

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

**MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.):  
ASPECTOS RELATIVOS À FENOLOGIA, DEMANDA HÍDRICA E  
CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA**

**ANA ALEXANDRINA GAMA DA SILVA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP  
Março- 2002

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

**MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.):  
ASPECTOS RELATIVOS À FENOLOGIA, DEMANDA HÍDRICA E  
CONSERVAÇÃO PÓS COLHEITA**

**ANA ALEXANDRINA GAMA DA SILVA**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Evaldo Klar

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP  
Março- 2002

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA  
INFORMAÇÃO

SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA

UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Silva, Ana Alexandrina Gama da, 1957-

S586m Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavica*  
*carpa* Deg.): aspectos relativos à fenologia, demanda  
hídrica e conservação pós-colheita / Ana Alexandrina  
Gama da Silva. -- Botucatu, [s.n.], 2002

xii, 98 f. : il. color.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrônomicas

Orientador: Antonio Evaldo Klar

Inclui bibliografia

1. Maracujá 2. Evapotranspiração 3. Fenologia 4.  
Maracujá - Tecnologia pós-colheita 5. Frutas - Conser-  
vação I. Klar, Antonio Evaldo II. Universidade Esta-  
dual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Campus de Botu-  
catu). Faculdade de Ciências Agrônomicas II. Título

Palavras-chave: *Passiflora edulis*; Evapotranspiração; Coefici-  
ente de cultivo; Pós-colheita; Fenologia

## **AGRADECIMENTOS**

Estendo meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que colaboraram para a realização deste trabalho, de forma especial:

- à Embrapa Tabuleiros Costeiros, pela oportunidade de realização do curso;
- ao Prof. Antônio Evaldo Klar, pela oportunidade de sua orientação e pelo aprendizado adquirido. Agradeço também, à atenção dedicada e à participação no nosso convívio acadêmico;
- à Prof. Regina Evangelista pela atenção, dedicação e orientação em parte deste trabalho;
- aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Rural da FCA-Unesp, Botucatu, pelos ensinamentos e apoio durante a realização do curso;
- aos técnicos agrícolas Gilberto e Pedro pela presteza e dedicação durante a condução deste trabalho no campo;
- aos funcionários do Departamento de Horticultura, de modo especial ao Sr. Tomé e aos técnicos de laboratório Edson e Chico;
- às funcionárias da seção de Pós Graduação pela amizade e presteza no atendimento;
- aos colegas de curso de mestrado e doutorado, de modo especial aos amigos Cláudio, Marcos Silveira, Marcos Braga, Luíza, Cristina, Sidney, Benedito, Ricardo, Magali, e todos aqueles com quem compartilhei o ambiente universitário e uma convivência saudável, durante a minha permanência na FCA Unesp- Botucatu;
- ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos;

- à todos os colegas e amigos da Embrapa Tabuleiros Costeiros;
  - aos amigos Jair Faria, Hildeu, Idalina, Claudio, Eber, Leuda, Jean, Marcia, Guiomar, Laís, Pádua, Tanaka, Luíz, Simone, João, Shirlaine, Cristina e Rose pela convivência amigável, carinho e companhia durante o nosso convívio. Agradeço ao Hildeu, também pelo tempo despendido com discussões técnicas durante a realização deste trabalho;
  - aos meus familiares, em especial ao meu irmão Pedro, à minha irmã Dal e à minha cunhada Gislene, pela presença constante, durante a minha permanência em Botucatu;
- De modo muito especial à Deus e à meus pais a quem eu dedico este trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUÇÃO	5
4. REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1 Características botânicas do maracujazeiro	8
4.2 Ecofisiologia do maracujazeiro	10
4.2.1 Clima e aspectos fenológicos	10
4.2.2 Exigência hídrica da cultura	14
4.2.3 Fenologia e características físico-química dos frutos	20
4.3 Pós colheita	22
4.3.1 Manuseio pós colheita	25
4.3.2 Conservação pós colheita	26
5. MATERIAL E MÉTODOS	32
5.1 Localização	32
5.2 Clima	32
5.3 Solo	33

5.4 Preparo do solo, adubação e transplântio	34
5.5 Manejo da cultura	35
5.6 Polinização	36
5.7 Colheita dos frutos	36
5.8 Produtividade e classificação dos frutos	38
5.9 Parâmetros de qualidade dos frutos	38
5.10 Manejo da irrigação	38
5.10.1 Construção e operacionalização dos lisímetros	43
5.10.2 Estimativa da evapotranspiração de referência (ET <sub>o</sub> ) pelo método de Penman- Monteith	46
5.10.3 Coeficiente de cultivo (K <sub>c</sub> )	48
5.11 Parâmetros fenológicos	48
5.12 Tratamentos pós colheita	49
5.12.1 Experimento 1: Conservação pós colheita com filmes de PVC e polietileno	50
5.12.2 Experimento 2: Conservação pós colheita com cera Molbicer C	51
5.12.3 Parâmetros avaliados	51
6. RESULTADO E DISCUSSÃO	54
6.1 Avaliação fenológica	54
6.1.1 Desenvolvimento da cultura	54
6.1.2 Tempo decorrido da antese à colheita	57

6.1.3 Parâmetros químicos e físico-químicos dos frutos	58
6.1.4 Produtividade	60
6.2 Demanda hídrica do maracujazeiro	61
6.2.1 Evapotranspiração da cultura (ETc)	65
6.2.2 Coeficiente de cultivo (Kc)	67
6.3 Conservação pós colheita	69
6.3.1 Perda de massa fresca dos frutos durante a conservação pós colheita com filmes de PVC e polietileno	70
6.3.2 Aspectos visuais dos frutos durante a conservação pós colheita com filmes de PVC e polietileno	71
6.3.3 Avaliação dos parâmetros físico-químicos e químicos dos frutos sob tratamentos com filmes de PVC e polietileno	73
6.3.4 Perda de massa fresca dos frutos durante a conservação com cera	78
6.3.5 Avaliação dos parâmetros químicos e físico-químicos dos frutos durante os tratamentos com cera Mobilcer C nas diluições 1:1, 1:2, 1:3	79
6.3.6 Considerações gerais sobre os aspectos visuais dos frutos durante a conservação pós colheita com cera nas diluições 1:1, 1:2, 1:3	83
7. CONCLUSÕES	84
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

**LISTA DE QUADROS**

Quadro		Página
1	Características físicas do solo	33
2	Características químicas do solo.	34
3	Parâmetros do modelo de van Genuchten, estimados pelo SWRC para as profundidades de 0,20 e 0,40 m	40
4	Teor de água no solo, medido e estimado através do modelo de van Genuchten para as profundidades de 0,20 e 0,40 m.	41
5	Valores médios da altura, do número de folhas, do diâmetro do caule e do comprimento de entrenós, medidos na haste principal de seis plantas de maracujá amarelo em função da idade, no município de Botucatu-SP, durante o período de 22 de outubro a 03 de dezembro de 2000.	55
6	Variáveis meteorológicas registradas durante o período das observações fenológicas do maracujá amarelo cultivado no município de Botucatu-SP.	56
7	Parâmetros físico-químicos dos frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, cultivados no município de Botucatu-SP.	59
8	Dados climáticos médios, por décadas, da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento a 2 m metros de altura (U2), radiação	62

líquida (Rn) e precipitação pluvial (PP), registrados durante o período de 21 de setembro de 2000 a 31 de julho de 2001, no município de Botucatu-SP.

- 9 Valores médios por decêndios da evapotranspiração de referência medida (ET<sub>o</sub> med) e estimada pelo método de Penman-Monteith (ET<sub>o</sub> P-M) durante o período de 29 de setembro de 2000 a 23 de julho de 2001 no município de Botucatu-SP 64
- 10 Evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>c</sub>) do maracujazeiro amarelo medida em lisímetros (ET<sub>c</sub> Lis), durante o período de 29 de setembro de 2000 a 23 de julho de 2001, no município de Botucatu-SP. 66
- 11 Valores médios dos parâmetros físico-químicos do maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosferas modificadas com filmes de PVC e polietileno, à temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , durante o período de 28 dias. 75
- 12 Variação da percentagem de polpa de frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosfera modificada com filmes de PVC e polietileno, à temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , durante o período de 28 dias. 77
- 13 Valores médios dos parâmetros físico-químicos e químicos do maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, tratados com cera nas diluições 1:1, 1:2, 1:3, armazenados à temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ . 81

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Detalhe do estágio de maturação em que foram colhidos os frutos do maracujazeiro amarelo.	37
2	Vista panorâmica do conjunto lisimétrico.	44
3	Detalhes do conjunto lisimétrico.	45
4	Vista da área experimental cultivada com o maracujazeiro na fase de produção.	46
5	Variação temporal dos valores médios, por decêndios, da evapotranspiração de referência medida em lisímetros (ET <sub>o</sub> med), estimada pelo método de Penman-Monteith (ET <sub>o</sub> P-M) e da evapotranspiração do maracujazeiro (ET <sub>c</sub> med) obtidos durante o período de 29 de setembro de 2000 a 23 de julho de 2001 no município de Botucatu-SP.	63
6	Variação do coeficiente de cultivo (K <sub>c</sub> ) ao longo do ciclo da cultura do maracujá amarelo durante o primeiro ano de produção.	67
7	Perda de massa fresca dos frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosferas modificadas com filmes de PVC e sacos de polietileno de 0,05 m, com e sem vácuo, à temperatura de 10 ± 1°C e umidade relativa de 80 ± 5 %.	70
8	Variação dos componentes físico-químicos e químicos dos frutos maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosferas modificadas com	76

filmes de PVC e polietileno 0,05 *m* com e sem vácuo, à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , durante o período de 28 dias.

- |    |   |    |
|----|---|----|
| 9  | Perda de massa fresca dos frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, durante a conservação pós colheita com cera Mobilcer C em três diluições à temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $80 \pm 5\%$ . | 78 |
| 10 | Variação dos componentes físico-químicos dos frutos maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, durante a conservação pós colheita com cera à temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $80 \pm 5\%$ .              | 82 |

## 1.RESUMO

Neste trabalho avaliaram-se os aspectos relativos à fenologia, à demanda hídrica e à conservação pós colheita, durante o primeiro ano de produção do maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, cultivado sob irrigação localizada, no município de Botucatu-SP (22° 51' S, 48° 26' W). Os aspectos fenológicos da cultura foram caracterizados em função do crescimento da cultura, do comprimento e diâmetro dos entrenós e do período decorrido da antese das flores até a colheita dos frutos. A demanda hídrica da cultura (ETc) e a demanda climática local - evapotranspiração de referência (ETo) foram medidas em lísimetros de nível do lençol freático constante, durante o período de 29 de setembro de 2000 a 20 de julho de 2001. A conservação pós colheita foi avaliada através do armazenamento dos frutos à temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$  UR, utilizando-se a cera Molbicer C nas diluições 1:1, 1:2 e 1:3, filmes de PVC do tipo Magipack e filmes de polietileno com espessura de 0,05 micra, nas condições com e sem vácuo. Observou-se que a taxa de crescimento das plantas até a ocasião em que estas atingiram o fio de condução, à 2 m de altura da superfície foi de  $4,12\text{ cm dia}^{-1}$ , que as taxas de crescimentos do

comprimento e do diâmetro do caule foram de  $0,12 \text{ cm dia}^{-1}$  e  $0,14 \text{ mm dia}^{-1}$ , respectivamente; e que o período decorrido desde a antese das flores até a maturação dos frutos foi de 56 dias. A demanda hídrica da cultura foi de  $954,98 \text{ mm}$  e a demanda climática local medida nos lisímetros e estimada pelo método de Penman-Monteith foi de  $1.069,21 \text{ mm}$  e de  $1.248,86 \text{ mm}$ , respectivamente. Os valores de  $K_c$  variaram de  $0,42$  a  $1,18$ , com valor máximo registrado entre 200 e 210 dias após o transplântio das mudas no campo. Durante o período de armazenamento pós colheita, não houve alteração significativa nas características químicas e físico-químicas dos frutos. Dentre os tratamentos de conservação à baixa temperatura, os que apresentaram efeitos mais significativos com relação a perda de massa foram os com cera na diluição 1:1 e os com sacos de polietileno com e sem vácuo. Para o período de armazenamento de 35 dias, a perda de massa fresca dos frutos conservados com cera na diluição 1:1 foi de  $12,17\%$ . Para os tratamentos com polietileno com e sem vácuo as perdas de pesos foram de  $1,13$  e  $1,56 \%$ , para um período de conservação de 28 dias.

YELLOW PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.): FENOLOGY, CROP WATER DEMAND AND POSTHARVEST CONSERVATION. Botucatu, 2002. 98p. Tese (Doutorado em Agronomia: Irrigação e Drenagem) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANA ALEXANDRINA GAMA DA SILVA

Adviser: ANTONIO EVALDO KLAR

## 2 SUMMARY

Some aspects were evaluated about the fenological characteristics, the crop water demand and the postharvest of yellow passion fruits (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) cultivated under drip irrigation on September 21, 2000 to July 31, 2001, in Botucatu-SP (22° 51' S, 48° 26' W). The fenological aspects were characterized in function of the growth in height and the diameter of primary stem of the plants and of the period elapsed from the anthesis to maturity of the fruit. The crop water demand (ETc) and the reference evapotranspiration (ETo) were measured in lisímetros. The postharvest conservation was evaluated through the storage of the fruits under low temperature ( $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ) and relative humidity of the  $80 \pm 5\%$ , being used the wax Molbicer C in 1:1, 1:2 and 1:3 dilutions; PVC films type Magipack and polyethylene films with and without vacuum. It was observed that the rate of growth of the plants until the time in which they reached 2 m of surface height, it was  $4.12 \text{ cm day}^{-1}$ , the rates of growth of the stem length and diameter were  $0.12 \text{ cm day}^{-1}$  and  $0.14 \text{ mm day}^{-1}$ , respectively; and that the period elapsed from the anthesis to the maturation of the fruits was 56 days. The crop water demand was 954.98 mm and the reference evapotranspiration measured in lisimeters and estimated by Penman-Monteith method was 1.069.21 mm and 1.248.86 mm, respectively. The crop coefficients (Kc) values varied from 0.42 to 1.12, with maximum value registered between 200 and 210 after planting of the seedling in the field. During the period of

storage under low temperature there was no significant change in the chemical and physical-chemical characteristics of the fruits. Among the postharvest conservation the treatments that presented more significant effects related to the weight loss were polyethylene films with and without vacuum and wax 1:1 dilution. For a 35-days storage period, the loss of weight of the fruits conserved with wax in 1:1 dilution. was 12.17%. In the polyethylene treatments with and without vacuum the losses of weight were 1.13 and 1.56 %, for a 28-days conservation period.

---

Key Words: *Passiflora edulis*, evapotranspiration, crop coefficients (Kc), postharvest: PVC, polyethylene and wax.

### 3. INTRODUÇÃO

No Brasil, os projetos de irrigação lançaram-se no ramo da fruticultura, contribuindo para mudanças na estrutura econômica do país e criando uma nova organização territorial da produção. Em função da grande demanda do mercado interno, a fruticultura brasileira voltada para o consumo *in natura* expandiu-se naturalmente, tomando um relativo impulso com o desenvolvimento dos Sistemas Centrais de Abastecimentos (CEASAs), nos anos 60-70.

A partir da década de 70, com a afirmação do novo padrão de desenvolvimento agrícola, orientado para o incremento da produção e para a integração com os complexos agroindustriais, a fruticultura irrigada foi beneficiada, expandindo-se rapidamente em várias regiões do país. Mas, o crescimento da atividade frutícola esteve sempre atrelado ao desenvolvimento das agroindústrias de processamento de sucos, como foi o caso da citricultura em São Paulo e posteriormente no Nordeste, principalmente na zona litorânea, onde a atividade frutícola teve rápida expansão e diversificação, também vinculada ao processamento de frutas, tais como: maracujá, caju, coco, goiaba, acerola entre outras.

A década de noventa foi marcada por novos investimentos na produção de frutas. A evolução ocorreu não somente com a participação de grandes produtores ou empresas. Os pequenos e médios agricultores incorporaram alguma tecnologia de produção, transporte, armazenamento e informação, abastecendo o mercado interno, e criando um potencial de inserção do fruto no mercado externo. Todavia, historicamente, a produção brasileira de frutas frescas tem sido destinada para o mercado interno. Com uma colheita estimada em 15,7 milhões de toneladas, no ano de 1996, os brasileiros consumiram cerca de 98,2 % de toda a produção nacional de frutas (Silva, 2001).

Os acontecimentos que marcaram as transformações e a evolução na fruticultura brasileira coincidem com as etapas de evolução da cultura do maracujá, que teve uma rápida expansão a partir da década de setenta com o desenvolvimento das agroindústrias de processamento de sucos.

De 1986 em diante houve uma ampliação significativa na área cultivada e na produção do maracujazeiro, devido, principalmente, ao uso da irrigação e ao lançamento de novos materiais genéticos. A utilização destes pelos fruticultores, proporcionaram uma mudança marcante no mercado interno de frutas frescas que, nos dias de hoje, tem uma participação significativa, em torno de 60 a 70% do volume comercializado (Ruggiero, 2000). Neste período, ocorreram pequenos ciclos de retração e expansão, tanto em produtividade como em área cultivada, causados pelos aumentos dos custos de produção - consequência da grande incidência de pragas e doenças, das mudanças na política cambial do país, e também pela exigência do mercado *in natura* por frutos de melhor qualidade.

A produção anual estimada em 1998 foi de 298.255 toneladas, numa área plantada de 33.012 hectares (Produção...2000), condição que tem destacado o Brasil como o maior produtor mundial de maracujá. Contudo, as produtividades atuais são baixas, apresentando uma média nacional de nove toneladas por hectare.

Face às exigências atuais de mercado, a cultura do maracujá requer de inovações tecnológicas referentes ao manejo da irrigação e da cultura, ao melhoramento genético, para a obtenção de cultivares mais produtivas e tolerantes às pragas e doenças, bem como do domínio de técnicas de transporte, armazenamento e conservação pós-colheita.

Este trabalho tem como objetivo avaliar alguns aspectos técnicos relativos à fenologia, à demanda hídrica e à conservação pós colheita do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), seleção Sul-Brasil, cultivado no município de Botucatu-SP, durante o primeiro ano de produção da cultura.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Características botânicas do maracujazeiro

A primeira referência botânica ao maracujá surgiu no século XVI quando Nic Monardis, em 1569, descreveu a espécie do gênero *Passiflora*, a “*P. incarnata* L”, com o nome genérico de *granadilla* (Hoehne, 1946). Posteriormente, surgiram inúmeras descrições botânicas das espécies da família *Passifloraceae* e do gênero *Passiflora* que estão descritas com detalhes em Killip (1938), Sacco (1980) e Salomão & Andrade (1987).

A maioria das espécies, cerca de 530, são de origem tropical e subtropical, dentre estas mais que 150 são nativas do Brasil. Das espécies brasileiras, mais que 60 produzem frutos que podem ser aproveitados como alimentos (Hoehne, 1946), mas poucas destas são cultivadas comercialmente. Apesar da grande variedade, 95 % dos cultivos comerciais são da espécie *Passiflora edulis* Sims (maracujá roxo) – mais cultivada na Austrália, no Sri Lanka, na Índia, na Nova Zelândia e na África do Sul, e da *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Deg. (maracujá amarelo) – que é em maior escala cultivado no Brasil, Colômbia, Equador, Venezuela, Austrália, Hawai e nas Ilhas Fiji.

A espécie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Deg., é botanicamente caracterizada como uma planta perene, de crescimento contínuo, podendo atingir de cinco a dez metros de comprimento. O sistema radicular é do tipo pivotante, pouco profundo, com maior volume de raízes concentrado entre 30 e 45 cm de profundidade, em um raio de 60 cm a partir do tronco (Urashima, 1985, Kliemann et al., 1986; Sousa, 2000). O caule, de seção circular é lenhoso na base e herbáceo no ápice (Meletti & Maia, 1999). Do caule surgem as gemas vegetativas, cada uma dando origem a uma folha e uma gavinha. As folhas são alternadas, e quando jovens a maioria delas têm forma ovalada. Na fase adulta são trilobadas ou não, com tamanhos e formas bem variados. As flores formadas nas axilas das folhas são hermafroditas (em geral com cinco estames e três estigmas) e exigem mais que 11 horas de luz para florescer (Cereda, 1973; Martins, 1998). Abrem-se depois do meio dia e permanecem abertas por um período de aproximadamente 4 a 5 horas. Da axila de cada folha origina-se uma gema vegetativa e apenas uma flor que uma vez fechada não se abre mais. A primeira flor ocorre numa posição comparada ao 24<sup>o</sup>-25<sup>o</sup> nó após o aparecimento da primeira gavinha, e nos ramos laterais são observadas do 4<sup>o</sup> ao 7<sup>o</sup> nó contado a partir da base (Kavatti, 1998) citado por Vasconcellos & Filho (2000). O fruto é uma baga de forma oval, em geral com eixo horizontal menor que o vertical. A casca coreácea e quebradiça é coberta por uma fina camada de cera que protege o mesocarpo duro e escamoso (Martins, 1998). Do lado interno da casca que mede aproximadamente 6,35 a 9,52 mm de espessura encontram-se 100 a 150 sacos embrionários que contém o suco e as sementes Tsuboi(1990) citado por Muçouçah (1997). As características físico-químicas e químicas dos frutos variam de acordo com a variedade, com o estágio de maturação e as condições edafo-climáticas do local.

