1% foram os tratamentos que tiveram maior porcentagem de redução no diâmetro equatorial. Negreiros et al., (2007) apontam que os frutos com maior diâmetro equatorial apresentam maior massa de polpa, indicando, assim, uma tendência de os frutos terem maior volume de suco. Nesse trabalho não ficou evidente

essa relação do diâmetro dos frutos com a massa e rendimento de suco.

Os resultados de rendimento de suco são apresentados na tabela 2. Analisando isoladamente a porcentagem de rendimento de suco, pode-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o rendimento de suco para os frutos tratados com OE 0,1% e 0,025% e nas concentrações de hidrolato apresentaram rendimento de suco significativo, podendo representar aspecto importante para conservação e de interesse comercial. Sendo possível identificar que no caso do óleo essencial isso pode estar associado com a menor perda de peso dos frutos. No entanto, segundo Melletti et al. (1999), o rendimento de extração da polpa é variável, principalmente, em função do material empregado.

Menor rendimento de suco foi obtido como tratamento citral a 0,1%, cujo rendimento foi 51,0% inferior ao obtido pelo óleo essencial a 0,1%. Isso possivelmente se deve ao efeito fitotóxico do tratamento com citral a 0,1% que afetou a conservação e o rendimento dos frutos.

Para fins industriais, segundo Matssura e Folegatti (2002), o rendimento de suco deve ser acima de 40%. No entanto, para o presente trabalho, pode-se concluir que os frutos não são para fins industriais, uma vez que o rendimento de suco variou de 11,17 a 22,82%. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Abreu et al. (2009), que relataram rendimento de suco de 17 a 24%.

De maneira geral, os baixos valores de rendimento de suco verificados no presente trabalho podem ter sido influenciados pelo estágio de maturação dos frutos, os quais apresentavam-se mais verdes do que amarelos. Marchi et al. (2000) relataram que um dos fatores que influencia

Tabela 2 - Valores médios de rendimento do suco de maracujá-amarelo 15 dias após os tratamentos com derivados de capim-limão na pós-colheita em condições ambiente ($26 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $90 \pm 5\%$)

Tratamentos	% Rendimento de suco
Testemunha	19,94 b*
OE 0,1%	22,82 a
OE 0,025%	22,64 a
OE 0,05%	17,12 c
Hidrolato 5%	20,35 b
Hidrolato 10%	20,21 b
Extrato aquoso 10%	17,52 c
Citral 0,1%	11,17 d
C.V	8,96

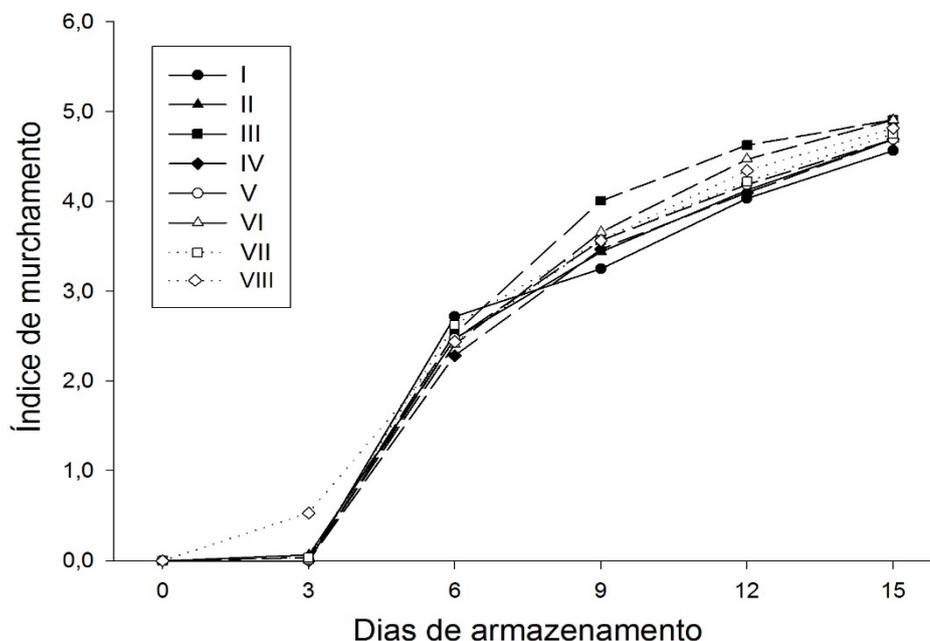
Fonte: Moura, G. S. et al. (2013).

