

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
RENATA PADILHA BOLZAN

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE
PHYSALIS (*Physalis angulata* L.) PRODUZIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA
DE CURITIBA-PARANÁ**

CURITIBA

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENATA PADILHA BOLZAN

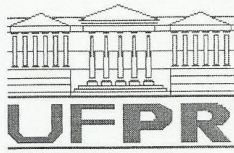
**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE
PHYSALIS (*Physalis angulata* L.) PRODUZIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA
DE CURITIBA-PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Francine Lorena Cuquel

CURITIBA

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **RENATA PADILHA BOLZAN**, sob o título "**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE PHYSALIS (*Physalis angulata*) PRODUZIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA-PARANÁ**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

Curitiba, 07 de Março de 2013.

Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Professora Dra. Maria Lúcia Masson
Primeira Examinadora

Professor Dr. Washington Azevêdo da Silva
Segundo Examinador

Professor Dr. Atila Francisco Mógor
Terceiro Examinador

Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Quarto Examinador

Professor Dr. Francine Lorena Cuquel
Presidente da Banca e Orientadora

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pela oportunidade na realização do curso;

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos;

A Professora Francine Lorena Cuquel, que muito mais que orientadora se tornou uma grande amiga e conselheira;

Aos professores Átila Francisco Mógor, Osmir José Lavoranti, Maria Lúcia Masson, Washington de Azevêdo da Silva, pela amizade e orientação.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e do curso de Agronomia da UFPR, pela permanente contribuição, amizade e convivência;

Aos amigos “estagiários”, Jéssica Welinski de Oliveira, Gustavo Nunes Scariot, José Henrique Bazzo, que me acompanharam em todos os momentos deste trabalho com apoio, amizade e amor.

Aos meus familiares por todo apoio e incentivo, sem eles não seria possível;

Ao meu namorado Emersson Dias, pela compreensão e amor.

A amiga Ana Mery de Oliveira, que me auxiliou muito nas análises, laboratórios e nas conversas sinceras em momentos de dificuldade.

Aos amigos e todos aqueles, que de alguma forma foram colaboradores durante o Curso e no desenvolvimento deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

DEDICO

A Deus, meu Refúgio e minha Fortaleza.

Aos meus pais, Jorge Bolzan e Elisa Odete Padilha Bolzan, por todo amor e carinho que demonstraram por mim nesta jornada e em toda a vida.

Aos meus irmãos Luciana e Fábio Bolzan, que sempre me apoiaram.

RESUMO

Frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná, foram caracterizados quanto às características químicas e físicas e a capacidade antioxidante e seu desempenho quanto a diferentes condições de armazenamento e embalagens. Quanto a caracterização física e química dos frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná, os resultados encontrados foram: peso médio de 2,16 g e diâmetro de 1,06 cm, relação SS/AT de 18,8, açúcares totais, açúcares redutores, e conteúdo de vitamina C (26,97 mg de ácido ascórbico) apresentaram conteúdos similares a frutos de *P. angulata* produzidos em outras regiões brasileiras. Além de alto conteúdo de fenólicos totais e considerável atividade antioxidante. A temperatura adequada para o armazenamento dos frutos de *Physalis angulata* L., é refrigeração em câmara fria à 2 °C e UR de 90%, sem variação desta condição. Entretanto, em condições prévias à comercialização, frutos mantidos a 10 °C apresentam durabilidade de 14 dias e, a 14 °C e 18 °C, apresenta durabilidade de 12 dias, segundo resultados físico-químicos, após este período apresentam perda elevada de massa fresca e escurecimento do fruto. Os frutos de *Physalis angulata* L. e *Physalis peruviana* L. apresentam comportamento semelhante durante o armazenamento por 90 dias a 2 °C e UR de 90±5%; a presença do cálice promove maior conservação dos atributos físico-químicos e os frutos embalados em embalagens convencionais podem ser conservados por até duas semanas a 10 °C e UR de 70±5%, e os embalados em filmes de polietileno incorporados com zeólite, mantidos sob essa temperatura até por quatro semanas.

Palavras-chave: *Physalis angulata* L. *Physalis peruviana* L. pós-colheita, atividade antioxidante, embalagem ativa.