## **4.2 Ecofisiologia do maracujazeiro**

### **4.2.1 Clima e aspectos fenológicos**

As espécies comerciais do maracujazeiro desenvolvem-se em condições climáticas distintas, variando desde as regiões quentes dos trópicos (0° de latitude) até as de clima subtropical (35° latitude sul). Ainda, nas diferentes latitudes é cultivado em altitudes que variam desde o nível do mar até 3.200 m de altura (Menzel & Simpson, 1988). Nessas diferentes regiões as plantas apresentam crescimento e desenvolvimento em taxas bem distintas, assim como para uma mesma situação climática as espécies e híbridos também apresentam comportamentos diferentes (Vasconcellos & Filho, 2000).

Dentre os elementos climáticos, a radiação solar, a temperatura, o número de horas de brilho solar (fotoperíodo) e a precipitação são as variáveis que mais influenciam no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Nas regiões mais próximas ao equador, as plantas crescem e produzem continuamente devido à pouca variação da temperatura e do fotoperíodo ao longo do ano. Nas localidades com latitudes mais altas, os ciclos de produção decrescem proporcionalmente ao número de meses com fotoperíodos inferiores a 11 horas, e ao decréscimo da radiação solar global incidente. O estresse hídrico, associado à dias curtos e às baixas temperaturas do ar e do solo, restringe o crescimento e o potencial produtivo da cultura (Menzel et al., 1986).

De modo geral, o maracujazeiro amarelo é mais adaptado às regiões de clima quente, com média mensal da temperatura do ar entre 21 e 32°C, precipitação pluviométrica anual entre 800 e 1750 mm, baixa umidade relativa do ar, período de brilho solar de 11 a 12 horas e

ventos moderados (Medina et al., 1980; Ruggiero et al.,1996; Meletti,1996). No Brasil é cultivado em regiões que apresentam uma vasta variação de temperatura, com topografias e climas bem diversificados que vão desde o clima semi-árido até o úmido e temperado, com altitudes variando de menos que 100 m até 1000 m. Contudo, nas regiões onde a estação de inverno é bem definida as temperaturas baixas, em torno de 8 -10° C, causam o abortamento das flores e reduzem o metabolismo das plantas, diminuindo a taxa de crescimento e limitando o potencial produtivo da cultura.

Patterson et al. (1976), citado por Menzel & Simpson (1988), estudando o comportamento de algumas Passifloráceas, verificaram que o maracujazeiro amarelo é menos resistente à baixas temperaturas que o maracujazeiro roxo. De fato, em cultivos comerciais, o maracujazeiro roxo é preferido em regiões de clima mais frio ou de elevadas altitudes.

Estudos realizados por Utsunomiya (1992) mostram o efeito da temperatura no crescimento das plantas, no florescimento, no peso médio dos frutos e no rendimento de suco em plantas de maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims), submetidas às temperaturas diurnas/noturnas de: 23±3,2/18±1,5°C, 28±2,4/23±0,8°C e 33±2,1/28±1,2°C, com fotoperíodo de 12 horas. O autor constatou que o crescimento do ramo principal foi maior nas plantas submetidas às temperaturas diurnas/noturnas de 28/23°C, que não houve brotação de ramo lateral em plantas sob temperaturas de 23/18°C. Ressalta ainda que embora não tenha havido diferença entre tratamentos para o número de flores abertas, nas plantas submetidas ao tratamento com temperatura mais alta, o florescimento foi mais precoce, ocorrendo em 7, 8, e 16 dias para os tratamentos de 33/28°C, 28/23°C, e 23/18°C, respectivamente. O número de dias para a maturação do fruto foi menor a 28/23°C que a 23/18°C e 33/28°C, e o período até a colheita foi mais longo a 23/18°C.

Em condições controladas, Sentelhas et al. (1996) observaram que o maracujazeiro amarelo tolera temperaturas inferiores a  $-1^{\circ}\text{C}$  por um período de até uma hora. A temperatura letal estimada pelos autores foi de  $-5^{\circ}\text{C}$  na superfície foliar, que corresponde a uma temperatura de  $-1^{\circ}\text{C}$  no abrigo meteorológico.

Cavichioli et al. (1998), em experimento conduzido em Jaboticabal-SP com condição controlada de fotoperíodo, verificaram que a ocorrência de temperaturas abaixo de  $8^{\circ}\text{C}$ , durante 4 dias seguidos, provocou lesões e abortamento dos botões florais em plantas de maracujá amarelo com e sem irrigação.

Watson & Bowers (1965), citado por Vasconcellos & Filho, (2000), foram os primeiros pesquisadores a constatar que o maracujazeiro amarelo requer de fotoperíodo longo para florescer. Os autores relatam que as maiores produções do maracujazeiro foram obtidas em fotoperíodo superior a 12 horas luz, e que com o decréscimo deste ocorre a redução do número de flores, chegando a planta a não florescer em fotoperíodo inferior a 8 horas. Ainda segundo os autores, o efeito do fotoperíodo sobre crescimento vegetativo foi marcante. Sob fotoperíodo inferior a 8 horas e superior a 16 horas as plantas apresentaram um aumento acentuado no crescimento (comprimento do ramo, comprimento do entrenó, e número de nós) em detrimento ao florescimento. Ao passo que plantas expostas a fotoperíodo de 12 horas de luz apresentaram menor crescimento porém maior número de flores.

Espécies distintas de maracujazeiro respondem de forma diferente às variações no fotoperíodo, visto que plantas de maracujazeiro doce no período de inverno, nos

estados de São Paulo e Paraná, apresentam maior quantidade de flores que as do maracujazeiro amarelo. A redução do número de flores nesta situação também existe, porém em menor magnitude do que a observada para o maracujazeiro amarelo (Vasconcellos & Filho, 2000).

O efeito da temperatura sobre o maracujazeiro também é refletido na absorção de nutrientes pela planta, pois variações na temperatura provocam alterações em seu estado nutricional, conforme constatado por Menzel et al. (1986), quando observaram que o acúmulo máximo de nutrientes na parte aérea das plantas ocorreu com temperaturas diurna e noturna em torno de 25°C e 20°C, respectivamente, e que os níveis de potássio aumentaram com o aumento da temperatura enquanto que os níveis de nitrogênio, enxofre e magnésio reduziram.

A radiação solar é o fator climático que mais contribui para as flutuações do florescimento e formação do fruto do maracujazeiro. O crescimento, e o potencial produtivo das plantas reduzem com o decréscimo da radiação solar global (Menzel & Simpson, 1988). Os autores estudando o efeito da radiação solar sobre o crescimento e florescimento do híbrido E-23 (roxo x amarelo) verificaram que plantas submetidas a baixas radiações (de 2,1 e 6,3 MJ m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>) apresentaram maior comprimento do ramo e este cresceu menos com o aumento da radiação solar. Já a área foliar, o número de botões florais, o número de flores abertas e a matéria seca aumentaram quando a radiação solar global incidente foi elevada para 20,9 MJ m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>.

Quanto menor a incidência da radiação solar maior o tempo decorrido da polinização a colheita e do aparecimento do botão floral a antese da flor. Vários autores têm observado a influência do clima no tempo decorrido entre a abertura da flor e a maturação dos

frutos. Em Entre Rios, na Bahia, Stjostran & Rosa (1978) constataram que esse período é de 63 dias. Ruggiero (1980), verificou uma duração de 70 dias em Jaboticabal-SP. No Rio de Janeiro, Araújo et al., (1974) constataram um intervalo de 67 dias. Na Costa do Marfim Fouquë (1980) observou que a duração deste período variou de 51 a 64 dias. Em Botucatu-SP, Urashima (1985) relatou que o tempo decorrido da antese até a colheita foi de 84 dias. Nesses trabalhos observa-se que além da influência do clima, os valores apresentados diferem em função do que foi estabelecido pelos autores como a época de colheita.

#### **4.2.2 Exigência hídrica da cultura**

As seleções ou híbridos do maracujazeiro cultivados em escala comercial são pouco resistentes ao estresse hídrico. Estas têm sido reportadas como plantas que necessitam de grande quantidade de água para o seu desenvolvimento em potencial. Resultados de pesquisas realizadas por Martins (1998), Carvalho et al. (2000), Sousa (2000), mostram que os rendimentos máximos da cultura (entre 35 a 45 t.ha<sup>-1</sup>) foram obtidos experimentalmente com um consumo de água com irrigação suplementar em torno de 1.300 a 1.400 mm.ano<sup>-1</sup>.

Dependendo das características físicas do solo onde é cultivado, da demanda atmosférica do local e do estágio fenológico da cultura, um pequeno período com ausência de precipitação pode ocasionar um déficit de água nos tecidos das plantas exercendo influência direta nos processos fisiológicos da cultura, limitando o seu desenvolvimento vegetativo e a

produtividade (Menzel et al.,1986). Com uma demanda alta por água, as produtividades potenciais para o maracujazeiro somente serão possíveis utilizando-se da irrigação.

Menzel et al.(1986), verificaram que o estresse hídrico reduziu a extensão total das plantas, que as plantas estressadas apresentaram menor produção de nós e maior alongação de entrenós, diminuição no peso seco, na área foliar, no comprimento dos ramos, no crescimento das folhas, na produção de flores, no tamanho dos frutos e no volume de polpa produzida. Os autores concluíram que sob alta tensão de umidade do solo houve limitações no crescimento vegetativo e na produtividade. O melhor desenvolvimento da planta foi observado quando manteve-se a umidade do solo próxima a capacidade de campo durante todo o estágio fenológico da cultura. Resultados semelhantes ao de Menzel et al.(1986), foram obtidos por Stavaley & Wolstenholme (1990) com *P. edulis* Sims.

A quantidade de água requerida e a frequência da irrigação são funções das variáveis do solo, da planta e da atmosfera e dependem da energia com que a água se encontra retida no solo e conseqüentemente da energia que a planta deve exercer para retirar essa água (Klar, 2001). A lâmina líquida requerida, função da evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ), pode ser medida cultivando-se as plantas em lisímetros, ou estimada através de uma série de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ), quando se conhece os valores dos coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta (Silva, 1989; Klar 2001).

O coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) teoricamente determinado pela relação entre a  $E_{Tc}$  e a  $E_{To}$ , varia de acordo com a cultura, com o seu estágio de desenvolvimento e com o método de estimativa da  $E_{To}$ , necessitando ser ajustado para as diferentes condições edafo-climáticas locais.

De acordo com Silva (1989); Pereira et al.(1997); Klar (2000); a ETo pode ser medida em lisímetros (balanço de água no solo) ou estimada a partir de uma série de modelos tais como os de Thornthwaite (1948); Blaney & Criddle, (1950); Penman (1948); Jensen & Haise (1963); Penman-Monteith (1965); Pruitt (1966); Priestley & Taylor (1972); Hargreaves (1977); Linacre (1977); Hargreaves & Samani (1985), entre outros. Os modelos mais complexos fundamentam-se nos processos físicos da evaporação e evapotranspiração e incluem em suas formulações vários elementos meteorológicos como é o caso dos métodos de Makkink, Penman, e Penman- Monteith (Silva, 1989; Klar 2001). Os mais empíricos correspondem a equações simples determinadas a partir da correlação entre medidas da ETo e uma ou duas variáveis climáticas, em geral, as mais comumente disponíveis, como a temperatura do ar e umidade relativa do ar. Estes necessitam serem ajustados às condições locais, pois podem apresentar em determinadas épocas do ano super ou subestimativas de até 30 a 40%, dependendo das características do clima de cada região (Silva,1989). Uma extensa revisão e discussão sobre estes modelos são apresentadas por Silva (1989); Klar (1991) e Pereira et al.,(1997).

Segundo Silva (1989) e Klar (2001) a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método do Tanque Classe “A” (EToCA) tem sido bastante utilizada no manejo da irrigação, apresentando como vantagem em relação aos demais métodos o fato do método do (TCA) integrar todos as variáveis do clima (temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e radiação solar de ondas curtas e longas), que determinam o processo da evaporação e evapotranspiração, sem que haja a necessidade de medir-se estas variáveis ou estimá-las através de modelos mais complexos.

Os lisímetros quer sejam de pesagem, de percolação, ou de nível do lençol freático constante, têm sido freqüentemente utilizados para a medida da evapotranspiração de culturas, bem como para a validação de conceitos e modelos de hidro-salinidade, e de outras aplicações envolvendo o sistema solo-planta-atmosfera (Aboukhaled et al.,1982). Os lisímetros de pesagem são os mais precisos, seguidos dos de nível do lençol freático constante e de percolação. São definidos como reservatórios contendo solo nos quais as plantas se desenvolvem em condições às mais próximas possíveis da natural Gangopadhyaya (1966).

Os cuidados a serem tomados durante a confecção, instalação, reposição do solo nos lisímetros e a operacionalização são descritos por Gangopadhyaya (1966). Segundo o autor durante a confecção é importante considerar o tipo de material utilizado, que deve ser resistente e totalmente impermeável. O tamanho deve ser o suficiente para permitir o desenvolvimento natural do sistema radicular da cultura, quanto maior e mais profundo mais se minimiza o efeito de parede. Ainda durante a confecção é importante tomar cuidado com a montagem do sistema de drenagem do fundo da caixa. Na instalação, quando o lisímetro é assentado sobre uma estrutura de alvenaria se proporciona um aumento na vida útil da caixa, evitando rachaduras. Na reposição do solo na caixa, este deve ser repostado na mesma ordem que aquela quando retirada do campo. Cada modelo de lisímetro requer cuidados específicos. Nos de drenagem ou percolação, além dos cuidados descritos há que se ter atenção na inclinação imposta ao sistema de drenagem da água. Em geral, uma inclinação de 5 % é suficiente.

Na literatura encontram-se poucos trabalhos sobre o manejo de água e a demanda hídrica (ETc) do maracujazeiro, embora trabalhos como os de Menzel et al.(1986) e

Stavaley & Wolstenholme (1990) ressaltam os efeitos negativos do déficit hídrico nos parâmetros de crescimento e na qualidade dos frutos.

Alguns estudos sobre a resposta do maracujazeiro amarelo à diferentes lâminas de irrigação e doses de nutrientes informam sobre o consumo de água da cultura. Martins (1998), estudando a resposta do maracujazeiro amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio, concluiu que a produtividade máxima da cultura ( $36.450 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi obtida com uma lâmina total de irrigação mais precipitação pluvial de 1.328 mm.

Carvalho et al (2000), estudando a influência da irrigação sobre a produtividade e peso médio dos frutos do maracujazeiro amarelo, em Campos de Goytacazes-RJ, encontraram uma produtividade máxima de  $41.300 \text{ kg.ha}^{-1}$ , com aplicação de lâminas de irrigação correspondentes a 75% da ECA. O consumo anual da cultura foi de 1.293 mm de água incluindo a precipitação pluvial. Valores de produtividade inferiores a este foram encontrados pelo autor quando aplicou lâminas d'água superiores a 75% da evaporação do tanque classe "A"(ECA).

Alencar (2000), em experimento conduzido em Piracicaba-SP, durante o primeiro ano de produção do maracujazeiro amarelo, verificou que o consumo hídrico do cultura foi de 432,9 mm até os 180 dias após o transplântio das mudas no campo. O consumo máximo de água encontrado foi de  $4,68 \text{ mm.dia}^{-1}$ , durante o início da floração. Os valores de  $K_c$  obtidos pela autora variaram entre 0,51 e 1,10 no período estudado.

Sousa et al (2000), citado por Sousa (2000) determinaram os valores de  $K_c$  a partir da  $ET_c$  medida em lisímetros de drenagem e a  $ET_o$  estimada através de alguns métodos de estimativa. Os autores concluíram que os maiores valores de  $K_c$  (1,48) foram obtidos quando a  $ET_o$  foi estimada pelo método de Thornthwaite. Quando a  $ET_o$  foi estimada pelos métodos do

Tanque classe “A” e Penman-Monteith os valores máximos de  $K_c$  foram de 1,24 e 1,16, respectivamente.

Sousa (2000), estudando o efeito de níveis de irrigação e doses de potássio aplicadas via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo, obteve uma produtividade máxima de  $33.500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  com uma aplicação de água entre 1.613,2 a  $1.932 \text{ L}\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ . O autor concluiu que a aplicação de  $1.927 \text{ L}\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , combinada com a dose de potássio de  $0,675 \text{ kg}$  de  $\text{K}_2\text{O}$   $\text{planta}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , favoreceu a obtenção dos maiores valores de produtividade total, comercial e não comercial por tipo de fruto.

A importância de manter-se o nível ideal de água requerido pela cultura nas diferentes fases de seu desenvolvimento está intrinsecamente associada a curva de absorção de nutrientes de cada cultura. No maracujazeiro, a demanda por nutrientes acompanha a curva de acúmulo de matéria seca da planta (Haag et al., 1973). Inicialmente a demanda é pequena, mas a partir dos 120 dias a extração de nutrientes, principalmente de N, K, e Ca é intensa. A demanda da cultura pelo nitrogênio é melhor definida ao redor dos 210 dias, da ordem de  $200 \text{ kg/ha}$ , enquanto que os demais nutrientes são extraídos continuamente até o término do período de frutificação, que ocorre no início do inverno (Haag et al., 1973).

#### **4.2.3 Fenologia e características físico-química dos frutos**

Estudos mais específicos sobre os aspectos fenológicos do maracujazeiro amarelo nas condições edafo-climáticas do estado de São Paulo são encontrados em Haag et al. (1973), Urashima (1985), Urashima & Cereda (1989), Ruggiero et al. (1996).

De acordo com Haag et al. (1973), o crescimento do maracujazeiro é lento até a chegada no fio de sustentação (2 m), que ocorre entre 60 a 90 dias após plantio da muda no campo, dependendo da época em que este é feito. A partir daí ocorre intenso fluxo de vegetação seguido por intensa floração. Novos desses fluxos ocorrem até a planta alcançar o acúmulo máximo de matéria seca e de produção de frutos, em torno de 240 dias após o transplante das mudas.

Para o município de Botucatu-SP, Urashima (1985) observou que 73 % do sistema radicular da cultura é constituído de raízes finas até a profundidade de 20 cm, e que 68 % destas encontram-se até uma distância de 60 cm do tronco. O crescimento dos ramos foi linear a uma taxa de crescimento de 30 cm por semana. O espaçamento médio entre os ramos terciários foi de 11,3 cm, e o diâmetro do caule de 1,33, 3,30, e 3,49 cm na 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, e 3<sup>o</sup> safra, respectivamente. O tempo decorrido do aparecimento do botão floral até a abertura da flor foi de 33 dias, e da antese até a queda dos frutos de 84 dias.

Os aspectos fenológicos para o maracujá cerulea (*Passiflora caerulea* L.), cultivado nas condições edafoclimáticas de Botucatu-SP foram estudados por Muçouçah (1997), os resultados mostraram que a taxa de crescimento da haste principal foi da ordem de 3,33 cm dia<sup>-1</sup> ou 23,30 cm. semana<sup>-1</sup>, enquanto que para os ramos secundários e terciários o crescimento esteve diretamente correlacionado com o número de folhas surgidas, numa taxa de crescimento da ordem de 7,02 cm e 6,00 cm por cada folha nova do ramo, respectivamente. O espaçamento médio entre ramos terciários foi de 8,27cm. O diâmetro do colo da planta aumentou cerca de 2 cm desde a poda da haste principal até o início da frutificação. Embora tratem-se de espécies diferentes de maracujá, os parâmetros de crescimento avaliados por Muçouçah (1997) foram próximos aos obtidos por Urashima (1985), para o maracujá amarelo sob mesmas condições de clima e solo.

Tanto o estresse hídrico como o excesso de água, bem como as temperaturas extremas do ar e o sombreamento modificam as características fenológicas de crescimento e frutificação da cultura. Este fato foi observado por Menzel et al. (1986), Menzel et al. (1987), e Menzel & Simpson (1988).

Meletti et al. (2000), estudando o comportamento de oito híbridos IAC de maracujá amarelo para o lançamento da cultivar “composto IAC 27”, avaliaram as características de crescimento desses híbridos, os tipos de flores, os períodos de florescimento e frutificação e a produtividade. Os autores apresentam uma análise qualitativa dos frutos incluindo peso, diâmetros longitudinal e transversal, proporção de polpa e sua coloração, teor de sólidos solúveis totais (SST), número de sementes e classificação comercial, e concluem que o composto IAC 27, resultado da combinação dos híbridos IAC 3, IAC 5, e IAC 7, produziram frutos ovais, compactos, com elevada proporção de polpa alaranjada intensa, com peso médio de 170 a 218 g, SST médio de 15° brix e 51 % de rendimento de polpa. A produtividade média foi de 45 a 50 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com polinização manual, resultando em frutos do tipo 2A e 3A, com dimensões externas de 8,8 x 7,3 cm e 400 sementes por frutos.

As características físico-químicas do maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, colhidos em três estádios de cor de casca são apresentadas por Marchi et al. (2000). Os resultados apresentados pelo autor mostraram que não houve diferenças significativas no teor de sólidos solúveis totais, na acidez total, e no Ratio para os três tratamentos. Os valores médios obtidos foram de 14,03° Brix, 4,44 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> e de 3,16, respectivamente. Houve diferença significativa no pH entre os frutos inteiramente amarelos (pH=2,97) e os frutos com cor de casca 1/3 amarelo (pH=2,92) e 2/3 amarelo (pH=2,93) que não diferiram estatisticamente entre si. Para o teor

de vitamina C houve diferença significativa entre os tratamentos, fruto 1/3 amarelo (16,06 mg .100g<sup>-1</sup>) e 2/3 (22,57 mg .100g<sup>-1</sup>) e inteiro amarelo (27,02 mg .100g<sup>-1</sup>). O rendimento de polpa não diferiu estatisticamente entre os tratamentos apresentando um valor médio de 31,4 %.