Nota: *Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

o rendimento é o estágio de maturação. Silva et al. (2008) obtiveram rendimento máximo em suco a partir do estágio de maturação com 65% de coloração amarela da casca e menor rendimento em estádios iniciais de amadurecimento.

Com relação ao índice de murchamento, os tratamentos foram semelhantes entre si, com aumento nos valores ao longo dos dias de armazenamento (Figura 1.) o que indica que todos os frutos de maracujá-amarelo sofreram desidratação, conseqüentemente, levando ao murchamento. Observa-se que maior incremento no índice de murchamento ocorreu entre o terceiro e sexto dia de armazenamento, indicando ser um período crítico de conservação. O murchamento ocorre em função das alterações dos processos fisiológicos, como, por exemplo, a transpiração e respiração, as quais podem ser

Figura 1 - Índice de murchamento de frutos de maracujá-amarelo tratados com derivados de capim-limão



Fonte: Moura, G. S. et al. (2013).

Nota: I – Testemunha; II – Óleo essencial (OE) 0,1%; III - OE – 0,025%; IV- OE – 0,05%; V - Hidrolato 5%; VI - Hidrolato 10%; VII- Extrato aquoso 10%; VIII - Citral 0,1%.

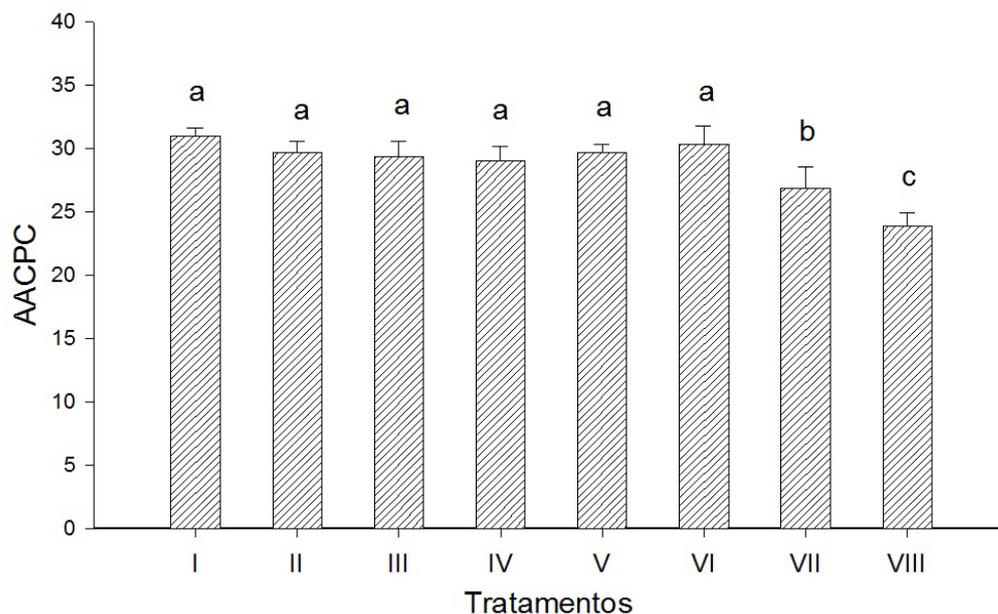
influenciados por vários fatores, tais como: espessura da casca, presença e número de estômatos, temperatura, umidade relativa do ambiente de armazenamento e presença de barreiras artificiais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em consequência, ocorre enrugamento da casca e perda de massa e de volume, depreciando sua aparência externa e reduzindo o período de comercialização (CAMPOS et al., 2005).

Com relação à coloração da casca, a AACPC (área abaixo da curva de progresso da coloração) teve pouca variação entre os tratamentos, indicando semelhança no processo de mudança de cor e amadurecimento dos frutos (Figura 2). No entanto, nota-se que o extrato bruto aquoso 10% e o citral 0,1% diferiram

estatisticamente entre os tratamentos e entre si, indicando efeito na manutenção da cor verde-clara, enquanto os demais evoluíram para coloração amarela característica do completo amadurecimento do fruto. O efeito promovido pelo extrato aquoso pode ser indicativo de minimizar o metabolismo do fruto auxiliando a conservação. No caso do citral, no entanto, o menor amarelecimento deve-se, possivelmente, a fitotoxidez causada nos frutos, com alteração da tonalidade comprometendo o aspecto comercial característico dos frutos.