### 4.3 Pós colheita

O sistema agroalimentar de frutas apresenta dois subsistemas distintos, um mediado pelo seguimento agroindustrial, a indústria de processamento de frutas, e outro mediado pelo segmento de beneficiamento (*packing house*) - que preserva a integridade dos produtos de breve longevidade para serem levados aos consumidores na sua forma *in natura* (Silva, 2001). No entanto, a durabilidade dos produtos frescos *in natura* são normalmente baixas, devido a continuidade de seus processos biológicos e fisiológicos depois de colhidos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Os processos de pós-colheita, além de permitirem o controle do metabolismo biológico do produto, facilitam a padronização e estocagem, permitindo a comoditização dos alimentos e a criação de mercados de longo alcance. As frutas são padronizadas segundo o tamanho, a cor, a forma, o °Brix e outras variáveis, a fim de que cada tipo de mercadoria, independente de sua origem, mantenha a qualidade desejada (Silva, 2001).

O maracujá brasileiro é utilizado tanto para a produção de suco, como para a comercialização de frutas frescas, numa proporção de 50% para cada seguimento (Cançado Jr. et

al., 2000). No entanto, em alguns Estados esta proporção já vem mudando. Do maracujá comercializado no estado de São Paulo, 30 a 35 % da produção é destinada para a indústria e 60 a 70 % para o mercado do consumo *in natura* (Rossi,1998, Ruggiero, 2000). As exportações brasileiras de frutos frescos são insignificantes (Ruggiero et al.,1996), mas o mercado interno tem crescido ocupando a cada ano mais espaço, principalmente, na comercialização pelos supermercados. Dados provenientes do IBGE, (Produção...2000) mostram que a produção brasileira e a área plantada, que em 1990 eram de 317.236 t e 25.329 ha, passou para 409.497 t e 44.462 ha em 1996. Em 1998 ocorreu um decréscimo tanto em produção (298.255 t ) como em área plantada (33.012 ha), que os analistas em economia atribuem aos aumentos nos custos de produção, consequência da grande suscetibilidade da cultura à pragas e doenças fúngicas e bacterianas, às mudanças na política cambial do país, à prática dos preços reduzidos, e ao aumento da exigência por qualidade pelos consumidores. Os Estados da Bahia, São Paulo e Sergipe são os principais centros de procedência da cultura, com áreas plantadas de 8.404, 3.880 e 4.454 ha, respectivamente, abastecendo cerca de 55 % da quantidade comercializada no país (Cançado Júnior et al., 2000).

Tradicionalmente, a colheita dos frutos do maracujazeiro tem sido realizada após sua abscisão da planta, com a catação periódica dos frutos caídos. Mas com a crescente demanda pelo consumo do fruto fresco, compensada aos produtores pelo maior preço de mercado esta prática vem mudando. Atualmente, alguns produtores já colhem os frutos cortando o pedúnculo com cerca de 1 a 2 cm de comprimento, e eliminando os restos florais persistentes. Também já fazem a colheita dos frutos no estágio pré-climatérico, seguindo algum critério de qualidade exigido pelo consumidor, o que permite um período de tempo maior para o seu

manuseio e transporte. Contudo, as técnicas relativas à colheita, ao transporte, e à conservação pós colheita para o maracujá-amarelo ainda são pouco utilizadas, mas já há, conforme Ruggiero (2000), uma preocupação no sentido de se estabelecer linhas de pesquisas prioritárias para a cultura, visando entre outros melhorar a qualidade externa dos frutos destinados ao mercado *in natura* .

Na colheita as mudanças na cor da casca acontecem antes do início da ascensão climatérica (Durigan, 1998), quando ocorre rápida transição da cor verde para o verde-amarelo. Em frutos colhidos aos 50, 60, ou 70 dias após a antese, a liberação de etileno coincide com a ascensão climatérica (Durigan, 1998). Frutos colhidos aos 80 dias ou mais, geralmente desprendidos da planta, encontram-se em estado pós-climatérico e tendem a murchar rapidamente, com elevada perda de peso e redução nos conteúdos de acidez e de açúcares totais solúveis (Pocasangre et al., 1995; Durigan, 1998). Por outro lado, frutos colhidos aos 40 dias após a antese ainda estão verdes, e não apresentam aumento climatérico nem liberação de etileno, ocorrendo poucas variações na cor externa e ligeiro murchamento (Durigan, 1998). A colheita dos frutos é determinada em função do tempo entre a polinização e o amadurecimento do fruto, que é em torno de 50 a 60 dias após a antese, cerca de 20-30 dias antes do fruto se desprender da planta. Neste estágio de maturação o fruto já atingiu o seu peso máximo e o mais alto teor de sólidos solúveis totais, ocorrendo um decréscimo em seguida (Ruggiero et al., 1996).

#### **4.3.1 Manuseio pós colheita**

Os cuidados com o manuseio pós-colheita para a conservação e comercialização de frutos de maracujá *in natura* são descritos com detalhes por Durigan (1998). Segundo o autor, após a colheita os frutos devem ser transportados ao local de embalagem até no máximo 8 a 12 horas onde devem ser selecionados e lavados. Na seleção deve-se eliminar todos os frutos murchos, sem pedúnculo, lesionados e com sintomas de doenças ou ataque pela mosca da fruta. Após a seleção, e antes do processo de lavagem deve-se eliminar todos os restos florais, e aparar o pedúnculo deixando-o com mais ou menos 1cm de comprimento. Na lavagem recomenda-se o uso de detergente e enxágüe com água clorada a 1,5%. Em seguida, deve ser feito o controle químico ao ataque de microorganismos. O fungicida mais recomendado é o Benomyl na concentração de 0,5 a 5 g por litro de água, em temperatura variando de 20 a 25° C. Os frutos devem ser imersos nesta solução por um período de 3 a 5 minutos (Durigan, 1998). Este tratamento pode evitar ataques fúngicos pela ação dos fungos dos gêneros *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. entre outros (Gama et al, 1991).

O murchamento rápido, causado pela excessiva perda de água por transpiração, causa aos frutos do maracujá má aparência em apenas 4 dias (Cereda et al.,1976). A proteção contra o murchamento, perda de peso e maior controle das propriedades nutricionais são obtidas através da conservação pós-colheita.

#### **4.3.2 Conservação pós colheita**

O principal objetivo da conservação pós-colheita é aumentar a vida útil dos frutos através de mecanismos que reduzam suas taxas de transpiração e respiração, que podem ser conseguidos com o abaixamento da temperatura, o aumento da umidade relativa, a aplicação de películas de cera ou derivados na superfície dos frutos e uso de embalagens plásticas com filmes PVC ou sacos de polietileno (Cereda et al., 1976; Chitarra & Chitarra 1990; Tavares et al., 1991; Durigan, 1998; Kluge, 1999). Todos estes métodos reduzem a concentração de O<sub>2</sub> e aumentam a concentração de CO<sub>2</sub>, diminuindo a taxa respiratória e o ritmo da senescência. Uma extensa e recente revisão sobre o assunto, mais especificamente sobre a atmosfera modificada pelo uso de filmes de PVC e polietileno, e pelo uso de ceras e seus derivados em frutas de clima temperado é apresentada por Amarante & Banks (2001).

Os principais fatores que influenciam a vida pós-colheita do maracujá são a variedade, local de cultivo, clima, estágio de maturação, método de colheita, período entre a colheita e o armazenamento, métodos da conservação pós colheita e transporte (Tavares et al., 1991; Durigan, 1998; Kluge, 1999).

A intensidade de respiração dos frutos está intrinsicamente relacionada à temperatura (Sigrist, 1992), quanto mais curto o intervalo de tempo entre a colheita e a diminuição de temperatura dos frutos, até o nível ideal, melhor e mais longa será a conservação (Awad, 1993). No entanto, a taxa metabólica dos frutos deve ser mantida a um nível mínimo suficiente para manter as células vivas (Chitarra & Chitarra, 1990). Além disso a conservação pelo frio pode acarretar problemas de ordem fisiológicas, “*chilling injury*”, que tornam-se visíveis após o prolongamento do armazenamento sob frigoconservação (Chitarra & Chitarra, 1990). Frutos de maracujá quando armazenados em temperaturas médias inferiores a 6,5°C, apresentam sintomas desse distúrbio, que

consistem em manchas de cor vermelho sangüíneo, seguidas de enrugamento e ataque fúngico (Pruthi, 1963).

De acordo com Pruthi, (1963), Durigan, (1998), Silva et al. (1999), as condições de temperatura e umidade relativa de armazenamento recomendadas para o maracujá são de 5,6 a 7,2°C e de 85 a 90 %. Nessas condições, o maracujá roxo pode ser conservado por um período de 4 a 5 semanas e o amarelo por 3 a 4 semanas, sem que a concentração de sólidos solúveis totais, acidez e carotenos sejam alteradas, mas os teores de ácido ascórbico, sacarose e amido diminuem, enquanto que os teores de açúcares redutores e totais aumentam (Silva et al.,1999; Durigan, 1998).

Para Pruthi (1963), frutos maduros do maracujá amarelo e do maracujá roxo não resistem ao armazenamento em condições ambientais por mais que 7 a 10 dias. Frutos do maracujá roxo armazenados por uma semana à temperatura ambiente de 23–33° C e umidade relativa de 55-70 %, sofreram perda de peso de  $34,5 \pm 1,12\%$ .

Lederman & Reis (1988) e Silva et al. (1999), estudaram o efeito da temperatura de armazenamento na conservação dos frutos do maracujá roxo e relataram que após 4 semanas, os frutos armazenados a 6°C tiveram perda de peso de apenas 9 %, enquanto que à temperatura de 17°C, as perdas atingiram cerca de 33 %.

Gama et al. (1991), observaram que frutos do maracujá amarelo, armazenados a temperatura de 6°C durante 14 dias apresentaram 5,13 % de perda de peso e 49,60 % de rendimento de casca em relação ao fruto. Aos 28 dias a perda de peso foi de 9,29 %, com peso de casca de 52,24 % do peso total do fruto, e aos 42 dias de conservação a perda de peso foi de 14,68 %, enquanto que o rendimento de casca caiu para 47,70%. Os autores relatam ainda que

aos 42 dias de armazenamento, os teores de sólidos solúveis totais e de açúcares redutores permaneceram inalterados, em torno de 13,21 a 14,06° Brix, enquanto a variação nos açúcares foi de 5,06 a 5,77 %. Os teores de açúcares totais diminuíram passando de 9,27 % no 14° dia de armazenamento para 8,60% no 28° dia de armazenamento, e 8,41 no 42° dia de armazenamento. Os níveis de acidez também diminuíram passando de 183,25 meq. L<sup>-1</sup> aos 14 dias de conservação para 172,37 meq. L<sup>-1</sup> aos 28 dias, atingindo no final do armazenamento 162,56 meq l<sup>-1</sup>. A relação sólidos solúveis totais/acidez aumentou de 7,48 para 8,00, entre o 14° e 28° dias de conservação, e posteriormente para 8,32 aos 42 dias de conservação pós colheita.

Em condições ambientais (22°C e 85% UR) e sob refrigeração, Saéns et al. (1991) observaram que os teores de acidez total titulável e de sólidos solúveis, assim como a resistência à penetração dos frutos de maracujá amarelo foram sempre superiores no tratamento sob refrigeração do que no tratamento em condições ambientais, no decorrer do armazenamento.

Arjona et al. (1992), relataram que em 30 dias sob refrigeração a 10°C e 85 % de umidade relativa, os teores de sacarose e glicose do maracujá-amarelo aumentaram linearmente enquanto que os teores de sólidos solúveis, frutose e porcentagem de polpa mantiveram-se constantes. Os valores médios observados ao final do período de conservação foram 26,0 % de perda de peso, 50,8 % de rendimento de polpa, 2,3 de sacarose 100 ml<sup>-1</sup> de suco, 5,4 de glicose 100 ml<sup>-1</sup> de suco, 5,1g de frutose 100 ml<sup>-1</sup> de suco, e sólidos solúveis totais com 13° Brix.

A análise dos trabalhos levantados mostra que a magnitude com que os níveis de O<sub>2</sub> decrescem e os de CO<sub>2</sub> aumentam depende do método de obtenção da atmosfera modificada e do tipo e concentração das emulsões ou ceras utilizadas. Quando se utilizam filmes de PVC ou polietileno, as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> modificadas dentro das embalagens dependem

das características do material utilizado (Kluge, 1999). A embalagem plástica adequada é aquela que propicia uma concentração de O<sub>2</sub> suficientemente baixa para retardar a respiração, porém mais alta que a concentração crítica na qual se inicia a respiração anaeróbica. Todavia, a embalagem ideal não deve permitir o acúmulo excessivo de CO<sub>2</sub> que pode provocar danos no produto embalado (Gorris & Peppelenbos, 1992).

Para as variedades de maracujá-amarelo com potencial comercial para o consumo *in natura* são poucas as pesquisas em que foram avaliadas a capacidade de conservação e respostas quanto ao uso de atmosferas modificadas ou de ceras e seus derivados durante o armazenamento refrigerado.

Pruthi (1963), em experimento com maracujá- roxo usando películas de parafina fundida e óleo de rícino sobre a superfície dos frutos verificou que houve menor perda de peso nos frutos tratados com parafina. Os frutos tratados e não tratados com película de parafina perderam 15,9 % e 27,4 % de peso, respectivamente, após quatro semana de armazenamento refrigerado.

Cereda (1973) e Cereda et al. (1976), em pesquisa com maracujá-amarelo usando películas de parafina fundida, goma laca e ceras flavorseal e autocitrol sobre a superfície dos frutos, verificaram que houve menor perda de peso e melhor aspecto nos frutos tratados com a parafina. Os frutos tratados com parafina perderam 3,60 % do peso em 30 dias enquanto que os do tratamento controle perderam 52 % de peso, num período de 30 dias de armazenamento. Nos frutos tratados com ceras, foi observado a decomposição da casca favorecendo a podridão fúngica.

Os trabalhos consultados não apresentam a composição química dos produtos utilizados na conservação pós colheita, contudo há uma exigência do mercado externo de que as ceras não contenham em sua composição derivados de hidrocarbonetos com anel benzínico (tipo parafina) por serem cancerígenos.<sup>a</sup>

Ganapathy & Sing (1976), citados por Durigan (1998), usando filmes de polietileno de 42 micra de espessura, perfurados e não perfurados na conservação do maracujá-roxo, observaram que enquanto os frutos do tratamento controle enrugaram rapidamente e perderam 50,33 % de peso em 18 dias, os protegidos com polietileno não perfurado, apresentaram no mesmo período 3,88 % de perda de peso e estavam firmes, com frescor e características físico-químicas sem mudanças acentuadas. Enquanto que os frutos embalados com filme perfurado perderam mais peso que os embalados com filmes não perfurados, devido a maior facilidade de trocas gasosas e apresentaram menos problemas com podridão microbiana (*Pinicillium*), que limitaram o armazenamento em filmes sem perfuração a 18 dias.

Colazzos et al. (1984), citado por Durigan (1998), utilizando embalagens de polietileno com espessuras de 22, 38, e 50 micra e 0, 6, 12 furos por saco, com 0,5 cm de

---

<sup>b</sup> Comunicação pessoal: Pedro Carlos Gama da Silva, Eng. Agrônomo, Pesquisador Dr. da Embrapa-Trópico Semi-Árido.

diâmetro, no armazenamento do maracujá em condições ambientais ( 24-25° C e 75-77 % de UR) e sob refrigeração (10-12° C e 87-89 % de UR), verificaram um atraso no amadurecimento dos frutos acondicionados em embalagens não perfuradas, e que este atraso foi tanto maior quanto maior a

espessura do filme. Verificaram também sabor desagradável devido ao processo de fermentação anaeróbica nos frutos armazenados em condições ambientais. Os autores concluíram que o uso de filmes com seis perfurações no tratamento refrigerado aumentou a vida útil dos frutos em 50 %.

Ruggiero et al. (1996) observaram que o uso de sacos de polietileno com 24-40 micra de espessura e perfurações de 0,5 cm de diâmetro, quando associados ao armazenamento à 10° C e 80-85 % de UR permitiu a conservação dos frutos por até 48 dias.

Silva et al. (1999), estudando o efeito do choque frio e cera Sta fresh (1:2) na conservação do maracujá-doce, concluíram que após 30 dias em condição de armazenamento refrigerado (9°C e 85% UR), o tratamento somente com cera foi mais adequado do que o com choque frio, e aquele com choque frio mais a cera, que não mostraram-se eficientes para a manutenção da qualidade pós colheita do maracujá-doce.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Localização**

O presente estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade Ciências Agrônômicas-FCA, da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Campus de Botucatu-SP, (22° 51'03'' de latitude sul, 48° 26'37'' de longitude oeste, e 786 m de altitude).

### **5.2 Clima**

O clima local é segundo a classificação de Köeppen do tipo Cwa - clima temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão, inverno seco, e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A temperatura média anual é de 20,6°C, com temperatura média do

mês mais quente de 23,2°C e do mês mais frio de 16,9°C. A precipitação média anual é de 1.447 mm, com média da precipitação no mês mais chuvoso de 223,4 mm e no mês mais seco de 37,8 mm. A média anual da evapotranspiração de referência é de 684 mm (Martins, 1989).

Os dados utilizados para a estimativa da evapotranspiração de referência foram registrados na estação meteorológica automática do Departamento de Engenharia Rural, localizada ao lado da área experimental. A evaporação do tanque classe “A” foi medida dentro da área do experimento.

### 5.3 Solo

O solo do local é classificado como terra roxa estruturada, “intergrade” para Latossolo Vermelho Escuro, distrófico e de textura média argilosa (Carvalho et al., 1983).

As análises físicas e químicas do solo (Quadro 1 e 2), para as camadas de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, foram determinadas a partir de amostragens na área experimental em 07/01/2000.

Quadro 1. Características físicas do solo.

Granulometria			Textura	Densidade do solo	Densidade de
(% )				(g.cm <sup>-3</sup> )	partículas (g.cm <sup>-3</sup> )
Areia	Argila	Silte			
47	41	12	Argilosa	1,50	2.63

Análises feitas pelo laboratório de química e física de solos do Departamento de Recursos Naturais da FCA-UNESP.

Quadro2 – Características químicas do solo

	pH	MO	P resina	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	Mg cm <sup>-3</sup>	H <sup>+</sup> Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %
Campo <sup>1</sup>	4,2	14	3	36	1,7	10	3	14	50	28
Campo <sup>2</sup>	4,2	16	2	40	1,1	9	3	13	54	25
Lisímetro <sup>1</sup>	4,2	14	3	36	1,7	10	3	14	50	28
Lisímetro <sup>2</sup>	4,6	17	2	38	1,0	13	5	19	58	34

Análises feitas pelo laboratório de química e física de solos do Departamento de Recursos Naturais da FCA-UNESP. <sup>1</sup> profundidade de 0 a 0,20 m <sup>2</sup> profundidade de 0,20 a 0,40 m.

#### 5.4 Preparo do solo, adubação e transplântio

O preparo do solo consistiu de uma gradagem com posterior aplicação e incorporação do calcário dolomítico na quantidade determinada em função da análise química do solo, de modo a elevar a saturação por base à 80%. Esta operação foi realizada 60 dias antes do transplântio das mudas.

As covas foram abertas com 0,50 m de diâmetro e 0,40 m de profundidade no espaçamento de 3,5 m entre plantas e de 3,0 entre linhas.

A adubação de plantio foi feita com 30 litros de esterco de curral, 200 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4 g de Zn e 1 g de B, de acordo com as recomendações de Pizza Jr. et al. (1996).

O transplântio das mudas, dentro e fora dos lisímetros foi realizado 10 dias após o preparo das covas, em 21 de setembro de 2000.

A adubação de formação constou da aplicação por cova, de 4,5 g de N (uréia) aos 30 dias após o transplântio das mudas no campo (DAT); 15 g de N aos 60 dias e 50 g de N mais 50 g de  $K_2O$  aos 90 DAP.

A adubação de produção constou de 150 Kg de N, 140 kg de  $P_2O_5$ , e 380 kg de  $K_2O$  por hectare, conforme recomendação de Piza Jr. et al. (1996), e foi feita considerando-se à análise química do solo, com aplicação parcelada segundo a curva de absorção de nutrientes para o maracujá amarelo apresentada por Haag et al (1973) e adaptada por Sousa (2000).

### **5.5 Manejo da cultura**

O controle de ervas daninhas foi realizado com capina manual, nas entrelinhas e no coroamento em torno das planta. Para o controle de pragas e doenças utilizou-se o inseticida Lebaycid 500 ( $1,0 \text{ ml L}^{-1}$ ) e os fungicida Cerconil PM ( $2,0 \text{ g L}^{-1}$ ) e Cobre Sandoz 500 ( $2,0 \text{ ml L}^{-1}$ ). Além desses, utilizou-se o Decis 25 CE para o preparo de armadilhas para a mosca da fruta.

As mudas de maracujá foram conduzidas no sistema de espaldeira vertical com um fio de arame nº 12, presos e esticados em estacas espaçadas a cada 3,5 m. Devido às altas velocidades do vento, as plantas foram tutoradas com cordão em estacas de bambu até à altura do

fio de arame. Na fase inicial de condução foram feitos os desbrotes laterais de modo a assegurar para cada planta apenas o desenvolvimento da haste principal até que a mesma atingisse uma altura de aproximadamente 20 cm acima do fio de condução. Neste momento foi feito o desponte da gema apical da haste para a condução de dois ramos laterais por planta. As plantas foram individualizadas com o desbrote dos ponteiros dos dois ramos secundários quando estes alcançaram os ramos das plantas vizinhas à aproximadamente 2,0 m na horizontal. A poda do ramos terciários foi feita antes que estes atingissem o solo, em torno de 10-15 cm da superfície.

## **5.6 Polinização**

Devido à pouca presença de abelha mamangavas (*Xylocopa* spp), principal agente polinizador natural do maracujazeiro amarelo, durante todo o estágio de florescimento da cultura utilizou-se a prática da polinização manual, utilizando-se dedeiras de flanela nos dedos polegar e indicador. As polinizações foram realizadas diariamente entre 13 e 18 horas, de acordo com a recomendações descritas em Meletti & Maia (1999). A polinização artificial teve início na primeira semana de fevereiro de 2001 e estendeu-se até o dia 21 de maio quando ocorreu a abertura das últimas flores desse ciclo de produção.

## **5.7 Colheita dos frutos**

A colheita dos frutos foi iniciada em 15-16 de março e estendeu-se até 21 de agosto de 2001, determinando uma safra de março a agosto, embora o número de frutos colhidos durante o mês de março tenha sido pouco significativo. O pico de produção ocorreu em abril e maio quando a colheita passou a ser feita cada 2 ou 3 dias.

A maioria dos frutos foram colhidos ainda no estágio pré climatérico, caracterizado pelo início da mudança da cor verde para a amarela, com maior proporção ainda da cor verde. Para a colheita utilizou-se uma tesoura cortando-se o pedúnculo com 1,5 a 2,0 cm de comprimento. A exceção se deu aos frutos caídos que eram colhidos diariamente e também identificados por planta.



Figura 1- Detalhe do estágio de maturação em que foram colhidos os frutos do maracujazeiro amarelo.

### **5.8 Produtividade e classificação dos frutos**

Após cada colheita todos os frutos foram pesados individualmente para posteriormente serem classificados quanto ao peso e tamanho (comprimento longitudinal e transversal). Os diâmetros dos frutos foram medidos com um paquímetro de 0,01 mm de precisão.

Os frutos foram classificados por peso segundo a classificação adotada pelo mercado atacadista da CEAGESP conforme Meletti e Maia (1999), e também pelo padrão mais recente adotado por este entreposto, o proposto por Lima & Rossi (2001).

### **5.9 Parâmetros de qualidade dos frutos**

Os parâmetros de qualidade: físico (peso e tamanho) foram avaliados durante toda a fase de produção da cultura; e os químicos e físico-químicos foram avaliados durante os experimentos de conservação pós colheita conforme descritos nos itens seguintes.

### **5.10 Manejo da irrigação**

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, utilizando-se gotejadores autocompensantes com vazão de 4 L h<sup>-1</sup>. Os gotejadores, um por planta, foram dispostos nas linhas laterais à aproximadamente 20 cm do caule da planta.

As plantas dentro dos lisímetros foram irrigadas por ascensão capilar, variando-se a altura do nível da água dentro destes de acordo com o desenvolvimento da cultura.

Antes do início do experimento avaliou-se a uniformidade de distribuição da água no sistema de irrigação utilizado, medindo-se a vazão dos gotejadores ao longo das linhas laterais e as pressões de funcionamento no início de cada linha de derivação. A uniformidade de distribuição foi avaliada pela equação de Christiansen, conforme Bernardo (1995). O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) encontrado foi de 89%. O CUC foi obtido pela equação:

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n\bar{q}} \right) \quad (1)$$

em que:

CUC= coeficiente de uniformidade de Christiansen, (%);

q<sub>i</sub>= vazão de cada gotejador (L h<sup>-1</sup>);

$\bar{q}$  = vazão média dos gotejadores (L h<sup>-1</sup>);

n= número de gotejadores.

Para o manejo da irrigação foram elaboradas as curva de retenção da água no solo utilizando-se seis amostras de solo deformadas, colhidas na área experimental às profundidades de 0,20 e 0,40 m. As amostras foram submetidas à diferentes pressões na câmara de pressão Richards, para a obtenção dos dados necessários à determinação da curva característica dos solo. As curvas foram ajustadas pelo modelo de van Genuchten utilizando-se o software Soil Water Retention Curve (SWRC) proposto por Dourado Neto (1990), onde o teor de água no solo em ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ ) é dado por:

$$\mathbf{q} = \mathbf{q}_r + \frac{\mathbf{q}_s - \mathbf{q}_r}{[1 + (\mathbf{a}\Psi)^n]^m} \quad (2)$$

em que:

$\mathbf{q}$  = teor de água no solo ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ )

$\mathbf{a}$ ,  $m$ ,  $n$  = constantes empíricas;

$\mathbf{q}_r$  = teor de água residual ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ );

$\mathbf{q}_s$  = teor de água no solo saturado ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ );  $\Psi$  = potencial matricial (kPa).

Os valores dos parâmetros utilizados na equação 2 para as profundidades de 0,20 e 0,40 m são apresentados nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3. Parâmetros do modelo de van Genuchten, estimados pelo SWRC para as profundidades de 0,20 e 0,40 m.

Profundidade(m)	<b>a</b>	<b>m</b>	<b>n</b>	<b><math>q_r</math></b>	<b><math>q_s</math></b>	<b>r</b>
0,-0,20	0,0565	0,516	15,6251	0,149	0,234	0,997**
0,20-0,40	0,0005	6,3011	0,5014	0,158	0,277	0,997**

Quadro 4 Teor de água no solo, medido e estimado através do modelo de van Genuchten para as profundidades de 0,20 e 0,40m.

Potencial matricial(kPa)	Teor de água no solo ( $g\ g^{-1}$ )			
	Profundidade de 0,20 m		Profundidade de 0,40 m	
	Medido	Estimado	Medido	Estimado
10	0,234	0,234	0,235	0,235
20	0,227	0,225	0,223	0,223
30	0,201	0,204	0,212	0,215
50	0,188	0,186	0,207	0,205
600	0,153	0,154	0,165	0,165
1000	0,152	0,152	0,160	0,162
1500	0,151	0,151	0,160	0,160

O momento da irrigação foi definido pelo potencial mátrico da água no solo, medido por tensiômetros digitais, instalados à 0,20 m do caule da planta e a 0,20 e 0,30 m de profundidade.

As plantas foram irrigadas sempre que o potencial mátrico medido na profundidade de 0,20 m, na fase inicial de desenvolvimento da cultura, e a 0,30 m nas fases posteriores, atingiram o valor em torno de  $-10$  a  $-15$  kPa, mantendo desta forma a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

Definido o momento da irrigação, a quantidade de água a ser aplicada foi determinada em função dos valores médios da evapotranspiração da cultura (ETc) medida em lisímetros com nível do lençol freático constante. Uma vista panorâmica do conjunto lisimétrico utilizado é mostrado na Figura 2



Figura 2-Vista panorâmica do conjunto lisimétrico utilizado para a medida da evapotranspiração da cultura.

Para a medida da evapotranspiração de referência utilizou-se dois lisímetros do mesmo tipo que o da Figura 1 cultivados com grama batatais.

As medidas diárias da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e da evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>c</sub>) tiveram início oito dias após o transplante das mudas no campo.

Para avaliar o desempenho dos lisímetros a ET<sub>o</sub> também foi estimada pelo método de Penman-Monteith conforme a FAO (1991).

A lâmina de água aplicada por planta foi calculada pela expressão:

$$L_b = ET_c * \frac{1}{E_a} * \frac{A_c}{A_f} \quad (3)$$

$$Vb = L_b * A_f \quad (4)$$

em que:  $L_b$  = lâmina de água bruta (mm dia<sup>-1</sup>);  $ET_c$  = evapotranspiração da cultura, medida nos lisímetros (mm dia<sup>-1</sup>);  $E_a$  = eficiência da irrigação (0,89);  $A_c$  = área projetada da copa;

$A_f$  = área de projeção máxima da copa;  $Vb$  = volume de água correspondente a lâmina bruta (L dia<sup>-1</sup>). Quando o desenvolvimento vegetal das plantas aproximou-se do valor máximo, considerou-se  $A_c = A_f = 10,5 \text{ m}^2$ .

### 5.10.1 Construção e operacionalização dos lisímetros

Os lisímetros utilizados durante a experimentação já encontravam-se instalados no centro da área experimental. Foram construídos com caixas de cimento amianto impermeabilizadas, com paredes de 15 mm de espessura, 0,75 m de altura e área de exposição de 1,84 m<sup>2</sup> (1,60 x 1,15 m). Cada caixa continha na parte inferior uma rede de drenos paralelos composta por três tubos perfurados de 1,20 m de comprimento e 19 mm de diâmetro, espaçados

de 0,30 m, e cobertos com material filtrante tipo manta geotextil (BIDIM-OP 30) (Calegari,1998). A rede de drenagem estava conectada a uma tubulação de polietileno de 19 mm de diâmetro e 10 m de comprimento. Abaixo dos drenos foi colocado uma camada de brita, para proceder o nivelamento dos mesmos.

O esquema de adaptação feito nesses lisímetros para serem utilizados como lisímetros com o nível de lençol freático constante é apresentado na Figura 3. Os recipientes controladores da altura do nível freático foram construídos com tubo de PVC inseridos na caixa até encontrar a camada de brita. Na tampa de cada tubo prendeu-se com parafuso tipo borboleta uma haste de ferro com rosca onde foi fixada uma bóia ligada por uma mangueira ao sistema abastecedor de água. O controle na altura da haste de ferro permitia a variação da altura do nível do lençol e a fixação do lençol no nível requerido.

A altura do lençol freático foi diferenciada ao longo do experimento em função do desenvolvimento do sistema radicular da cultura. A partir dos 120 DAT o nível de água nos lisímetros foi mantido em torno de 0,40 m da superfície.

O reservatório de abastecimento e de leitura foi composto por um cilindro, de 1,0 m de altura e 0,20 m de diâmetro, construído com placas planas de zinco soldadas, fechado no fundo e dotado de tampa para evitar a evaporação da água. Para a leitura da água evapotranspirada foi acoplado a este reservatório uma mangueira plástica fixa a uma fita métrica com escala em mm.

Em um dos cantos de cada lisímetro foi colocado um piezômetro (tubo de PVC de 75 mm de diâmetro) para verificar a altura do lençol freático.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi determinada através de leituras diárias do volume de água em milímetros, lido na mangueira acoplada ao reservatório de abastecimento e de leitura. A ETc (em mm) foi obtida considerando-se que a única perda d'água no sistema ocorria por evapotranspiração, de modo que:  $\Delta V1 = \Delta V2 = \Delta V3$ , em que:

$\Delta V1$  = volume de água evapotranspirada no lisímetro;

$\Delta h1$  = altura da água evapotranspirada no lisímetro;

$S1$  = área de secção horizontal do lisímetro;

$\Delta V2$  = volume de água escoado do reservatório intermediário (ou controlador) para manter o nível freático constante;

$\Delta V3$  = volume de água escoado do recipiente medidor para manter o nível do tanque intermediário constante;

$\Delta h3$  = altura de água escoada do recipiente medidor;

$S3$  = área de secção horizontal do recipiente medidor.

sendo,

$$\Delta V1 = \Delta V3$$

$$\Delta h1 \cdot S1 = \Delta h3 \cdot S3 \text{ ou } \Delta h1 = \frac{\Delta h3 S3}{S1}, f = \frac{S3}{S1} \cdot 10. \text{ O número 10 converte a leitura } \Delta h3 \text{ em mm.}$$

Uma vista com detalhes do lisímetro cultivado com o maracujazeiro é mostrada na Figura 3.



Figura 3-Detalhes do conjunto lisimétrico.



Figura 4- Vista da área experimental cultivada com maracujazeiro amarelo na fase de produção.

### 5.10.2 Estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman-Monteith

Equação utilizada:

$$ET_o = ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + g^*} (R_n - G) \cdot \frac{1}{I} + \frac{g}{\Delta + g^*} \cdot \frac{900}{(T_m + 273)} \cdot V_2 \cdot (e_s - e_a);$$

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência, (mm)

Δ = inclinação da curva de pressão de saturação de vapor versus temperatura do ar (kPa °C<sup>-1</sup>);

$$\Delta = \frac{4098 \cdot e_s}{(T_m + 237,3)^2};$$

e<sub>s</sub> = pressão de saturação de vapor (kPa) dado por:

$$e_s = 0,6108 \exp \left( \frac{17,27 \cdot T_m}{T_m + 237,3} \right)$$

T<sub>m</sub> = temperatura média do ar (°C);

$\gamma^*$  = constante psicométrica modificada (kPa/°C);

$$\gamma^* = \gamma (1 + 0,33 V_2);$$

$\gamma$  = constante psicométrica (kPa/°C);

$$\gamma = 0,0016286 \cdot P / \lambda;$$

P = pressão atmosférica (Kpa);

$\lambda$  = calor latente de vaporização (MJ kg<sup>-1</sup>);

$$\lambda = 2,501 - (2,361 \cdot 10^{-3}) \cdot T_m;$$

$V_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>);

Rn = radiação líquida na superfície da cultura (MJ m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>);

$$R_n = Q_s - Q_L;$$

$Q_s$  = balanço de radiação de ondas curtas (MJ m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>);

$$Q_s = (1 - \alpha) \cdot R_g;$$

$\alpha$  = albedo da cultura = 0,23;

$R_g$  = radiação solar global medida (MJ m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>);

$Q_L$  = balanço de radiação de ondas longas (MJ m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>);

$$Q_L = (0,9 \cdot \frac{n}{N} + 0,1) \cdot (0,34 - 0,14 \sqrt{ea}) \cdot \sigma \cdot (T_{kv}^4 + T_{kn}^4)^{1/2}.$$

n = número de horas de insolação;

N = comprimento máximo do dia (horas)

ea = pressão atual de vapor (kPa);

$$ea = e_s \cdot UR/100;$$

$\sigma$  = constante de Stefan Boltzmann 4,90.10<sup>-9</sup> MJ m<sup>-2</sup>.k<sup>-4</sup>.dia<sup>-1</sup>

$T_{kx}$  = temperatura máxima do dia ( $^{\circ}$  K);

$T_{kn}$  = temperatura mínima do dia ( $^{\circ}$  K);

$G$  = fluxo de calor no solo  $\text{MJ m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$

$G = 0,38 (T_m - T_{m-1})$

$T_m$  = temperatura média do dia ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{m-1}$  = temperatura média do dia anterior ( $^{\circ}\text{C}$ )

### 5.10.3 Coeficiente de cultivo (Kc)

O coeficiente de cultivo foi obtido pela razão entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração da cultura de referência (grama), ambas medidas nos lisímetros.

$Kc = ETc \cdot ETo^{-1}$

em que:

$Kc$  = coeficiente de cultivo;

$ETo$  = Evapotranspiração de referência, ( $\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$ )

### 5.11 Parâmetros fenológicos

Para as observações sobre a fenologia do maracujazeiro foram escolhidas no pomar seis plantas ao acaso que foram observadas quanto ao vigor, dado pela velocidade de crescimento, avaliada semanalmente pela altura do ramo principal e pelo número de folhas

emergentes até o momento em que as plantas alcançaram o suporte de sustentação (2 m de altura). Outras variáveis observadas foram o diâmetro do caule, o comprimento de entrenós, o tempo médio decorrido da antese até a colheita dos frutos no estado pré-climatérico e as características físico-químicas dos frutos.

O acompanhamento do crescimento do ramo principal, do diâmetro do caule, e do comprimento de entrenós foi iniciado no dia 22 de outubro de 2000 e realizado a cada sete dias até a poda do ponteiro da haste principal, quando este atingiu o fio condutor a 2 m de altura.

A altura das plantas foram medidas com auxílio de uma fita métrica de 2 m de comprimento, fixada em uma ripa de madeira com mesmo tamanho. O comprimento dos internós, com uma régua graduada de 0,30 m. O diâmetro do caule, e o comprimento e a largura dos frutos com um paquímetro de 0,01 mm de precisão.

### **5.12 Tratamentos pós-colheita**

Para os tratamentos de conservação pós-colheita com filmes de PVC, filmes de polietileno e com cera, os frutos foram colhidos no estádio pré climatérico mantendo cerca de 2 cm do pedúnculo. Em seguida, foram levados para o laboratório de frutas e hortaliças do departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da FCA UNESP onde foram pesados, medidos e selecionados, visando a homogeneização do lote. Posteriormente, foram lavados em água corrente com detergente e submetidos à desinfecção, com o objetivo de eliminar possíveis esporos

de fungos que estivessem em estado latente na superfície dos frutos. A desinfecção foi feita à temperatura ambiente, com a imersão dos frutos em solução de “Benomil”, na concentração de (1,0 g L<sup>-1</sup>), por um período de 3 minutos. Após a lavagem seleção e desinfecção os frutos foram postos para secar à sombra e tomados um a um, ao acaso, para a instalação dos experimentos. Os dois experimentos foram montados segundo o delineamento inteiramente casualizado, cada um com quatro tratamentos e três repetições, com três frutos por repetição.

### **5.12.1 Experimento 1: Conservação pós-colheita com filmes de PVC e polietileno**

Para este experimento utilizaram-se os seguintes tratamentos:

T1-testemunha ou controle: os frutos foram postos em bandejas plásticas;

T2-PVC: os frutos foram acondicionados em bandejas de isopor e cobertos com filme de PVC transparente, marca Magipack;

T3-filmes de polietileno: os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno de 0,05 micra de espessura;

T4- filmes de polietileno e vácuo: os frutos foram acondicionados à vácuo em saco de polietileno de 0,05 micra de espessura.

Após o estabelecimento dos tratamentos todos os frutos foram armazenados em câmaras frigoríficas tipo B.O.D à temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e à umidade relativa de  $80 \pm 5 \%$ . A avaliação dos frutos foi feita a cada 7 dias até o número de dias em que estes permaneceram com qualidades aceitáveis para comercialização.

A avaliação teve início em 25 de abril de 2001 e foi concluída em 24 de maio de 2001.

### **5.12.2 Experimento 2: Conservação pós colheita com cera Molbicer C**

Neste experimento os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos:

T1-testemunha ou controle: os frutos foram postos em bandejas plásticas;

T2-cera 1:1: os frutos foram imersos em solução de cera “Mobilcer C”, na diluição 1:1 (cera:água), por um período de 3 minutos;

T3-cera 1:2: os frutos foram imersos em solução de cera “Mobilcer C,” na diluição 1:2 (cera:água), por um período de 3 minutos;

T4- cera1:3: os frutos foram imersos em solução de cera “Mobilcer C,” na diluição 1:3 (cera:água), por um período de 3 minutos.

Após o estabelecimento dos tratamentos, todos os frutos foram armazenados em câmaras frigoríficas, tipo B.O.D, à temperatura de  $9 \pm 1^\circ \text{C}$  e umidade relativa de  $85 \pm 5 \%$ , durante o período de avaliação dos frutos. Os frutos foram avaliados a cada 7 dias até o número de dias que estes permaneceram com qualidades aceitáveis para comercialização.

A avaliação teve início em 17 de maio de 2001 e foi concluída em 20 de junho de 2001.

### **5.12.3 Parâmetros avaliados**

Para os experimentos 1 e 2 os parâmetros avaliados durante o período de conservação pós colheita dos frutos foram: peso dos frutos, peso da casca e polpa, rendimento de casca, rendimento de polpa, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (AAT), “Ratio” (SST/ATT), o pH , teor de vitamina C, perda de massa, açúcares redutores e açúcares redutores totais.

O **rendimento de polpa**, expresso em porcentagem, foi determinado pela diferença entre o peso total do fruto e peso da casca. Esta porcentagem de polpa associada ao teor de SST é um parâmetro que avalia a qualidade industrial do produto em função do rendimento de suco (Meletti et al., 2000). Para a medida das demais variáveis a polpa dos frutos foram separadas das sementes através do processamento com baixa rotação, utilizando-se um processador de alimentos com lâmina de plástico. O material processado foi peneirado, obtendo-se o suco. Com o suco determinou-se o **teor de sólidos solúveis** medido por refratometria, através do refratômetro digital ATAGO, conforme as técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em %. A **acidez total titulável** foi determinada por titulação com NaOH a 0,1 N, utilizando-se 10 g de suco diluído em 100 ml de água destilada, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (1985) e foi expressa em % de ácido cítrico (g de ácido cítrico.100 g<sup>-1</sup> de suco). O **pH** foi medido diretamente no suco utilizando o potenciômetro digital digimed DM-2. O **teor de vitamina C** foi determinado pelo método calorimétrico de Leme & Malavolta (1950). Os resultados foram expressos em mg.100 g<sup>-1</sup>. Os **açúcares redutores** foram determinados no extrato aquoso dos frutos, pelo método descrito por Somogyi, adaptado por Nelson (1944). A sacarose foi tomada no mesmo extrato após a inversão. Os resultados foram expressos em porcentagem.

A perda de peso expressa em porcentagem para cada tratamento foi determinada pela expressão cinco. Para comparação entre médias de tratamento utilizou-se o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

$$PPA = [(PI_i - PS_i) / PI] \times 100 \quad (5)$$

em que:

PPA = perda de peso durante o armazenamento;

PI<sub>i</sub> = peso inicial da repetição i, i = 1...n onde n= número de vezes em que foi feito a avaliação;

PS<sub>i</sub> = peso da repetição imediatamente após cada período de armazenamento.

## **6. RESULTADO E DISCUSSÃO**

### **6.1 Avaliação fenológica**

#### **6.1.1 Desenvolvimento da cultura**

O vigor vegetativo das plantas foi avaliado pelo crescimento em altura, pelo número de folhas emitidas e pelo comprimento e diâmetro dos entrenós de seis plantas escolhidas ao acaso no pomar.