A associação entre a coloração da casca e os estádios de maturação é importante ainda, pois permite ao setor produtivo estabelecer um planejamento de colheita a fim de ampliar o período de vida de prateleira e fornecer

Figura 2 - Área abaixo da curva de progresso da coloração (AACPC) em frutos de maracujá-amarelo tratados com derivados de capim-limão



Fonte: Moura, G. S. et al. (2013).

Nota: I – Testemunha; II – Óleo essencial (OE) 0,1%; III - OE – 0,025%; IV- OE – 0,05%; V - Hidrolato 5%; VI - Hidrolato 10%; VII - Extrato aquoso 10%; VIII - Citral 0,1%. Barras seguidas por letras distintas diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

maracujás que possam satisfazer às exigências do mercado interno e, eventualmente, dos exportadores (SILVA et al., 2008). As alterações na cor da casca do maracujá durante o amadurecimento passando de verde ao amarelo estão relacionadas à degradação da clorofila e à manifestação dos pigmentos carotenóides (SEYMOUR et al., 1993).

Resultados das análises químicas com as polpas dos frutos são apresentados nas tabelas 3 e 4. Para o teor de sólidos solúveis totais (SST), houve diferença significativa entre os frutos analisados, variando 11,98 °Brix para testemunha e 11,0 °Brix para os frutos tratados com OE 0,05% (Tabela 3). Estes valores são semelhantes aos encontrados por Campos et al. (2005) que avaliaram o efeito da

temperatura de imersão na qualidade dos frutos de maracujá-amarelo e obtiveram média geral de 11,36 °Brix. Segundo Chitarra; Chitarra (2005), o parâmetro de SST representa uma das melhores formas de avaliação do grau de doçura do produto, que é maior com a evolução da maturação, devido aos processos de biossíntese ou ainda da degradação de polissacarídeos.

De acordo com Farias et al. (2007) o teor de sólidos solúveis totais de 11,01% é um valor muito baixo para maracujá, que se situa por volta de 13% de SST, sendo que o aceito pela indústria varia de 13% a 14% e para o mercado *in natura*, quanto maior o teor de SST, melhor. Já Matsura e Folegatti (2002) relatam que para fins industriais o valor do °Brix oscila de 15 a 16%. Os valores médios encontrados

Tabela 3 - Médias de sólidos solúveis totais (°Brix), açúcares total (AT), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) de frutos de maracujá-amarelo tratados com derivados de capim-limão

Tratamentos	°Brix	AT (mg/10 mL)	AR (%)	ANR (%)
Testemunha	11,98 b*	13,49 b	7,24 b	5,18 b
OE capim-limão 0,1%	11,63 b	10,41 a	7,01 b	3,11 a
OE capim-limão 0,025%	11,45 a	9,63 a	8,78 d	2,40 a
OE capim-limão 0,05%	11,00 a	10,30 a	5,30 a	2,66 a
Hidrolato 5%	11,79 b	10,72 a	7,76 c	4,09 b
Hidrolato 10%	11,35 a	10,54 a	9,50 d	3,72 a
EB capim-limão 10%	11,31 a	9,96 a	5,78 a	3,53 a
Citral 0,1%	11,79 b	15,12 b	5,83 a	12,27 c
CV (%)	5,25	22,85	9,58	19,76

Fonte: Moura, G. S. et al. (2013).

Nota: *Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

de SST de 11,0 °Brix são menores que os citados por Meletti et al. (1999) e por Gomes et al. (2006), os quais foram de 15,6 e de 13,7 a 14,2 °Brix; 14,3 a 14,9 °Brix, para frutos de maracujá-amarelo cobertos e descobertos com lonas plásticas, respectivamente.

Segundo Arjona et al. (1992), com o tempo de armazenamento do fruto há redução no teor de sólidos solúveis totais, principalmente em condições ambientais diferentes. Vários fatores interferem no teor de sólidos solúveis, como: intensidade luminosa, temperatura, precipitação pluviométrica, interações edafoclimáticas, o ponto de colheita, a época de colheita (NASCIMENTO et al., 1998) e o tempo de armazenamento (ARJONA et al., 1992).