As avaliações foram feitas até o momento em que as plantas atingiram o fio de sustentação à 2 m do solo. As primeiras medidas foram tomadas aos 32 dias após o transplântio das mudas no campo (DAT), quando as plantas encontravam-se com uma altura média em torno de 41 cm. Durante o período que antecedeu o início das observações, as plantas apresentaram um crescimento lento, visto que a altura média das mudas quando transplantadas no campo era de 30 a 35 cm. Os valores médios dos parâmetros medidos são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5-Valores médios da altura, do número de folhas, do diâmetro do caule e do comprimento de entrenós, medidos na haste principal de seis plantas de maracujá amarelo em função da idade, no município de Botucatu-SP, durante o período de 22 de outubro a 03 de dezembro de 2000.

Idade (DAP)	Altura (cm)	Nº de folhas	Diâmetro do caule (mm)	Comprimento de entrenós (cm)
31 (22/10/00)	41	8,30	3,12	7,96
38 (29/10/00)	63	10,33	4,03	8,43
45 (05/11/00)	82	12,00	4,89	9,02
52 (12/11/00)	104	13,83	5,20	10,55
59 (19/11/00)	143	16,50	6,45	11,42
66 (26/11/00)	181	20,83	7,13	12,00
73 (03/12/00)	211	23,50	9,53	12,71

A partir da análise de regressão entre a altura e a idade das plantas, verificou-se que a taxa de crescimento, expressa pelas alturas das plantas, foi de 4,12 cm por dia, ou 28,84 cm por semana. Este valor é semelhante ao encontrado por Urashima (1985), para o maracujá amarelo, em experimento também conduzido no município de Botucatu. A diferença encontrada é decorrente das variações climáticas, da época de plantio e da variabilidade genética existente entre as plantas do maracujazeiro amarelo.

As variações verificadas na altura das plantas determinaram a época da poda da haste principal (desponte do broto terminal), que teve início logo após as medidas realizadas aos 73 dias após o transplântio das mudas para o campo. Em algumas plantas do pomar os despontes foram feitos uma e até duas semanas após 73 DAT. Esta variabilidade no

desenvolvimento das plantas também foi observada por Urashima (1985), e relatada por Vasconcellos et al. (1993), e Sousa (2000).

Os valores médios semanais das variáveis meteorológicas que determinaram as condições climáticas durante o período destas observações são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6-Variáveis meteorológicas registradas durante o período das observações fenológicas do marucujá-amarelo cultivado no município de Botucatu-SP.

Períodos	Tmédia (°C)	Tmáx (°C)	Tmin (°C)	UR (%)	PP (mm)	Rad. Solar (cal.cm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	Vel. do vento a 2m (km.d <sup>-1</sup> )	Insolação (horas)
22/10 a 29/10/00	22,78	29,05	18,98	75,16	12,00	402,75	133,89	6,46
30/10 a 05/11/00	22,27	30,23	16,91	72,96	3,50	521,14	120,26	9,14
06/11 a 12/11/00	21,79	29,29	17,86	75,66	27,90	434,57	126,76	6,80
13/11 a 19/11/00	19,39	25,37	16,60	84,23	59,90	388,43	122,60	5,86
20/11 a 26/11/00	21,47	28,27	17,86	78,74	86,80	493,86	118,23	7,96
27/11 a 03/12/00	21,71	27,11	18,11	76,79	15,80	471,43	80,30	8,03
Média	21,57	28,22	17,72	77,26	38,78	452,03	117,01	7,37

As medidas do diâmetro do caule e do comprimento de entrenós foram tomadas na altura do penúltimo nó. As taxas de crescimentos, relativas à idade das plantas, foram de 0,12 cm.dia<sup>-1</sup> para o comprimento de internós e de 0,14 mm.dia<sup>-1</sup> para o diâmetro do caule.

Os valores dos diâmetros dos caules medidos aos 73 DAT foram superiores a 7,39 mm obtido por Souza (2000) aos 198 DAT, e aqueles apresentados por Urashima (1985), que encontrou valores médios de 2,33, 4,63 e 6,81 para plantas em 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> safras,

respectivamente. Para as mesmas condições edafoclimáticas estas diferenças ocorrem em função do manejo da cultura e das características varietais do maracujazeiro. Nas condições deste experimento as plantas desenvolveram-se sem nenhuma restrição de água e nutrientes.

### **6.1.2 Tempo decorrido da antese à colheita**

Considerando as datas observadas quando da abertura das primeiras flores, em 28-29 de janeiro de 2001, e a data de colheita dos primeiros frutos, em 25 de março de 2001, constatou-se que o período entre a abertura das flores e a colheita dos frutos foi de 55 a 56 dias. Os frutos colhidos neste estágio, apresentavam a cor da casca com leve mudança da cor verde para a amarelo e características físico- químicas de frutos maduros (Quadro7).

Valores em torno de 50 a 70 dias foram encontrados por Stjostran & Rosa (1978), Araújo et al. (1974), Fouquë (1980), e Ruggiero et al.(1996). As pequenas variações verificadas na literatura, com relação ao tempo que decorre da polinização até a colheita dos frutos, são devidas ao manejo da cultura, às condições climáticas do local do cultivo. Relatos de períodos mais longos, entre 70 e 86 dias, foram apresentados por Urashima (1985), porém para frutos desprendidos naturalmente das plantas, o que ocorre entre 20 a 30 dias após os frutos atingirem o ponto de maturação fisiológica (Urashima & Cereda 1989; Ruggiero et al., 1996).

Para as mesmas condições de temperatura do ar em que foi desenvolvida esta pesquisa, Utsunomiya (1992) observou que o tempo decorrido da antese até a maturação dos frutos de maracujá roxo foi de 76 dias, vinte dias a mais que o observado neste experimento nas

mesmas condições de temperatura, onde os frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, atingiram a maturidade fisiológica em torno dos 55 a 56 dias após o florescimento, quando foram colhidos com a qualidade requerida para o uso comercial.

Os valores médios da temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar e da radiação solar global, registradas desde 21 de setembro de 2000 (data do transplante das mudas no campo) até 25 de março de 2001 (data da colheita dos primeiros frutos), foram de: 22,74°C, 28,88°C, 18,96°C, 77 % e 426,82 cal cm<sup>2</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os últimos frutos, provenientes de flores fecundadas em 21 de maio, foram colhidos na primeira semana de agosto. A partir do dia 21 de maio as condições climáticas, mais especificamente as de fotoperíodo (10,86 horas) e de temperatura já não permitiram a abertura dos botões florais no campo, estabelecendo o fim do período produtivo da safrinha.

### **6.1.3 Parâmetros químicos e físico-químicos dos frutos**

Os valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos dos frutos são apresentados no Quadro 7. Observou-se que a “variedade” Sul-Brasil apresentou características qualitativas potenciais, tanto para o consumo do fruto *in natura* como para a agroindústria, produzindo frutos grandes, pesados, de elevada proporção de polpa, e com teor de sólidos solúveis totais (SST) dentro do limite ótimo exigido pela agroindústria de sucos, que atualmente aceita frutos com SST entre 13 e 15 %.

Quadro 7- Parâmetros físico-químicos dos frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, cultivados no município de Botucatu-SP.

Frutos <sup>1</sup> (repetição)	Peso (grama)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	% de polpa	SST (%)
R1	259,91	106,04	81,93	51,52	14,90
R2	287,8	117,61	83,84	54,10	15,03
R3	284,37	111,29	83,13	53,01	14,89
R4	243,21	98,50	79,20	51,18	14,08
<i>Média</i>	<i>268.82</i>	<i>108.36</i>	<i>82.70</i>	<i>52.70</i>	<i>14.72</i>

<sup>1</sup>valor médio de quatro frutos por repetição.

Mais que 95 % dos frutos apresentaram polpa com coloração alaranjado-intenso, cor preferida pelos dois seguimentos de comercialização, *in natura* e agroindústria (Meletti et al., 2000). Os teores de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos foram entre 14,0 e 15,5 %, com valor médio de 14,72 %. Valores equivalentes a este foram obtidos por Meletti et al. (2000) e Marchi et al. (2000). Os valores máximos e mínimos de SST para as espécies de maracujá estão entre 14,4 e 21,9 % (Pruthi, 1963), limite que deve ser revisado devido às características químicas de novas “variedades”, que como a Sul-Brasil, pode apresentar valores de SST em torno de 13 a 15 % em frutos maduros, fato observado nesta pesquisa e em trabalho realizado por Marchi et al. (2000).

As percentagens de polpa dos frutos avaliados foram entre 50 e 56 %, com valor médio de 52,70 %, valor que conferiu ao fruto um rendimento superior àqueles praticados atualmente pela indústria, que é segundo Meletti et al.(2000) em torno de 40 %.

No decorrer do experimento observou-se a produção de frutos com diferentes tamanhos e pesos numa mesma planta, e frutos menores no final do período produtivo. Para esta análise, os frutos foram colhidos em abril e selecionados mais em função da cor do fruto que do tamanho, mas buscando-se uma amostra homogênea representativa dos frutos colhidos naquele dia. O peso médio dos frutos analisados foi de 268,82 g, com diâmetro vertical e horizontal médio de 108,36 e 82,70 mm, respectivamente, o que conferiu aos frutos uma classificação na faixa dos limites superiores do mercado atacadista adotado pela CEAGESP, (Rizzi et al., 1998). Segundo este critério, os frutos foram classificados nos tipos 2A e 3A, e nas classe 3,4 e 5 pela nova norma de classificação deste entreposto elaborada por Lima & Rossi (2001).

#### **6.1.4 Produtividade**

A produtividade média estimada foi de 19.104,76 kg ha<sup>-1</sup>, para um período produtivo de quatro meses, com início da colheita em 25 de março e término em 06 de agosto. Os maiores fluxos de colheita ocorreram em abril e maio e os menores em março e agosto. Considerando que a produtividade potencial do maracujazeiro amarelo é em torno de 40.000 a 45.000 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Piza Júnior et al., 1998; Meletti & Maia, 1999), a produtividade obtida neste experimento, para um período produtivo de quatro meses, foi dentro do limite potencial esperado.

## 6.2 Demanda hídrica do maracujazeiro

Os valores médios, por décadas, dos dados climáticos diários registrados durante o período de condução do experimento (de 21/09/00 a 31/07/01) são apresentados no Quadro 8.

Para o cálculo diário da evapotranspiração de referência, utilizou-se o software proposto por Assunção et al. (2001), em que a ETo pelo método de Penman-Monteith foi calculada de acordo com o modelo parametrizado pela FAO 1991, conforme apresentado por Sedyama et al. (1998). Durante o período estudado a ETo diária, estimada pelo método de Penman-Monteith (ETo P-M), superestimou a ETo medida nos lisímetros em valores que variaram de 5,0 até 32,8 % (Figura 5). Melhores ajustes da ETo P-M aos valores medidos foram obtidos quando consideraram-se os valores médios por decêndios (Quadro 9). Neste caso, para todo período de observação a superestimativa foi de 15,93 %. No decorrer do tempo considerado neste estudo, a melhor correlação entre a ETo P-M e a ETo medida foi obtida durante a estação da primavera, quando o método de P-M superestimou a ETo medida em 6,58 %. Nas demais estações do ano os valores da ETo medida nos lisímetros foram em média 17,78 % inferiores aos da ETo estimada durante a estação do verão, 21,64 % durante o outono e 20,55 % no inverno.

A tendência de aumento da superestimativa da ETo estimada pelo método de P-M parametrizado pela FAO com relação à ETo medida em lisímetros, nesta seqüência de estações do ano, para o município de Botucatu, também foi observado por Lunardi (1997).

Quadro 8-Dados climáticos médios, por décadas, da temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento a 2 m metros de altura (U2), radiação líquida (Rn) e precipitação pluvial (PP), registrados durante o período de 21 de setembro de 2000 a 31 de julho de 2001, no município de Botucatu-SP.

DAT	Período (dias)	T (°C)	UR (%)	U2 (m/s)	Rn (MJ m <sup>2</sup> dia <sup>-1</sup> )	PP (mm)
0	21/09 a 28/09/00	19,20	69,48	1,93	9,13	3,30
10	29/09 a 08/10/00	22,23	67,49	1,24	9,07	3,00
20	09/10 a 18/10/00	23,03	68,76	1,44	9,80	0,30
30	19/10 a 28/10/01	24,80	69,78	1,36	10,00	16,00
40	29/10 a 07/11/02	21,65	75,90	1,60	10,42	5,50
50	08/11 a 17/11/00	20,92	78,53	1,41	9,85	69,20
60	18/11 a 27/11/00	20,76	80,50	1,35	10,56	104,40
70	28/11 a 07/12/00	21,89	78,02	1,33	10,58	47,50
80	08/12 a 17/12/00	22,84	80,23	1,10	9,47	105,10
90	18/12 a 27/12/00	21,73	79,30	1,36	8,79	11,10
100	28/12 a 06/01/01	22,82	79,81	1,45	10,40	38,60
110	07/01 a 16/01/01	23,47	76,75	1,20	10,51	113,70
120	17/01 a 25/01/01	24,32	75,46	0,99	10,95	51,60
130	26/01 a 04/02/01	23,50	82,77	1,10	9,80	181,30
140	05/02 a 14/02/01	23,58	88,06	0,98	8,48	196,00
150	15/02 a 24/02/01	23,75	81,79	1,23	9,70	56,10
160	25/02 a 06/03/01	24,15	74,79	1,20	10,97	13,20
170	07/03 a 16/03/01	22,49	82,17	0,95	9,11	102,60
180	17/03 a 26/03/01	24,56	74,29	0,93	9,43	33,60
190	27/03 a 05/04/01	22,09	80,26	1,10	7,77	23,20
200	06/04 a 15/04/01	22,93	76,40	1,25	7,69	2,20
210	16/04 a 25/04/01	21,94	72,50	1,11	7,15	6,70
220	26/04 a 05/05/01	23,82	66,09	0,91	5,92	0,30
230	06/05 a 15/05/01	16,91	76,35	1,08	5,24	38,00
240	16/05 a 25/05/01	15,09	80,14	1,31	4,57	23,30
250	26/05 a 03/05/01	19,28	80,03	0,68	4,99	29,40
260	04/06 a 13/06/01	19,22	77,45	0,09	6,45	9,30
270	14/06 a 23/06/01	14,78	73,67	0,08	4,73	16,40
280	24/06 a 03/07/01	15,03	74,60	0,09	6,23	31,20
290	04/07 a 13/07/01	18,28	68,40	0,09	6,42	6,20
300	14/07 a 23/07/01	18,38	66,90	0,11	5,22	13,50
310	24/07 a 31/07/01	14,56	80,25	0,11	5,31	26,40

Fonte: Departamento de Recursos Naturais da FCA-Unesp.

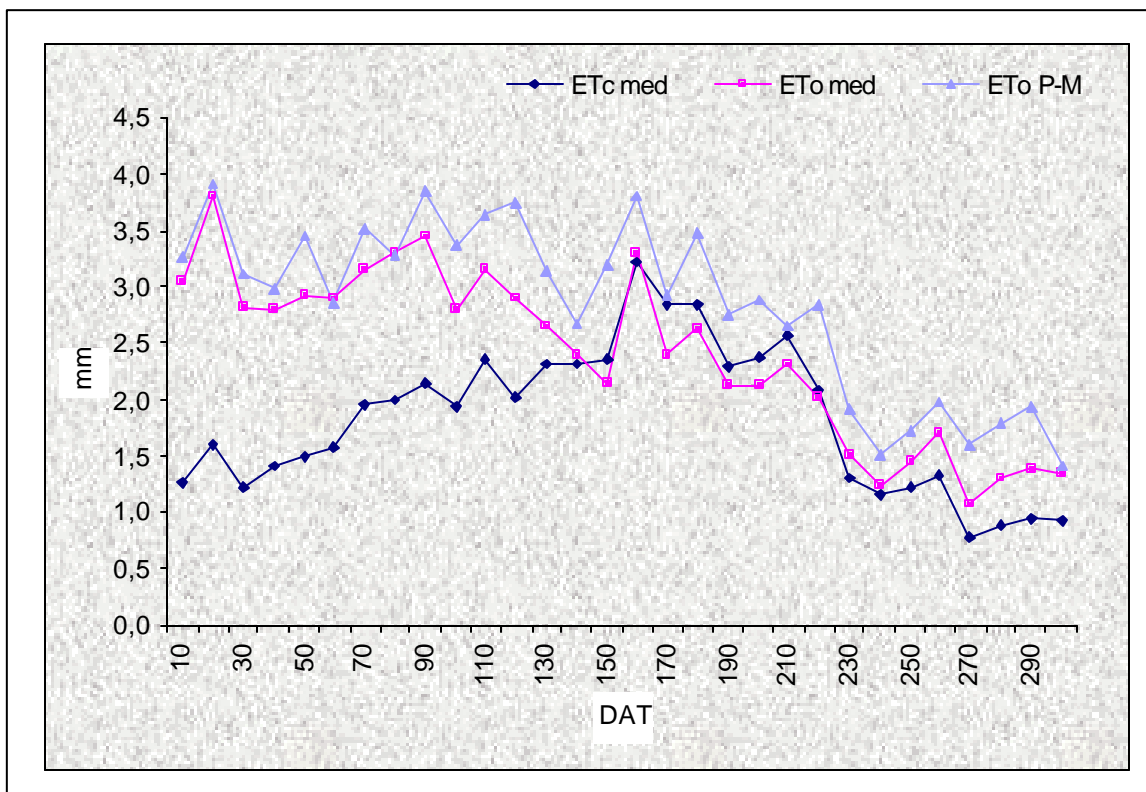


Figura 5-Variação temporal dos valores médios, por decêndios, da evapotranspiração de referência medida em lisímetros (ETo med), estimada pelo método de Penman-Monteith (ETo P-M) e da evapotranspiração do maracujazeiro (ETc med) obtidas durante o período de 29 de setembro de 2000 a 23 de julho de 2001, no município de Botucatu-SP.

No Quadro 8 pode-se observar que os maiores valores da radiação líquida ( $R_n$ ) foram registrados durante a estação da primavera, quando a maior fração da ETo foi devida ao termo energético do modelo. Uma melhor correlação entre os valores da ETo medidas e estimados pelo modelo de P-M pode ser obtida ajustando-se o termo aerodinâmico do modelo às condições locais.

Quadro 9-Valores médios por decêndios da evapotranspiração de referência medida (ETo med) e estimada pelo método de Penman-Monteith (ETo P-M) durante o período de 29 de setembro de 2000 a 23 de julho de 2001 no município de Botucatu-SP

DAT	Período (dias)	ETo	ETo	ETo med	ETo P-M
		Lis 1o	Lis 2o	Lis 1-Lis 2	
(mm)					
10	29/09 a 08/10/00	3,12	2,98	3,05	3,26
20	09/10 a 18/10/00	4,00	3,60	3,80	3,92
30	19/10 a 28/10/01	3,15	2,50	2,83	3,00
40	29/10 a 07/11/02	2,58	3,01	2,80	2,99
50	08/11 a 17/11/00	3,46	2,40	2,93	3,44
60	18/11 a 27/11/00	3,00	2,80	2,90	2,86
70	28/11 a 07/12/00	3,70	2,60	3,15	3,51
80	08/12 a 17/12/00	3,70	2,90	3,30	3,29
90	18/12 a 27/12/00	3,80	3,10	3,45	3,85
100	28/12 a 06/01/01	3,20	2,40	2,80	3,70
110	07/01 a 16/01/01	3,70	2,60	3,15	3,69
120	17/01 a 25/01/01	3,70	2,10	2,90	3,74
130	26/01 a 04/02/01	3,40	1,90	2,65	3,14
140	05/02 a 14/02/01	2,60	2,20	2,40	2,67
150	15/02 a 24/02/01	3,00	1,30	2,15	3,20
160	25/02 a 06/03/01	3,60	3,00	3,30	3,61
170	07/03 a 16/03/01	2,69	2,10	2,40	3,42
180	17/03 a 26/03/01	3,45	1,80	2,63	3,48
190	27/03 a 05/04/01	2,76	1,50	2,13	2,76
200	06/04 a 15/04/01	2,83	1,40	2,12	2,88
210	16/04 a 25/04/01	2,72	1,90	2,31	2,64
220	26/04 a 05/05/01	2,80	1,25	2,03	2,84
230	06/05 a 15/05/01	1,83	1,20	1,52	1,92
240	16/05 a 25/05/01	1,30	1,20	1,25	1,52
250	26/05 a 03/05/01	1,70	1,20	1,45	1,73
260	04/06 a 13/06/01	2,00	1,40	1,70	1,97
270	14/06 a 23/06/01	1,56	0,60	1,08	1,60
280	24/06 a 03/07/01	1,69	0,90	1,30	1,79
290	04/07 a 13/07/01	1,46	1,30	1,38	1,94
300	14/07 a 23/07/01	1,10	1,60	1,35	1,40
<i>Média</i>	-----	2,79	2,02	2,41	2,90

### 6.2.1 Evapotranspiração da cultura (ETc)

Os valores médios, por décadas, da evapotranspiração do maracujazeiro medido em três lisímetros de nível do lençol freático constante, durante o primeiro ano de produção da cultura são apresentados no Quadro 10.

A soma dos valores diários da evapotranspiração da cultura (média dos três lisímetros), desde o 10º dia após o transplântio das mudas no campo até à maturação dos últimos frutos foi de 954,98 mm. Neste mesmo período a demanda atmosférica local medida e estimada foram de 1.069,21 mm e 1.248,86 mm, respectivamente. A precipitação pluvial acumulada durante o período foi de 1.378,20 mm e a evaporação do tanque classe “A” de 1.705,9 mm.

Os maiores valores de ETc, valores entre 2,32 mm e 3,21 mm, ocorreram entre 140 e 210 DAT que correspondeu aos estádios de floração, formação e maturação dos frutos.

Os valores da ETc obtidos neste experimento foram inferiores aos encontrados por Alencar (2000) e Corrêa et al. (2001), determinados para as condições edafoclimáticas de município de Piracicaba. As diferenças entre os valores de demanda hídrica da cultura são decorrentes dentre outros fatores, das diferenças entre a época de plantio, das características fisiológicas inerentes das “variedades”, e das condições edafoclimáticas.

O consumo de água anual da cultura do maracujazeiro amarelo, seleção Sul Brasil, também foi inferior aos encontrados por Martins (1998), Carvalho et al.(2000) e Sousa (2000).

Quadro 10-Evapotranspiração máxima da cultura (ETc) do maracujazeiro amarelo medida em lisímetros (ETc Lis), durante o período de 29 de setembro de 2000 a 23 de julho de 2001, no município de Botucatu-SP.

DAT	Período (dias)	ETc Lis1	ETc Lis2	ETc Lis3	ETc* (Lis1- Lis2-Lis3)
		(mm.dia <sup>-1</sup> )			
10	29/09 a 08/10/00	1,28	0,92	1,62	1,27
20	09/10 a 18/10/00	1,62	1,90	1,25	1,59
30	19/10 a 28/10/01	1,20	1,21	1,21	1,21
40	29/10 a 07/11/02	1,43	1,70	1,12	1,42
50	08/11 a 17/11/00	1,47	1,52	1,49	1,49
60	18/11 a 27/11/00	1,60	1,28	1,89	1,59
70	28/11 a 07/12/00	1,95	1,95	1,98	1,96
80	08/12 a 17/12/00	2,01	1,98	1,98	1,99
90	18/12 a 27/12/00	2,16	2,07	2,21	2,14
100	28/12 a 06/01/01	1,96	1,93	1,93	1,94
110	07/01 a 16/01/01	2,36	2,39	2,33	2,36
120	17/01 a 25/01/01	2,18	1,86	2,03	2,02
130	26/01 a 04/02/01	2,36	2,25	2,33	2,31
140	05/02 a 14/02/01	2,28	2,45	2,25	2,32
150	15/02 a 24/02/01	2,95	2,21	1,90	2,35
160	25/02 a 06/03/01	3,83	3,80	2,00	3,21
170	07/03 a 16/03/01	2,75	2,78	3,00	2,84
180	17/03 a 26/03/01	3,15	2,99	2,40	2,85
190	27/03 a 05/04/01	2,53	2,36	2,00	2,30
200	06/04 a 15/04/01	2,51	2,50	2,10	2,37
210	16/04 a 25/04/01	2,73	2,99	1,98	2,57
220	26/04 a 05/05/01	2,33	2,33	1,60	2,09
230	06/05 a 15/05/01	1,52	1,36	1,05	1,31
240	16/05 a 25/05/01	1,23	1,20	1,02	1,15
250	26/05 a 03/05/01	1,29	1,46	0,92	1,23
260	04/06 a 13/06/01	1,53	1,51	0,90	1,31
270	14/06 a 23/06/01	0,81	0,81	0,72	0,78
280	24/06 a 03/07/01	0,91	0,91	0,85	0,89
290	04/07 a 13/07/01	0,90	0,85	1,07	0,94
300	14/07 a 23/07/01	1,05	0,90	0,85	0,93
Média	-----	1,90	1,88	1,64	1,82

\* Valor médio por década

### 6.2.2 Coeficiente de cultivo (Kc)

Os valores de Kc aumentaram com o desenvolvimento da cultura até 230 DAT. A partir desta data observou-se um decréscimo paulatino de Kc até atingir valores em torno de 0,69 (Figura 6). Nesta ocasião, devido às condições climáticas locais houve um decréscimo acentuado na emissão de ramos novos e na abertura das flores. Os valores máximos de Kc ocorreram entre 140 e 230 DAT, nos estádios correspondentes à floração, e à formação e maturação dos frutos. Nesta fase do desenvolvimento da cultura observou-se o acúmulo máximo de área foliar e de produção de frutos, que de acordo com Haag et al. (1973) ocorre em torno dos 240 DAT no primeiro ano de produção da cultura.

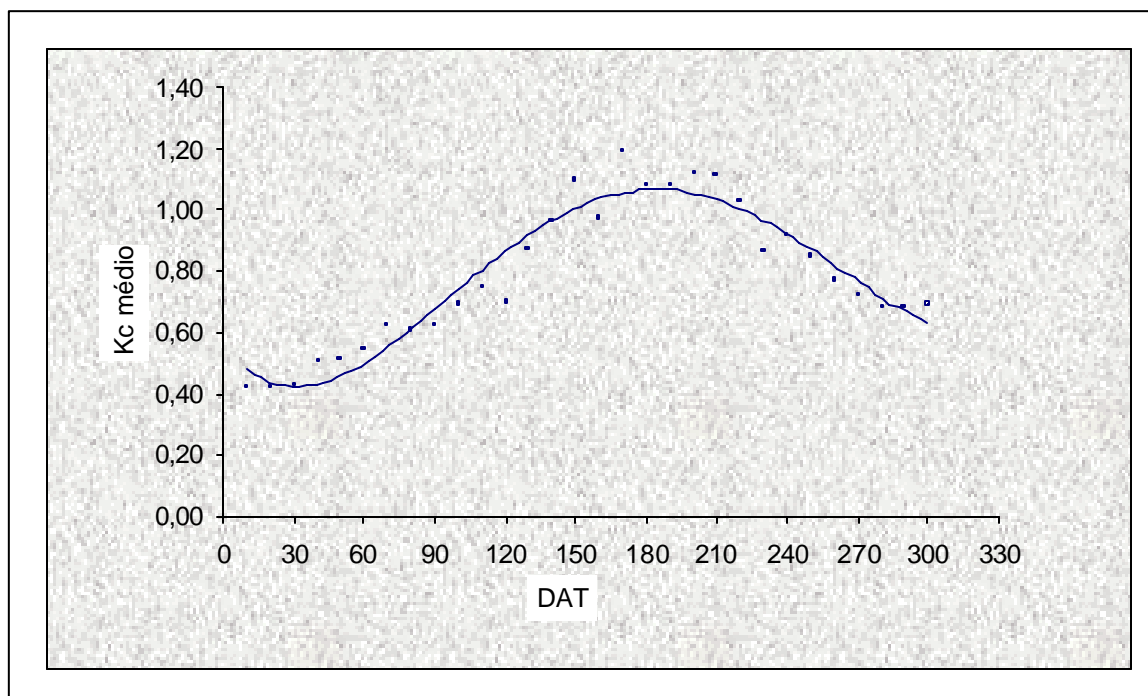


Figura 6 Variação do coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) ao longo do ciclo da cultura do maracujazeiro amarelo durante o primeiro ano de produção.

Considerando-se as médias por décadas, o maior valor de  $K_c$  (1,18) ocorreu entre 200 e 210 DAT. Este valor foi inferior ao obtido por Alencar (2000) e próximo aos encontrados por Sousa et al.(2000), quando obtiveram os valores de  $K_c$  através da relação  $ET_c$  medida/ $ET_o$  estimada pelos métodos de Penman-Monteith e do Tanque classe “A”, que nas condições daquele experimento superestimaram a  $ET_o$  medida nos lisímetros, durante todo o período de desenvolvimento da cultura.

A medida diária da evapotranspiração de referência e da evapotranspiração da cultura foram obtidas em condições de cultivo protegido, devido a impossibilidade de

operacionalização destes lisímetros em dias com chuva. No entanto, sabe-se que o microclima nas condições dentro do ambiente protegido e fora deste são diferentes.

Para avaliar estas diferenças comparou-se os dados da evaporação do tanque Classe "A" (ECA), de umidade relativa do ar e das temperaturas média, máxima e mínima dentro e fora do ambiente protegido. Observou-se que os valores médios da ECA foram de 4.24 mm e de 5,41 mm nas condições dentro e fora do ambiente protegido. Como a medida da evaporação no tanque classe "A" integra a influência de todos os fatores climáticos que atuam no processo da evaporação, entende-se que a demanda de água da cultura no ambiente protegido pode ter sido um pouco inferior à condição de campo. No caso da ETc há que considerar-se às características do solo e a resistência à perda d'água pelos estômatos das folhas, que é maior na condição de campo nas horas em que ocorrem às máximas temperaturas.

Os valores médios da temperatura mínima e umidade relativa mínima do ar para as condições de cultivo protegido e de campo foram de 17,5° C e 17,7° C e de 42,50 e 46,51 %, respectivamente. A pequena variação na temperatura mínima ocorre devido à alta transparência do filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) à radiação de ondas longas, havendo pouca interferência da cobertura à perda radiativa noturna. Mills et al. (1990), Buriol et al.(1993) e Cunha (2001) obtiveram diferenças semelhantes à estas.

Os valores médios de temperatura e umidade relativa máxima foram de 27,1 e 24,0°C e de 87,20 e 86,35, respectivamente, para as condições de cultivo protegido e de campo. As maiores diferenças com relação à temperatura são devido à menor transparência do PEBD à radiação de ondas curtas que é conforme Cunha (2001) em torno de 70%.

Com relação aos valores médios diários houve pouca diferença com relação a temperatura e umidade relativa do ar nas condições de cultivo protegido e de campo. Os valores médios foram de 20,92 e 19,41°C e de 67,14 e 67,92%, respectivamente.

Durante a condução do experimento verificaram-se raízes superficiais da cultura em contato com a parede dos lisímetros, no entanto não observou-se problemas relacionados a falta de aeração do solo. As plantas dentro dos lisímetros só apresentaram massa foliar visivelmente inferior às do campo a partir do mês de abril. Como a produção por planta foi bastante variada dentro do pomar, nas duas condições, não foi possível inferir uma conclusão com relação a produção dentro e fora do ambiente protegido. Para estudos futuros sugere-se a utilização de lisímetros com dimensões maiores que estes, como os utilizados por Soares & Klar (2001).

### **6.3 Conservação pós colheita**

Nesta fase da pesquisa avaliou-se a conservação pós-colheita dos frutos sob armazenamento refrigerado à  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  de umidade relativa, com atmosfera modificada através de filmes de PVC e de polietileno, e com o uso de cera “Mobilcer C” nas diluições: 1:1, 1:2 e 1:3 .

#### **6.3.1 Perda de massa fresca dos frutos durante a conservação pós-colheita com filmes de PVC e polietileno**

As perdas percentuais de massa fresca dos frutos no decorrer do armazenamento são apresentadas na Figura 7, onde pode-se observar que durante todo o período de conservação houve uma

contribuição significativa dos tratamentos com PVC e polietileno para a redução na perda de massa dos frutos.

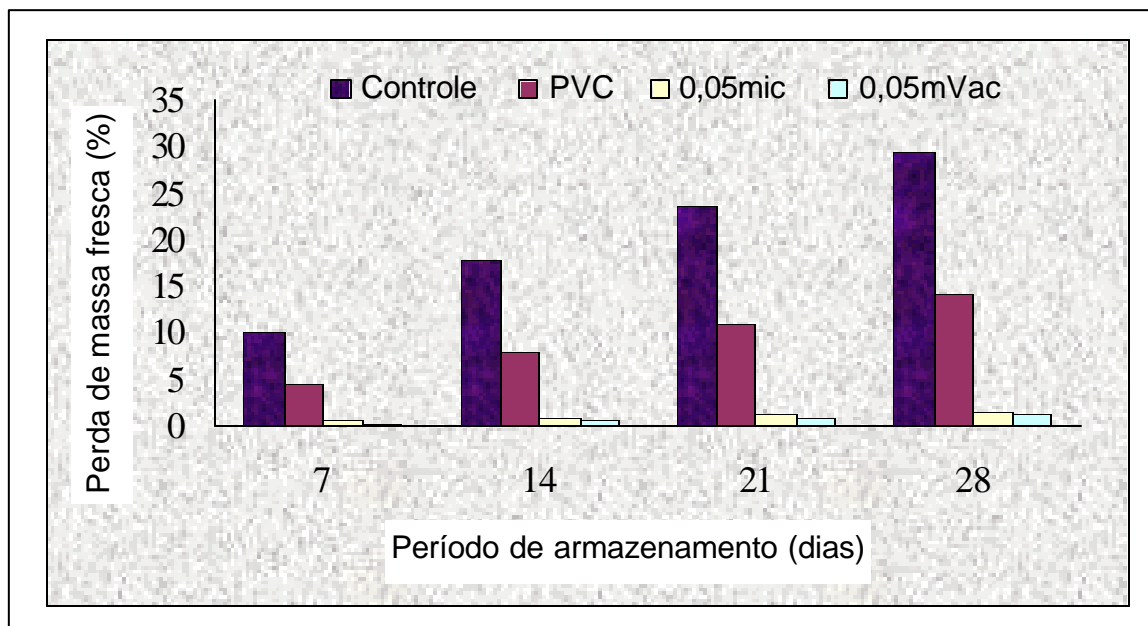


Figura 7-Perda de massa fresca dos frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosferas modificadas com filmes de PVC e sacos de polietileno de 0,05 *m*, com e sem vácuo, à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ .

Aos 28 dias de armazenamento, as perdas de massas nos tratamentos com frutos acondicionados em saco de polietileno à vácuo foi de 1,13 % e sem vácuo de 1,56 %, que não diferiram estatisticamente, à 0,05 % de probabilidade, durante todo o período de armazenamento. A perda de massa fresca do tratamento controle foi de 29,40 %, duas vezes maior que e a do tratamento com PVC (14,17 %). Este último diferiu significativamente, à 0,05 % de probabilidade, dos valores obtidos nos tratamentos controle e com sacos de polietileno. Para todos os tratamentos a maior perda de massa fresca ocorreu durante a primeira semana de armazenamento.

Os tratamentos com sacos de polietilenos mostraram-se mais eficientes para a conservação da massa fresca dos frutos que o tratamento com PVC, devido à maior permeabilidade deste último ao fluxo de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> entre a superfície do fruto e a atmosfera modificada pelo invólucro à respiração (Chitarra & Chitarra, 1990).

A perda de massa fresca dos frutos do tratamento controle foi de 29,40 %, aos 28 dias de armazenamento. Este valor está de acordo com o obtido por Arjona et al. (1992), que obteve um valor de 26 %, em frutos sob refrigeração à 10°C e 85 % de umidade relativa, e é superior ao obtido por Gama et al. (1991) que obtiveram uma perda de peso de 18,37 %, mas para frutos armazenados à 6°C.

### **6.3.2 Aspectos visuais dos frutos durante a conservação pós colheita com filmes de PVC e polietileno**

Aos 21 dias de armazenamento com exceção do tratamento controle, que apresentou frutos com alto grau de murchamento, os frutos dos demais tratamentos apresentavam-se com bons aspectos visuais. Nesta ocasião, os frutos dos tratamentos com polietileno, tinham texturas mais firmes do que os sob o tratamento com PVC.

Em alguns frutos, dos tratamentos com atmosfera modificada, (em torno de 20 % dos frutos analisados naquele dia), observou-se a fermentação da polpa, propiciando um “flavor” diferenciado, que de acordo com Gorris & Peppelenbos (1992) é causado pelo acúmulo excessivo de CO<sub>2</sub> nas adjacências dos frutos.

Aos 28 dias de armazenamento, observou-se o aparecimento de agentes patogênicos dos gêneros *Fusarium* e *Penicillium*, nos frutos sob os tratamentos com PVC e polietileno, com maior incidência nos frutos embalados com PVC.

No tratamento controle e com PVC observou-se frutos com manchas de cor marrom, “chilling injury”, a partir do 14º e 20º dia de armazenamento, respectivamente. A “chilling injury” foi causada ou pelo armazenamento anterior à temperatura de 5 °C, ou pelo mais longo armazenamento à 10 ± 1°C, conforme relatado por Chitarra & Chitarra (1990). Efeitos acentuados de “chilling injury” e a presença de patógenos dos gêneros *Fusarium* e *Penicillium* também foram observados por Gama et al. (1991) e Vieites & Bezerra (1996), em frutos de maracujá amarelo aos 21 dias de armazenamento à 6°C e 11°C, sob atmosfera modificada com polietileno. A ocorrência destes patógenos podem ser reduzidas com o uso de filmes de polietileno perfurados (Durigan, 1998), embora, estes sejam menos eficientes quanto à manutenção da massa fresca dos frutos durante o armazenamento (Ruggiero et al. 1996; Durigan, 1998).

### **6.3.3 Avaliação dos parâmetros físico-químicos e químicos dos frutos sob os tratamentos com filmes de PVC e polietileno.**

Os valores do pH, da acidez, dos sólidos solúveis totais (SST), da vitamina C, dos açúcares redutores e dos açúcares redutores totais dos frutos, foram determinados a cada sete dias até o 28<sup>o</sup> dia de armazenamento.

Durante o período de armazenamento, as variáveis vitamina C e açúcares redutores totais apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos a partir da terceira semana de armazenamento. Para as demais variáveis, os frutos conservados sob atmosferas modificadas com filme de PVC e polietileno, com e sem vácuo, não diferiram entre si nem do tratamento controle (Quadro 11).

Os valores médios de vitamina C foram significativamente mais baixos que os observados na literatura para outras seleções de maracujá, e equivalentes aos obtidos por Marchi et al. (2000) em frutos da mesma seleção que a utilizada nesta pesquisa. Para outra “variedade” de maracujá amarelo Vieites & Bezerra (1996) encontraram valores em torno de 30,78 mg de ácido ascórbico. 100 g<sup>-1</sup> de polpa, no início do armazenamento e de 16,70 mg de ácido ascórbico.100 g<sup>-1</sup> de polpa no 28<sup>o</sup> dia de armazenamento refrigerado à 11°C. Os baixos teores de vitamina C encontrados nos frutos parece ser uma característica varietal não favorável à esta variedade, dado a

importância nutricional desta variável. Contudo, segundo Marchi et al. (2000), não há exigência por parte das agroindústrias de suco relacionada ao conteúdo de vitamina C dos frutos.

Da análise dos dados, observa-se que aos 28<sup>o</sup> dia de armazenamento os teores de sólidos solúveis totais (SST) permaneceram em torno de 14,80 a 15,20 %, (Figura 8-g) apresentando uma leve tendência de aumento com o amadurecimento, concordando com Chitarra & Chitarra (1990). As variações nos teores de açúcares redutores foram de 1,59 a 1,96 %, enquanto que nos teores de açúcares redutores totais foram de 3,10 a 6,80 % (Figuras 8-e,f). O Ratio, relação entre a SST e a acidez, variou de 2,70 a 4,10 (Figura 8-a). Para estas variáveis os valores obtidos estão de acordo com os relatados por Pruthi (1963), Vieites & Bezerra (1996), Arjona et al. (1991), (Marchi et al. (2000) e Meletti et al. (2000). No entanto, os teores de açúcares totais e Ratio obtidos por Gama et al. (1991) foram superiores aos encontrados na variedade estudada.

Quadro 11-Valores médios dos parâmetros físico-químicos do maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosferas modificadas com filmes de PVC e polietileno, à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , durante o período de 28 dias.