Os valores de açúcares totais (AT) variaram de 15,12 a 9,63 mg/100 mL para frutos tratados com óleo essencial a 0,025% e citral a 0,1%, respectivamente (Tabela 3). Apenas testemunha água e

citral 0,1% apresentaram valores de AT superior aos demais. A média de açúcares totais encontrada no estudo de Machado et al. (2003) foi de 11,0%, pertinentes aos obtidos nesse trabalho. Utsunomiya (1992) obteve os maiores teores de açúcares totais em temperaturas de 28 °C como resultado da elevação das duas formas de açúcares, enquanto os menores teores a 23 °C foram atribuídos à redução da sacarose.

Nos teores de açúcares redutores (AR) (Tabela 3) houve diferença significativa entre os tratamentos variando de 5,30 a 9,50% para tratamentos com óleo essencial 0,05% e hidrolato 10%, respectivamente. Segundo Seymour et al. (1993) a variação do teor de carboidratos do fruto, ao contrário do restante da planta, é mais influenciada pelo estágio de desenvolvimento ou de maturação do fruto.

Para açúcares não redutores, o tratamento citral a 0,1% diferiu dos

demais tratamentos, apresentando o maior valor que foi de 12,27%, sendo superior aos relatados por Machado et al. (2003) para frutos de maracujá. Este efeito do citral deve-se possivelmente por retardar o amadurecimento e por efeito fitotóxico, afetando a quebra de açúcares complexos para açúcares simples (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Observa-se ainda que os resultados foram pertinentes entre essas variáveis analisadas, sendo o conteúdo de açúcares não redutores como principal contribuinte para maiores valores de AT e SST. Assim, por afetar o amadurecimento do fruto, o citral a 0,1% afetou as características físico-químicas a ele relacionadas.

Com relação aos valores de pH, estes variaram entre 3,24 e 3,09 (Tabela 4). Segundo a Instrução Normativa nº 01 de 07 de janeiro de 2000/Ministério da Agricultura e Abastecimento/Brasil, o pH para polpa de maracujá processada pode variar de 2,7 a 3,8.

Observa-se que apenas os tratamentos com citral 0,1% e OE 0,025% apresentaram pH inferior aos demais, portanto mais ácidos, mesmo que em pequena proporção.

De acordo com os resultados, observou-se que as médias da acidez total titulável (ATT) diferiu entre os tratamentos (Tabela 4) variando de 4,29 a 9,68% de ácido cítrico para os tratamentos testemunha água e citral 0,1%, respectivamente. O tratamento com citral 0,1% foi o que mais contribuiu para a elevação dos teores de acidez total titulável. Para os frutos do tratamento testemunha os valores de acidez total titulável apresentaram-se menores. Esse decréscimo pode ser explicado provavelmente pela utilização dos ácidos como substratos respiratórios ou pela conversão em açúcares durante o armazenamento. Marchi et al. (2000), analisando maracujá-amarelo destinado

Tabela 4 - Médias de pH, acidez total titulável (ATT), ácido ascórbico (AA) e relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST\ATT) de frutos de maracujá-amarelo tratados com derivados de capim-limão.

Tratamentos	pH	ATT Ácido cítrico (%)	Á. Ascórbico (mg/100mL)	SST\ATT
Testemunha	3,24 b*	4,29 a	109,71 b	2,80 d
OE capim limão 0,1%	3,20 b	4,89 a	99,99 b	2,44 c
OE capim limão 0,025%	3,12 a	6,84 c	75,00 a	1,67 b
OE capim limão 0,05%	3,21 b	5,97 b	64,58 a	1,82 b
Hidrolato 5%	3,23 b	7,31 c	40,16 a	1,60 b
Hidrolato 10%	3,21 b	6,87 c	56,57 a	1,64 b
EB capim limão 10%	3,19 b	7,48 c	71,87 a	1,53 b
Citral 0,1%	3,09 a	9,68 d	62,50 a	1,20 a
CV (%)	1,84	1,98	22,27	11,20

Fonte: Moura, G. S. et al. (2013).

Nota: *Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

á industrialização, obtiveram valores de ATT entre 3,9 e 4,7%, diferindo do presente trabalho no qual foi observado valores maiores.

Os teores de ácido ascórbico apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo o maior valor encontrado no tratamento testemunha de 109,71 e o menor valor no tratamento com citral a 0,1%, correspondente a 62,50 mg de ácido ascórbico/100mL.

O menor teor de ácido ascórbico foi observado nos frutos tratados com citral 0,1% podendo-se fazer uma associação com estágio de coloração destes frutos ao 15º dia do experimento que apresentavam coloração verde-clara. Este fato pode ser um indicativo de que o produto possa ter contribuído para acelerar o processo de degradação do ácido ascórbico (CASTRO, 2005).