Variáveis	Tratamentos	Dias de armazenamento				
		0	7	14	21	28
PH	Controle	2,54 <sup>a</sup>	2,56 <sup>a</sup>	2,77 <sup>a</sup>	2,79 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>
	PVC	2,50 <sup>a</sup>	2,55 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i>	2,54 <sup>a</sup>	2,80 <sup>a</sup>	2,80 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	2,51 <sup>a</sup>	2,68 <sup>a</sup>	2,77 <sup>a</sup>	2,79 <sup>a</sup>	2,99 <sup>a</sup>
Acidez (g de ác. cítrico.100g <sup>-1</sup> de polpa)	Controle	5,22 <sup>a</sup>	5,28 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	4,82 <sup>a</sup>	4,47 <sup>a</sup>
	PVC	4,98 <sup>a</sup>	5,06 <sup>a</sup>	4,99 <sup>a</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,65 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i>	4,99 <sup>a</sup>	4,99 <sup>a</sup>	4,55 <sup>a</sup>	4,60 <sup>a</sup>	4,32 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	5,23 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	4,72 <sup>a</sup>	5,01 <sup>a</sup>	4,97 <sup>a</sup>
SST (%)	Controle	14,70 <sup>a</sup>	14,70 <sup>a</sup>	14,87 <sup>a</sup>	14,89 <sup>a</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	PVC	14,36 <sup>a</sup>	14,43 <sup>a</sup>	13,90 <sup>a</sup>	14,85 <sup>a</sup>	14,95 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i>	14,22 <sup>a</sup>	14,63 <sup>a</sup>	14,50 <sup>a</sup>	13,87 <sup>a</sup>	14,80 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	14,10 <sup>a</sup>	13,89 <sup>a</sup>	15,00 <sup>a</sup>	14,95 <sup>a</sup>	15,20 <sup>a</sup>
Vitamina. C (mg/100g de polpa)	Controle	14,08 <sup>a</sup>	14,02 <sup>a</sup>	12,60 <sup>a</sup>	11,55 <sup>a</sup>	8,33 <sup>a</sup>
	PVC	14,54 <sup>a</sup>	14,18 <sup>a</sup>	12,18 <sup>a</sup>	10,43 <sup>a</sup>	8,77 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i>	14,49 <sup>a</sup>	12,96 <sup>a</sup>	09,57 <sup>b</sup>	05,54 <sup>b</sup>	3,67 <sup>b</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	14,24 <sup>a</sup>	13,40 <sup>a</sup>	10,22 <sup>b</sup>	06,41 <sup>b</sup>	5,53 <sup>c</sup>
Aç. Redutor (%)	Controle	2,82 <sup>a</sup>	1,69 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	1,89 <sup>a</sup>
	PVC	2,94 <sup>a</sup>	1,99 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i>	2,96 <sup>a</sup>	2,88 <sup>a</sup>	1,78 <sup>a</sup>	1,97 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	1,93	2,09 <sup>a</sup>	2,68 <sup>a</sup>	3,09 <sup>a</sup>	2,54 <sup>a</sup>
Aç. Redutor (%) Total	Controle	6,38 <sup>aa</sup>	4,82 <sup>a</sup>	5,27 <sup>a</sup>	4,43 <sup>b</sup>	3,66 <sup>a</sup>
	PVC	5,86 <sup>a</sup>	4,45 <sup>a</sup>	4,52 <sup>b</sup>	5,06 <sup>a</sup>	3,27 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i>	5,44 <sup>a</sup>	5,24 <sup>a</sup>	3,10 <sup>c</sup>	3,39 <sup>c</sup>	3,61 <sup>a</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	5,85 <sup>a</sup>	4,52 <sup>a</sup>	4,38 <sup>b</sup>	3,87 <sup>c</sup>	3,87 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

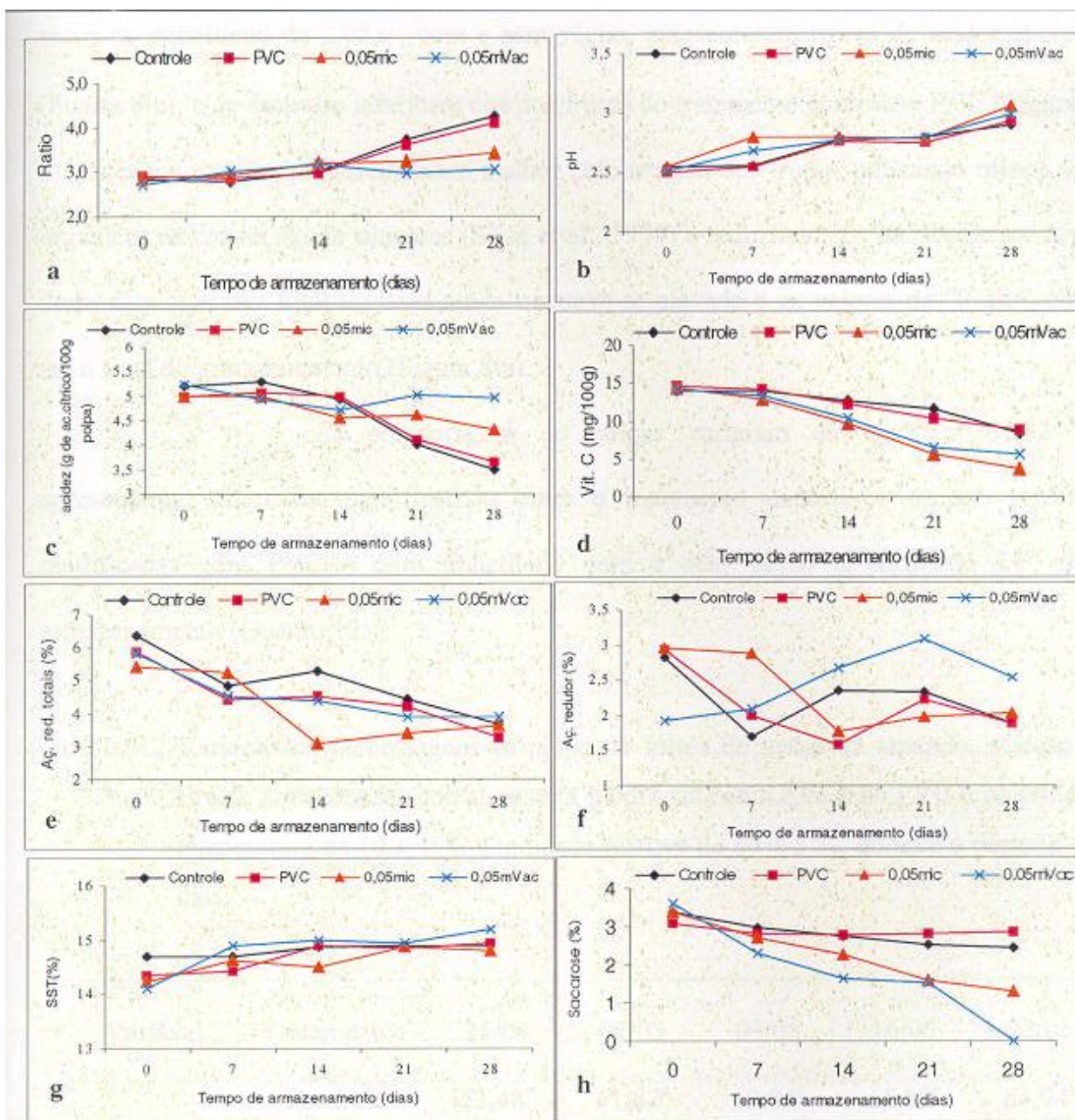


Figura 8-Variação dos componentes físico-químicos e químicos dos frutos maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosferas modificadas com filmes de PVC e polietileno 0,05 micra com e sem vácuo, à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , durante o período de 28 dias.

A partir do 14<sup>o</sup> dia de armazenamento, os frutos acondicionados em sacos de polietileno de 0,05 *m*, com e sem vácuo, apresentaram teores de acidez superiores (Figura 8-c), e de sacarose inferiores aos dos frutos do tratamento controle e PVC (Figura 8-e, h). Estes tratamentos proporcionaram melhor conservação dos frutos, utilizando menos ácidos orgânicos na conversão de açúcares (Silva et al., 1999) e reduzindo seu metabolismo. A partir desta data, a acidez total titulável ainda manteve-se elevada e os valores de “Ratio” estáveis até o final do armazenamento (Figura 8-a).

As porcentagens de polpas variaram de 43,50 a 61,82 % e apresentaram diferenças significativas entre o tratamento controle e os sob atmosferas modificadas com PVC e com polietileno com e sem vácuo a partir do 14<sup>o</sup> dia de armazenamento (Quadro 12).

Quadro 12-Variação da percentagem de polpa de frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, armazenados sob atmosfera modificada com filmes de PVC e polietileno, à temperatura de  $10 \pm 1$  °C e umidade relativa de  $80 \pm 5$  %, durante o período de 28 dias.

Variável	Tratamentos	25/04	02/05	09/05	16/05	23/05
% de polpa	Controle	53,48 <sup>a</sup>	61,82 <sup>a</sup>	59,84 <sup>a</sup>	65,83 <sup>a</sup>	64,94 <sup>a</sup>
	PVC	53,80 <sup>a</sup>	53,79 <sup>a</sup>	53,42 <sup>ab</sup>	53,62 <sup>ab</sup>	51,52 <sup>ab</sup>
	0,05 <i>m</i>	59,84 <sup>a</sup>	51,36 <sup>a</sup>	47,55 <sup>ab</sup>	44,84 <sup>b</sup>	48,01 <sup>b</sup>
	0,05 <i>m</i> vácuo	57,29 <sup>a</sup>	49,14 <sup>a</sup>	51,45 <sup>b</sup>	43,50 <sup>b</sup>	45,51 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 6.3. 4 Perda de massa fresca dos frutos durante a conservação com cera.

As perdas percentuais de massa fresca no decorrer do armazenamento dos frutos submetidos aos tratamentos com cera são apresentadas na Figura 9.

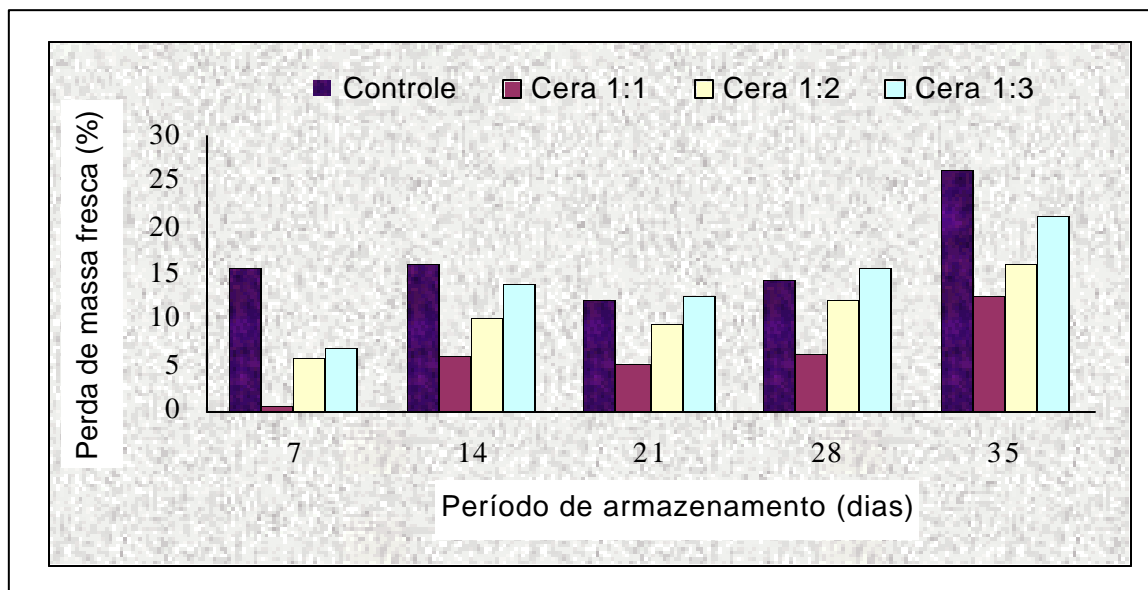


Figura 9-Perda de massa fresca dos frutos de maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, durante a conservação pós colheita com cera Mobilcer C em três concentrações à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5 \%$ .

Comparando-se as perdas de massa dos demais tratamentos com a do tratamento controle, pode-se observar que durante todo o período de conservação houve uma contribuição mais significativa do tratamento com cera na diluição 1:1, seguido dos tratamentos com ceras nas diluições 1:2 e 1:3.

De acordo com a Figura 9 pode-se observar que aos 35 dias de armazenamento não houve diferenças significativas, entre os percentuais de perdas de massa fresca dos frutos tratados com cera nas diluições 1:1, e 1:2, que foram de 12,7 % , 16,3 %,

respectivamente. A perda de massa dos frutos do tratamento cera 1:1 (12,7%), foi inferior à do tratamento com cera 1:3 (21,2 %). Aos 21 e 28 dias de armazenamento, observaram-se diferenças significativas na perda de massa fresca entre o tratamento cera 1:1 e os tratamentos cera 1:2 e cera 1:3. Aos 35 dias de armazenamento a perda de massa fresca dos frutos do tratamento controle foi de 26,20 %, aproximadamente duas vezes maior que a do tratamento com cera 1:1 (12,17 %) e 1,6 vezes maior que a do tratamento com cera 1:2 (16,3).

### **6.3.5 Avaliação dos parâmetros químicos e físico-químicos dos frutos durante o armazenamento com cera Mobilcer C nas diluições 1:1, 1:2, 1:3.**

Analisando-se os parâmetros químicos e físico-químicos dos frutos ao longo do armazenamento (Quadro 13), observa-se que até o 35º dia de conservação dos frutos os teores de sólidos solúveis totais (SST) variaram de 13,27 a 15,83 % (Figura 10-g), apresentando uma leve tendência de aumento com o amadurecimento conforme Chitarra & Chitarra (1990). Os frutos do tratamento controle e cera 1:3 apresentaram maiores valores de SST do que os dos tratamentos com cera 1:1 e com cera 1:2, que mantiveram valores de SST mais baixo durante todo o período de armazenamento. . Vieites & Bezerra (1996) e Silva et al. (1999) também observaram menores valores de SST nos frutos tratados com cera do que nos frutos do tratamento controle.

As variações nos teores de açúcares foram de 3,25 a 5,57 % (Figura 10-f), e nos teores de açúcares redutores totais de 4,05 a 9,97 % (Figura 10-e). O Ratio, relação entre a SST e a acidez, variou de 3,03 a 4,52 (Figura 10-a). Estes valores foram superiores aos obtidos

durante o armazenamento refrigerado sob atmosfera modificada com PVC e polietileno, onde os frutos foram colhidos com a cor da casca num estágio mais verde que os frutos utilizados neste experimento.

Os valores médios dos teores de vitamina C, desde o início do armazenamento foram mais baixos que os observados nos tratamentos com PVC e polietileno, indicando que o decréscimo de vitamina C ocorre com o processo de maturação mesmo antes da colheita dos frutos.

A partir do 14º dia de armazenamento, os frutos tratados com cera na diluição 1:1 e 1:2 apresentaram teores de acidez superiores aos frutos do tratamento controle e com cera 1:3 (Figura 10-c). A partir dessa data observou-se também uma menor utilização dos ácidos orgânicos na conversão de açúcares (Figura 10-h), que causou uma redução no metabolismo dos frutos (Silva et al., 1999), e um atraso na maturação proporcionando uma conservação mais significativa dos frutos submetidos a estes tratamentos.

De acordo com o teste de Tukey, durante os 35 dias de armazenamento, as variáveis acidez, SST, vitamina C, açúcares redutores e açúcares redutores totais, apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, à 0,05 % de probabilidade (Quadro 13).

Os valores obtidos para os parâmetros químicos e físico-químico estão de acordo com os relatados por Pruthi (1963), Arjona et al. (1991), Gama et al. (1991), (Marchi et al. (2000) e Meletti et al. (2000).

Quadro 13-Valores médios dos parâmetros físico-químicos e químicos do maracujá amarelo, seleção Sul-Brasil, tratados com cera Mobilcer C nas diluições 1:1, 1:2, 1:3, armazenados à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ .

Parâmetros	Tratamentos	Período de armazenamento					
		0	7	14	21	28	35
pH	Controle	2,88 <sup>a</sup>	2,77 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>	2,65 <sup>a</sup>	2,93 <sup>a</sup>	3,13 <sup>a</sup>
	Cera 1:1	2,88 <sup>a</sup>	2,79 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>	2,70 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>
	Cera 1:2	2,87 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,66 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>	3,17 <sup>a</sup>
	Cera 1:3	2,87 <sup>a</sup>	2,74 <sup>a</sup>	2,74 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,10 <sup>a</sup>
Acidez (g ác.cítrico. 100 g <sup>-1</sup> polpa)	Controle	4,80 <sup>a</sup>	4,70 <sup>a</sup>	4,88 <sup>a</sup>	4,16 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	3,65 <sup>a</sup>
	Cera 1:1	4,80 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	4,54 <sup>a</sup>	4,61 <sup>a</sup>	4,39 <sup>a</sup>	4,13 <sup>b</sup>
	Cera 1:2	4,80 <sup>a</sup>	4,07 <sup>a</sup>	4,55 <sup>a</sup>	4,35 <sup>a</sup>	4,26 <sup>a</sup>	3,69 <sup>a</sup>
	Cera 1:3	4,80 <sup>a</sup>	4,28 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>	4,11 <sup>a</sup>	3,58 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>
SST (%)	Controle	15,53 <sup>a</sup>	15,00 <sup>a</sup>	14,60 <sup>a</sup>	15,23 <sup>a</sup>	15,83 <sup>a</sup>	15,60 <sup>a</sup>
	Cera 1:1	15,53 <sup>a</sup>	14,37 <sup>a</sup>	13,87 <sup>a</sup>	13,27 <sup>b</sup>	14,27 <sup>b</sup>	14,90 <sup>b</sup>
	Cera 1:2	15,53 <sup>a</sup>	15,63 <sup>a</sup>	14,06 <sup>a</sup>	14,30 <sup>a</sup>	13,30 <sup>b</sup>	14,46 <sup>b</sup>
	Cera 1:3	15,53 <sup>a</sup>	14,56 <sup>a</sup>	15,76 <sup>a</sup>	14,73 <sup>a</sup>	14,10 <sup>b</sup>	14,26 <sup>b</sup>
Vitam. C (mg/100g)	Controle	10,86 <sup>a</sup>	12,79 <sup>a</sup>	9,95 <sup>a</sup>	10,23 <sup>a</sup>	10,12 <sup>a</sup>	8,29 <sup>a</sup>
	Cera 1:1	11,52 <sup>a</sup>	9,87 <sup>b</sup>	7,93 <sup>a</sup>	8,49 <sup>b</sup>	9,80 <sup>b</sup>	8,32 <sup>a</sup>
	Cera 1:2	11,64 <sup>a</sup>	11,43 <sup>ab</sup>	9,69 <sup>a</sup>	10,40 <sup>a</sup>	11,15 <sup>a</sup>	7,96 <sup>a</sup>
	Cera 1:3	11,60 <sup>a</sup>	12,56 <sup>a</sup>	9,36 <sup>a</sup>	8,52 <sup>b</sup>	8,47 <sup>c</sup>	8,24 <sup>a</sup>
Aç. Redutor (%)	Controle	3,25 <sup>a</sup>	3,79 <sup>a</sup>	3,94 <sup>b</sup>	4,15 <sup>a</sup>	5,67 <sup>a</sup>	5,94 <sup>a</sup>
	Cera 1:1	3,25 <sup>a</sup>	3,68 <sup>a</sup>	4,05 <sup>b</sup>	3,53 <sup>b</sup>	3,71 <sup>b</sup>	4,37 <sup>b</sup>
	Cera 1:2	3,41 <sup>a</sup>	3,90 <sup>a</sup>	4,38 <sup>ab</sup>	4,78 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	4,24 <sup>b</sup>
	Cera 1:3	3,59 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	4,79 <sup>a</sup>	4,31 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,10 <sup>b</sup>
Aç. Redutor Total (%) (%)	Controle	5,05 <sup>a</sup>	5,08 <sup>a</sup>	8,35 <sup>a</sup>	9,20 <sup>a</sup>	9,30 <sup>a</sup>	9,97 <sup>a</sup>
	Cera 1:1	5,05 <sup>a</sup>	4,21 <sup>a</sup>	8,09 <sup>a</sup>	9,47 <sup>a</sup>	9,76 <sup>b</sup>	8,25 <sup>b</sup>
	Cera 1:2	5,17 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	7,25 <sup>a</sup>	8,56 <sup>b</sup>	9,47 <sup>b</sup>	8,61 <sup>b</sup>
	Cera 1:3	5,37 <sup>a</sup>	4,05 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>	9,09 <sup>a</sup>	9,26 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente à 0,05% de probabilidade pelo teste de Tukey.

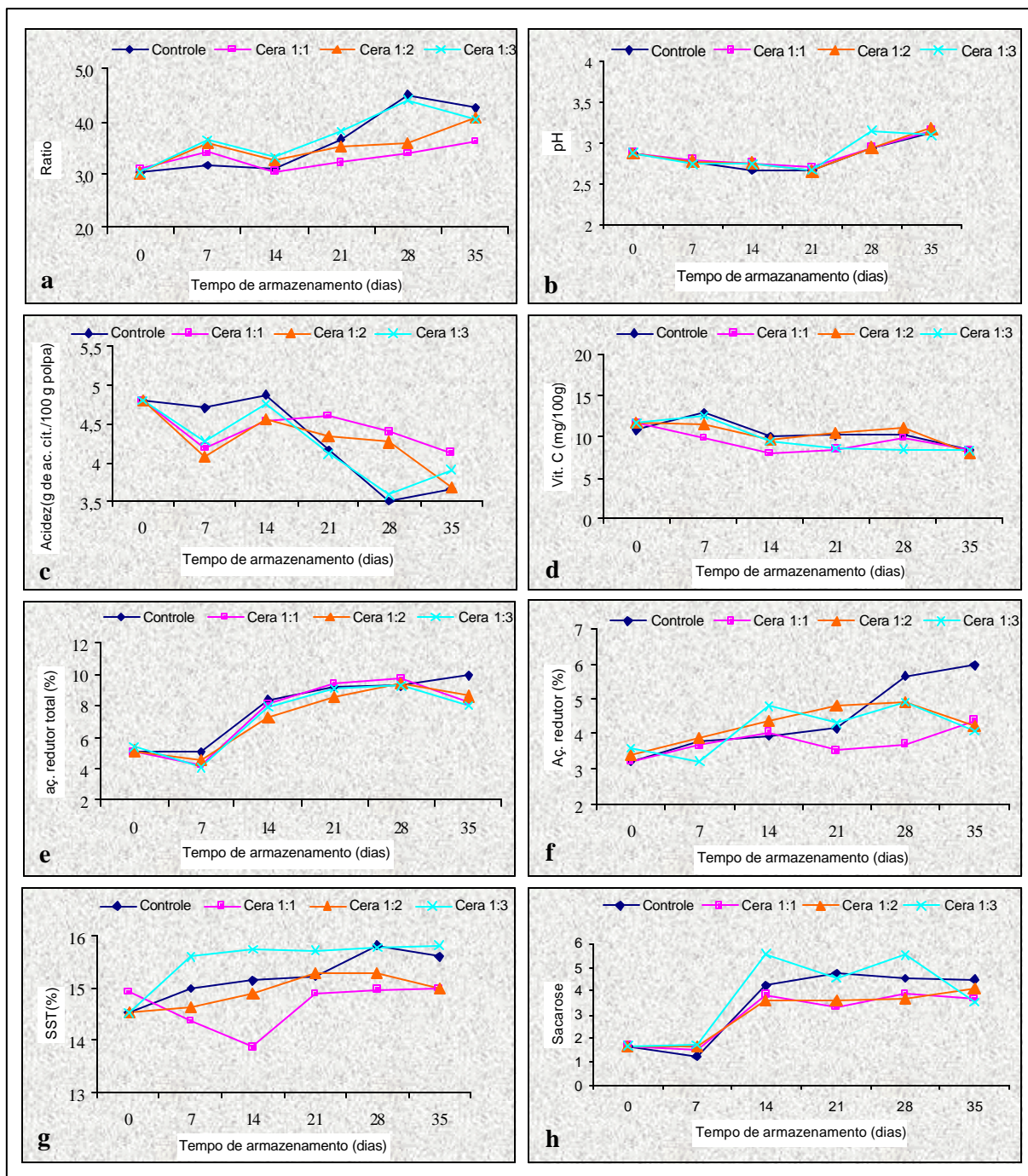


Figura 10-Variação dos componentes químicos dos frutos maracujá-amarelo, “variedade” Sul-Brasil, durante a conservação pós colheita com cera à temperatura de  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5 \%$ .

### **6.3.6 Cosiderações gerais sobre os aspectos visuais dos frutos durante a conservação pós colheita com cera Mobilcer C nas diluições 1:1, 1:2, 1:3.**

Aos 14 dias de armazenamento com exceção dos frutos do tratamento controle, que apresentavam algum murchamento, os frutos dos demais tratamentos mostraram-se com boa aparência. Aos 28 e 35 dias de armazenamento, apenas os frutos dos tratamentos cera 1:1 apresentavam as características visuais requeridas pelo comércio de frutos *in natura*. Aos 35º dias de armazenamento não observaram-se diferenças visuais entre os frutos dos tratamentos com cera 1:2 e com cera na diluição 1:3.

A utilização da cera Molbicer C não modificou a coloração externa dos frutos quando comparados com os do tratamento controle.

Os sintomas de “chilling injury”, foram observados a partir do 21º dia de armazenamento nos frutos do tratamento controle, e a partir do 28º dia nos frutos dos tratamentos cera 1:2 e cera 1:3.

Durante todo o período de armazenamento não ocorreu o aparecimento de agentes patogênicos dos gêneros *Fusarium* e *Penicillium*, como observado nos tratamentos com PVC e polietileno.

## 7. CONCLUSÕES

Durante o primeiro ano de produção do maracujazeiro amarelo, seleção Sul-Brasil, cultivado sob irrigação localizada, no município de Botucatu-SP , verificou-se que:

- a taxa de crescimento das plantas até a ocasião em que estas atingiram o fio de condução, à 2 m de altura da superfície, foi de 4,12 cm dia<sup>-1</sup>. Para este mesmo período as taxas de crescimento do comprimento e do diâmetro do caule foram de 0,12 cm .dia<sup>-1</sup> e 0,14 mm .dia<sup>-1</sup>, respectivamente;

- o período médio decorrido desde a antese das flores até a maturação dos frutos foi de 56 dias;

- a demanda hídrica da cultura, medida em lisímetros com o nível do lençol freático constante, durante o período de 29 de setembro de 2000 à 31 de julho de 2001 foi de 954,98 mm;

- os valores de Kc obtidos pela relação evapotranspiração máxima da cultura (ETc) e evapotranspiração de referência (ETo), ambas medidas nos lísimetros, variaram de 0,42 a 1,18, com valores máximos registrados entre 200 e 210 dias após o transplante das mudas no campo;

- durante o período de armazenamento pós colheita dos frutos, à temperatura de  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , não houveram alterações significativas nas características químicas e físico-químicas dos frutos.

- Dentre os tratamentos de conservação utilizados os que apresentaram efeitos mais significativos com relação a perda de massa fresca dos frutos foram os com cera Mobilcer C na diluição 1:1, que apresentou uma perda de massa de 12,17 % e os com sacos de polietileno com e sem vácuo que tiveram perdas de massas de 1,13 e 1,56 %, respectivamente. Contudo, os frutos tratados com a cera tiveram uma duração pós colheita sete dias maior que os sob os tratamentos com filmes de polietileno, que apresentaram aos 28 dias de armazenamento problemas relacionados à ataques fúngicos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUKHALED, A., ALFARO, A.& SMITH, M. *Lysimeters*. FAO irrig. And Drain. Paper 39.

Roma, 68p. 1982.

ALENCAR, C. de A. *Consumo de água do maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims var.*

*flavicarpa* Deg.) Piracicaba, 2000, 49p. Dissertação(Mestrado). Escola Superior de Agricultura

“Luiz de Queiroz”-Universidade de São Paulo.

AMARANTE, C. BANKS, N. H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and

vegetables. *Horticultural Reviews*, v. 26. P.161-229. 2001.

- ANDRADE, J. M. de B., BRANDÃO FILHO, J. V. T., VASCONCELLOS, M.A. da S. Efeito da densidade de plantio no primeiro ano de produção do maracujazeiro amarelo, no noroeste do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 16, n.2, p.49-54, 1994.
- ARAÚJO, C. M. , GAVA, A. J., ROBBS, P. G., NEVES, J. F., MAIA, P. C. B. Características industriais do maracujá ( *P. edulis* f. *flavicarpa*) e maturação do fruto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.9, n. 9, p.65-69, 1974.
- ASSUNÇÃO, H. F. da, ESCOBEDO, J. F., SILVA, A. A. G. da , ASSIS ASSUNÇÃO, I. C. Um modelo agrometeorológico para a estimativa da demanda de água do amendoim. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12, REUNIÃO LATINO AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA 3, Fortaleza. *Anais:..* Sta. Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p.379-380.
- ARJONA, H.E., MATTA, F.B., GARNER JUNIOR, J.O. Temperature and storage time affect quality of yellow passion fruit. *HortScience*, v. 27,n. 7, p. 809-10, 1992.
- AWAD, M. Fisiologia Pós- colheita de frutos.São Paulo: Nobel,1993.114p.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 596p.
- BLANEY, H. F., CRIDDLE, W.D. *Determinig water requeriments in irrigated areas from climatological and irrigatiom data*. Washington. United States. Departament of agriculture, 48p. 1950.
- BURIOL, G. A., SCHNEIDER, F. M, STEFANEL, V., ANDRIOLO, J. L.,MEDEIROS, S. L. P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, p.43-49, 1993.

- CANÇADO JÚNIOR, F.L. ESTANISLAU, M. L. L., PAIVA, B. M. de. Aspectos econômicos da cultura do maracujá. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 21, n. 206, p.10-17, set/out. 2000.
- CARVALHO, W. <sup>a</sup>, ESPINDOLA, C. R., PACCOLA, Levantamento de solo da Fazenda Lageado. *Bol. Cient. Fac. Ciên. Agron. Botucatu*, v. 1, p. 1-95, 1983.
- CARVALHO, A. J. C. de, MARTINS, D. P., MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I. Produtividade e qualidade dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 6, p. 1101-1108, 2000.
- CAVICHIOLO, J. C. RUGGIERO, C. VOLPE, C.A., PAULO, E.M. Observações de ocorrência de abortamento de botões florais no maracujazeiro amarelo em período de baixas temperaturas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., Jaboticabal, 1998. *Anais...* Jaboticabal: FUNEP, 1998, p. 380-381.
- CEREDA, E. Observações sobre a conservação “in natura” do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg.) Botucatu, 1973. 152p. Tese (doutorado) Faculdade de Ciência Agrárias, Universidade Estadual Paulista.
- CEREDA, E., CEREDA, M.P., BRASIL, M.A.M., LIMA, U.A. Conservação do maracujá amarelo para consumo “in natura”. *Acta Horticulturae*, wageningen, n. 57, p. 145- 150, 1976.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. *Pós- colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras : ESAL/FAEPE,1990. 320p.

CORRÊA , R. A. de, SOUSA, V. F. de, FRIZZONE, J.A., LUCAS,A. A. T. Consumo hídrico do maracujazeiro amarelo no primeiro ano de produção., CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12. REUNIÃO LATINO AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3 Fortaleza. *Anais:..* Stª Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p.423-424.

CUNHA, A. R. *Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (Capsicum annum L.) em ambientes protegido e campo.* Botucatu, 2001, 197. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas FCA- Universidade Estadual Paulista- Campus Botucatu.

DOURADO NETO, D., LIER, Q. J. V., BOTREL, T. A., LIBARDI, P. L. Programa para confecção da curva característica de retenção de água do solo utilizando o modelo de van Genuchten. *Engenharia Rural*, v.1, n.2, p. 94-101, 1990.

DURIGAN, J. F. colheita e conservação pós-colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., Jaboticabal, 1998. *Anais* : Jaboticabal: FUNEP, 1998. p. 257-278

FOUQUË, A. R. A *Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*. *Fruits*, Paris, v.35, n.4, p. 309-312, 1980.

GAMA, F. S. N., MANICA, I., KIST, H. G. K., ACCORSI, M. R. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá-amarelo armazenado em condições de refrigeração. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 3 p. 305-10, 1991.

- GANGOPADHYAYA, M., HARBECK, G. E. Jr., NORDENSON, T. J., OMAR, M. H. & URYVAEV, V. A. Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. World Meteorological Organization, Geneva, 1966. 121p. (Tech. Note no. 83, WMO-Nº. 201, TP 105).
- GORRIS, L. G. M., PEPPELENBOS, H. W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. Hort. Technology, v. 2, n. 3, p. 303-309, 1992.
- HAAG, H. P; OLIVEIRA, G. D.; BORDUCHI, A. S.; SARRUGE, J. R. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. ESALQ/USP. *Anais...* Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz” Universidade de São Paulo, v. 30, p. 267-279, 1973.
- HARGREAVES, G. H. , SAMANI, Z. A. Evapotranspiracion del cultivo de referência a partir de la temperature del aire. *ASAE*, Chigago, vol.2. 56 p. 1985.
- HARGREAVES, G. H., *Water requirements manual for irrigated crops and rainfed agriculture*. Logan, Utah State univ. 41p. 1977.
- HOEHNE, F. C. *Botânica e agricultura do Brasil no século XIV*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1946. 410p. (Brasília, v.71).
- JENSEN, E. M., HAISE, H. R.. Estimating evapotranspiration from solar radiation. J. Irrig. and Drain. Div., 89: p. 15-41. 1963.

- KILLIP, E.P. *The american species f Passifloraceae*. Chigago: Field Museum of Natural History, 613p. (Botanical Series, v.19: 613) 1938..
- KLAR, A. E. *A água no sistema solo- planta- atmosfera* 2 ed, São Paulo: Nobel, 408p. 1988.
- KLAR, A. E. Irrigação freqüência e quantidade de irrigação. São Paulo: Nobel, 153p. 1991.
- KLAR, A. E. Irrigação na medida , *Cultivar Máquinas*, Ano 1, nº1, 2001.
- KLIEMANN, H. J., CAMPELO JÚNIOR, J. H., AZEVEDO, J. A, GUILHERME, M.R, GENÚ, P. J. C. *Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro*. In: HAAG, H. P. Nutrição Mineral e Adubação de fruteiras tropicais. Campinas: Fundação Cargill . p.247-284, 1986.
- KLUGE, R. A., SCARPARE FILHO, J. A. JACOMINO, A. P., MARQUES, C. Embalagens plásticas para pêssegos ‘flordaprince’ refrigerados. *Scietia Agricola*. v. 56, n. 4. Piracicaba out/dez. 1999.
- LEDERMAN, I. E., REIS O.V. Efeitos da temperatura de armazenamento na conservação do fruto do maracujazeiro roxo (*Passiflora edulis* Sims) Bol. Cent. Pesqui. Processamento Aliment., v.6, n.2, p.59-64, 1988.
- LEME, Jr. J., MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica do ácido ascórbico. *Anais da E. S. A. Luís de Queroz, USP*. v. 7, p. 11-129, 1950.
- LINACRE, E. T. A simple formula for estimating evaporation in various climates using temperature alone. *Agric. Meterol.*, v. 18 p.409-424, 1977.

- LUNARDI, M. A. *Comparação entre medidas evapotranspirométricas e metodologias propostas pela FAO, na determinação da evapotranspiração de referência*. Botucatu, 1997, 90. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrônômicas FCA- Universidade Estadual Paulista- Campus Botucatu.
- MARCHI, R. de, MONTEIRO, M., BENATO, E. A., SILVA, A. R. da. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims. flavicarpa Deg.*) destinado à industrialização. *Cienc. Tecnol. Aliment.* v.20, n 3 Campinas set/dez 2000.
- MARTINS, D. Clima da região de Botucatu. In: Encontro de Estudos Sobre a Agropecuária na Região de Botucatu, 1, 1989, Botucatu. *Anais...Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista*, p.8-19, 1989.
- MARTINS, D. P. *Resposta do maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims var. flavicarpa Deg) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio*. Campos dos Goytacases, 1998, Tese (Doutorado) Centro de Ciências e tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- MEDINA, J.C., GARCIA, J.L.M., LARA, L.C.C., TOCHINI, R.P., HASHIZUME, T., MORETTI, V.A., CANTO, W.L. *Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização*. Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento/ ITAL, 207p 1980.
- MELETTI, L. M. M. Maracujá: produção e comercialização em São Paulo. *Boletim Técnico*. Instituto Agronômico, Campinas, n.158, p.2-26, 1996.
- MELETTI, L. M. M., SANTOS, R. R. dos, MINAMI, K. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar 'Composto IAC-27' *Scientia Agrícola*. V.57, n.3, 2000.

- MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. *Maracujá: produção e comercialização*. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 64p. (Boletim técnico, 181), 1999.
- MENZEL, C. M., HAYDON, G. E. DOOGAN, V. J., SIMPSON, D. R. New standart leaf nutrient concentrations for passion fruit based on seasonal phenology and leaf composition. *Journal of Horticultural Science*, Ashord, v. 68, n. 2, p. 215-230, 1993.
- MENZEL, C. M., SIMPSON, D. R., WINKS, C. W. Effect of temperature on grwth, flowering and nutrient uptake of three passionfruit cultivars under low irradiance. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam. v. 31, n. 3-4, p.259-268, 1987.
- MENZEL, C. M; SIMPSON, D. R; Effect of continuos shading on growth, flowering and nutrient uptake of passionfruit.. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam., v.35, p.77-78. 1988.
- MENZEL, C. M; SIMPSON, D. R; PRINCE, G. H. Effect of foliar applied nitrogen during winter on growth, nitrogen content and production of passionfruit. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam., v.28, n.4, p.339-346, 1986.
- MENZEL, C.M; SIMPSON, D.R.; DOWLING, A.J. Water relations in passionfruit: effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient uptake. *Scientia Horticultural*, v.29, n. 3 , p.239-249, 1986.
- MILLS, P. J. W., SMITH, I. E., MARAIS, G. A green house design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected enviroments. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.281, p. 83-94, 1990.

- MONTEITH, J.L. Evaporation and environment. *Symposia of the Society for. Experimental. Biology*, v.19, p.205-234, 1965.
- MUÇOUÇAH, F. J. Aspectos fenológicos do maracujá cerulea (*Passiflora caerulea* L.) nas condições de Botucatu-SP Botucatu: UNESP 1997. 69p. (mestrado)- Faculdade de Ciências Agrônômicas,, Universidade Estadual Paulista, 1997.
- NELSON, N. A. The photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *Journal Biological Chemistry*, Baltimore. V. 135, p. 136-375, 1944.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceeding. of the Royal Society. of London*, Serie A, v.193 , p.120-146. 1948.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, 183p. 1997.
- PIZA JUNIOR, C. de T. QUAGGIO, J.A., SILVA, J.R., KAVATI, R., MELETTI, L. M. M. & SÃO JOSÉ, A. R. Maracujá. In: Raij, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A & FURLANI, A. M. C. eds. *Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico. p. 148-149. (*Boletim Técnico*, 100), 1996.
- POCASANGRE, H., FINGER, F., BARROS, R., PUSCHANN, R. Development and ripening of yellow passionfruit. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.70, n.4, p.573-576, 1995.
- PRIESTELEY, C.H.B., TAYLOR, R. J. On the assesment of surface heat flux and evaporation using large-escala parameters. *Weather Rev.*,v.100, p.82-92, 1972.

- PRODUÇÃO agrícola municipal: área colhida de maracujá. Disponível no site IBGE (15 ago.2000). (URL: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. consultado em 03 set.2001).
- PRUIT, W. O. Empirical methods of estimating evapotranspiration using pans. Proc. Evapot., Amer. Soc. Agric. Eng., p. 57-61. 1966.
- PRUTHI, J. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. Advances in Food Research, San Diego, v.12, p.203-282, 1963.
- RIZZI, L. C., RABELLO, L. A., MOROZINI FILHO, W., SAVASAKI, E. T., KAVATI, R. *Cultura do maracujá azedo*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, SSA, 1998. 23p. (Bol. Técnico, 235).
- ROSSI, A. D. Comercialização do maracujá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., Jaboticabal, 1998. *Anais* : Jaboticabal:, FUNEP, p.257-259, 1998.
- RUGGIERO, C. Colheita. In: Ruggiero. C. (Ed.) *A cultura do maracujazeiro*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, p.113-114, 1980.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R., VOLPE, C. A., OLIVEIRA, J. C. de, DURIGAN, J. F., BUAMGARTNER, J. G., SILVA, J. R. da, NAKAMURA, K., FERREIRA, M. E., KAVATI, R., PEREIRA, V. de P. *Maracujá para exportação: Aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996, 64p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 19), 1996.
- RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujá no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21 n. 206, p. 5-9, set/out .2000.
- SACCO, J. C. Passifloráceas . In: REITZ, R. *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí: 130p. 1980.

- SAÉNS, M. V., CASTRO-BARQUERO, L., GONZÁLEZ-CALVO, J. Efecto del empaque y la temperatura de almacenamiento sobre la vida poscosecha y la calidad de los frutos de maracuya amarillo (*Passiflora edulis var. flavicarpa*). *Agron. Costarric.*, v. 15, n. 1 /2 p.79-83, 1991.
- SALOMÃO , T. A., ANDRADE, V. M. M. Botânica. In: RUGGIERO, C. *Maracujá*. Ribeirão Preto: Editora Legis Summa, p.20-39, 1987.
- SENTELHAS, P. C., PIZA JUNIOR, C de T., SIGRIST, J. M. M., KAVATI, R., PARODI, M. T. Temperatura letal para diferentes plantas frutíferas tropicais. *Bragantia*, Campinas, v. 55, n. 2, p.231-235, 1996.
- SIGRIST, J. M. M., Respiração. In: BLEINROTH, E. W., SIGRIST, J. M. M., ARDITO, E. F. G.,CASTRO, J. V., SPAGNOL, W. A., NEVES FILHO, L. C. *Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais*. 2ed.Campinas: Cap.2, p.19-26, ITAL, 1992.
- SILVA, A. P. da, VIEITES, R.L., CEREDA, E. Conservação do maracujá doce pelo uso de cera e choque frio. *Scientia. Agrícola*. v. 56, n. 4, 1999.
- SILVA, A. A. G. da. *Avaliação da eficiência de métodos da evapotranspiração de referência para o município de Parnaíba- PI* Piracicaba, 1989, 81p. Dissertação(Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo.
- SILVA, P. C. G. da *Articulação dos interesses públicos e privados no pólo Petrolina-PE/ Juazeiro-BA: em busca de espaço no mercado globalizado de frutas frescas*. Campinas, 2001, 240p Tese (Doutorado). Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas
- SOARES, M. C. de, KLAR, A. E Avaliação do desempenho de um conjunto de lisímetros com uma cultura de milho. *Irriga*, n. 03, v. 03, p. 51-53, 2001.

- SOUSA, V. S. *Níveis de irrigação e doses de potássio aplicadas via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims var. flavicarpa Deg.)* Piracicaba, 2000, 145p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo.
- STAVELY, G. W.; WOLSTENHOLME, B. N. Effects of water stress on growth and flowering of *Passiflora edulis* (Sims) grafted to *P. Caerulea* L. *Acta Horticulturae*, n.275, p.251-258, 1990.
- STJOSTROM, G., ROSA, J. F. L. Estudo sobre as características físicas e composição química do maracujá ácido *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. Cultivado no município de Entre Rios, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, Salvador. *Anais...* Cruz das Almas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. .265-273, 1978.
- TAVARES, L. B. B., CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A. B. Using modified atmosphere in the storage of peaches cvs. (*Prunus persica* (L) Batsch): I. Potential of conservation and quality. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v.34, n. 3/ 4, p.401-413, 1991.
- THORNTHWAIT, G. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review.*, v.38, n.1, p.55-94, 1948.
- URASHIMA, A., CEREDA, E. Estudo do desenvolvimento do fruto do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims, var. *flavicarpa* Deg.) da polinização à colheita. CONGRSSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBF, p.389-393, 1989.

- URASHIMA, A. S. *Aspectos fenológicos do maracajazeiro amarelo*(*Passiflora edulis* Sims var. flavicarpa Deg.). Botucatu: UNESP 1985. 83p. dissertação (mestrado)- Faculdade de Ciências Agronômicas Universidade Estadual Paulista.
- UTSUNOMIYA, N. Effect of temperature on shoot growth, flowering and fruit growth of purple passionfruit (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). *Scientia Horticulturae, Amsterdam*, v. 52, n. 1, 2 p.63-68, 1992.
- VASCONCELLOS, M. A. S. da, FILHO, J. D. Ecofisiologia do maracujazeiro 2000, *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.21, n. 206, p.25-28, set./out. 2000.
- VASCONCELLOS, M., CEREDA, E., ANDRADE, J., BRANDÃO, J. Desenvolvimento de frutos do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand), nas condições de Botucatu-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Cruz das Almas, v. 15, n.1, p. 153-158, 1993.
- VIEITES, R. L., BEZERRA, L. P. Efeito do sulfato de cálcio e da embalagem de polietileno, na conservação do maracujá amarelo, armazenado em condições de refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.18, n.2, p. 235-243, 1996.