O teor de vitamina C das frutas é um parâmetro nutricional de grande importância. Contudo, não se verificam exigências relacionadas ao mesmo no caso de frutas destinadas à industrialização (MARCHI et al., 2000).

Na relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) (Tabela 4) dos frutos de maracujá-amarelo, houve diferença entre os tratamentos, os quais apresentaram relação SST/ATT variando de 1,20 a 2,80. A testemunha apresentou maior valor de relação SST/ATT, seguido do tratamento com óleo essencial 0,1%. Esse aumento se dá com o amadurecimento do fruto e, deste modo pode-se observar menor acidez.

No tratamento citral 0,1%, a razão SST/ATT foi a menor (1,20) entre os tratamentos, sendo possível relacionar SST/ATT e o estágio de maturação dos frutos de maracujá-amarelo, os quais alguns se

apresentavam ainda verdes aos 15 dias de armazenamento nesse tratamento. Isso se deve possivelmente a concentração de citral utilizada ter afetado o amadurecimento e promovendo sintomas de fitotoxicidade nos frutos, caracterizados por manchas superficiais de coloração marrom escuro.

A razão SST/ATT pode variar de acordo com a cultivar, o local e a época da colheita, mas durante o amadurecimento ela tende a aumentar, principalmente devido à diminuição da acidez. De acordo com Nascimento et al. (1998), a razão SST/ATT é considerada uma das formas mais práticas de se avaliar o sabor dos frutos, sendo a acidez decisiva nesse quesito, pois se for alta, provoca a diminuição de seu valor. Saenz et al. (1998) estudaram a influência da data de colheita sobre as características do suco de maracujá-roxo, notando que no inverno ocorreu uma razão SST/ATT de 3,5 e no verão a razão foi da ordem de 6,6. Na avaliação sensorial verificaram que o suco de frutos de verão apresentou um aroma mais intenso e de melhor qualidade do que o suco de frutos colhidos no inverno. Solino et al. (2012) também observaram aumento de ATT e redução na relação SST/ATT em frutos de maracujá tratados com óleos vegetais. Esse efeito dos derivados de plantas medicinais, quando aliado ao conhecido potencial fitossanitário, podem representar importante alternativa no tratamento de frutos de maracujá-amarelo.

Conclusão

Os derivados de capim-limão avaliados não promoveram benefícios no aumento da vida útil de frutos de maracujá-amarelo, mas promoveram alterações em características físico-químicas, com destaque para óleo

essencial a 0,1% que proporcionou melhores resultados em alguns atributos físico-químico relacionados a qualidade dos frutos em pós-colheita.

Agradecimento

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

ABREU, S.P.M.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SOUSA, M.A.F. Características físico-químicas de cinco genótipos de maracujazeiro azedo cultivados no distrito federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.2, p. 487-491, 2009.

ANARUMA, N. D.; SCHMIDT, F. L.; DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; DELARMELINA, C.; BENATO, E.A.; SARTORATTO, A. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. in yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.41, n.1, p.66-73, 2010.

AQUINO, C. F.; SALES, N. L. P.; SOARES, E. P. S.; MARTINS, E. R. Ação e caracterização química de óleos essenciais no manejo da antracnose do maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1059-1067, 2012.

ARJONA, H. E.; MATTA, F. B.; GARNER JÚNIOR, J. O. Temperature and storage time affect quality of yellow passion fruit. **HortScience**, v.27, n.7, p.809-810, 1992.

AOAC. Association of Oficial Agriculture Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of the Agriculture Chemistry**. 11 ed. Washington: [S.I.], 1995. 1115p.

BELAN, H. C.; RITTER, R. A. O.; FURSTENBERGER, A. L. F.; CANTERI, M. G. *Win AACPD - Software para cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença no ambiente Windows. Software*, 2005.

BENATO, E. A. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, p.90-93, 1999.

BENATO, E. A.; SIGRIST, J. M. M.; HANASHIRO, M. M.; MAGALHÃES, M. J. M.; BINOTTI, C. S. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica**, v.28, n.4, p.299-304, 2002.

BERNACCI, L. C.; VITTA, F. A.; BAKKER, Y. V. *Passiflora* L. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa/FAPESP, 2003. v.3, p.248-274.

CAMPOS, A.J.; MANOEL, L.; DAMATTO JÚNIOR, E.R.; VIEITES, R.L.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R.M. Tratamento hidrotérmico na manutenção da qualidade pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.383-385, 2005.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. Análises químicas de alimentos. Campinas: **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 1990. 121p.

CASTRO, M. R. S. **Cinética da degradação do ácido ascórbico em polpas de frutas congeladas in natura**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

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

FARIAS, J. F. de.; SILVA, L. J. B. da.; NETO, S. E. de. A.; MENDONÇA, V. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em rio branco, acre. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p196-202. julho/setembro 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: **Sistema de análise estatística para dados balanceados**. Versão 5.0. Lavras: UFLA/DEX, 2007.

FRUTISÉRIES. **Maracujá-amarelo**. Brasília, DF: MMA, 2002. v.2.

FONSECA, A. V. V. da. **Estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale*, L.) acondicionado em embalagens de vidro e de pet**. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

GOMES, T. S.; CHIBA, H. T.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Qualidade da polpa de maracujá-amarelo - seleção afruevec, em função das condições de armazenamento dos frutos. **Alimentação Nutrição**, Araraquara ,v.17, n.4, p.401-405, 2006.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos/ Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. IV ed. Brasília: Ministério da Saúde, (Série A: Normas Técnicas e Manuais Técnicos), 2005. 1018p.

IBGE. **Instituto Brasileiro Geografia de Estatística**. Disponível em: <www.ibge.com.br>. Acesso em: 10 mar. 2011.

LIMA, A. A. **Maracujá: produção e aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 103p.

MACHADO, S. S.; CARDOSO, R. L.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá-amarelo provenientes da região de Jaguaquara – Bahia. **Magistra**, v.15, n.2, p.229-233, 2003.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Mamão: pós-colheita**. Cruz das Almas, BA, Embrapa Mandioca Fruticultura; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 59p. (Frutas do Brasil; 21).

MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; SILVA, C. A. R. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p.381-387, 2000.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1999. p.64 (Boletim Técnico 181).

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C. Caracterização fenotípica de três seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.268-272, 2005.

MOREIRA, L. M.; MAY-DE MIO, L. L.; ALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; LIMA, M. L. R. Z.; POSSAMAI, J. C. Controle em pós-colheita de *Monilia fructicola* em pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.4, p.395-398, 2002.

MOTA, W. F. **Conservação pós-colheita do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) influenciada por ceras e filme plástico**. 1999. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

NASCIMENTO, T. B.; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger) produzido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, n.1, p.33-38, 1998.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.540-545, 2007.

OLIVEIRA, S. M. A.; TERAPO, D.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H. (Ed.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855p.

RESENDE, J. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.159-168, 2001.

ROSWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z. C.; MAY DE MIO, L. L.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.301-307, 2008.

SAENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; NAVARRETE, A. RUSTOM, A. Influence of harvest season on the characteristics of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) and its juice. **Food Science and Technology International**, v.4, n.1, p.45-51, 1998.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, S. M. E. da.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G. Uso de princípios ativos de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2 (Suplemento – CD-ROM), julho 2010.

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

SILVA, T. V.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L. Determinação da escala de coloração da casca e do rendimento em suco do maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.880-884, 2008.

SILVA, A. C.; SALES, N. L. P.; ARAÚJO, A. V.; CALDEIRA JÚNIOR C. F. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33(Edição Especial), p.1853-1860, 2009.

SOLINO, A. J. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, A. N.; RIBEIRO, A. M. A. S. Severidade da antracnose e qualidade dos frutos de maracujá-amarelo tratados com produtos naturais em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p. 057-066, 2012.

TEIXEIRA, C. G.; CASTRO, J. V.; TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J. C.; TURATTI, J. M.; LEITE, R. S. S. F.; BLISKA, F. M. M.; GARCIA, E. B. **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. 267p. (Série frutas tropicais, 9).

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. **Herbarium - Compêndio de Fitoterapia**. Curitiba: Herbarium, 1997. 317p.

UTSUNOMIYA, N. Effect of temperature on shoot growth, flowering and fruit growth of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). **Scientia Horticulturae**, v.52, n.1/2, p.63-68, 1992.

VILELA, P.; MARACUJÁ. Disponível em: <www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-g-azmaracuja/integra_biaident_unico-1042>. Acesso: 12 jul. 2011.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J. A.; VALE, F. X. R. Controle de doenças em pós-colheita de frutas tropicais. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p.443-512.