ABSTRACT

Fruits of *Physalis* (*Physalis angulata* L.) produced in the Metropolitan Region of Curitiba - Paraná, were characterized by physical and chemical characteristics and antioxidant capacity and performance as the different storage conditions and packaging. Physical characterization fruits showed average weight of 2,16 g and a diameter of 1,06 cm. Regarding the content of soluble solids, titratable acidity, SS/TA ratio, total sugars and reducing sugars present these excellent rates, significant levels of vitamin C, high total phenolic content and antioxidant activity considerably. The proper temperature for storing fruits of *Physalis angulata* L., is cooling in cold storage at 2 °C and 90% RH, no variation of this condition. However, in pre-market conditions, fruits kept in refrigerator feature durability of up to 14 days and conditions gondola and grocery sector, have durability of up to 12 days, after this period exhibit high loss and browning of fresh fruit. The fruits of *Physalis angulata* L. and *Physalis peruviana* L. exhibit similar behavior during long storage period. The presence of the cup promotes greater conservation of attributes physicochemical and fruits packed in conventional can be kept for up to two weeks at 10 ° C and RH 70 ± 5%, and packed in polyethylene films incorporated with zeolit, kept under that temperature for up to four weeks.

Keywords: *Physalis angulata* L., *Physalis peruviana* L., postharvest, antioxidant activity, storage, active packaging.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 -	<i>Phyalis angulata</i> L.....	20
FIGURA 2.2 -	Estruturas de <i>Physalis angulata</i> L. A) Aspecto visual da flor. B) Aspecto da ramo da planta de hábito indeterminado contendo folhas, flores e frutos. C) Aspecto do cálice e corte longitudinal do fruto e D) Aspecto do fruto.....	21
FIGURA 2.3 -	Estruturas de <i>Physalis peruviana</i> L. A) Aspecto visual da flor. B) Aspecto da ramo da planta de hábito indeterminado contendo folhas, flores e frutos. C) Aspecto do cálice e corte longitudinal do fruto e D) Aspecto do fruto.....	23
FIGURA 2.4 -	Sistema de suporte para physalis em “V” alto.....	25
FIGURA 2.5 -	Escala de cor do fruto, pola e cálice de physalis <i>Physalis peruviana</i> L.), baseado na Norma Técnica Colombiana NTC 4580 de Icontec (1999).....	27
FIGURA 2.6 -	Embalagem convencional de frutos de physalis.....	30
FIGURA 2.7 -	Embalagem cumbuca plástica com tampa para frutos de physalis...	31
FIGURA 2.8 -	Estrutura da vitamina C (ácido ascórbico).....	34
FIGURA 2.9 -	Estrutura química da molécula de caroteno.....	35
FIGURA 2.10 -	Estrutura de pigmentos carotenóides (β -caroteno e α -caroteno), com atividade pró-vitamina A.....	36
FIGURA 3.1 -	Aspecto visual da coloração da epiderme de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.....	46
FIGURA 4.1 -	Perda de umidade (%) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	60
FIGURA 4.2 -	Perda de massa (g) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	61

FIGURA 4.3 - Relação SS/AT de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	62
FIGURA 4.4 - pH de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	63
FIGURA 4.5 - Açúcares totais (mg.100 g ⁻¹) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	65
FIGURA 4.6 - Açúcares redutores (mg.100 g ⁻¹) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	66
FIGURA 4.7 - Luminosidade (L*) de casca de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	67
FIGURA 4.8 - Ângulo de cor (°heu) de casca de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	68
FIGURA 4.9 ΔE de casca de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	69
FIGURA 5.1 - Embalagens utilizadas para armazenamento de frutos de physalis. E1- embalagem cumbuca plástica com tampa, E2 – embalagem filme plástico incorporado com zeólite e E3 – Embalagem convencional (cesto de polietileno.....	78

LISTA DE TABELA

TABELA 2.1 - Comportamento dos valores de °Brix e pH dos frutos de <i>Physalis peruviana</i> L.) durante o desenvolvimento em cultivo no município de Granada – Colômbia (CASTAÑEDA; PAREDES, 2003).....	28
TABELA 3.1 - Características físicas médias dos frutos de <i>Physalis angulata</i> L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.....	45
TABELA 3.2 - Coloração da casca de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.....	46
TABELA 3.3 - Parâmetros químicos de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.....	47
TABELA 4.1 - Valores de F para os atributos relação SS/AT, pH, açúcar total e açúcar redutor ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), firmeza (N), porcentagem de deformação (%), perda de massa (g), luminosidade (L^*), ângulo de coloração (°hue) e ΔE de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	71
TABELA 4.2 - Porcentagem de deformação (%) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.....	64
TABELA 5.1 - Valores de F para os atributos relação SS/AT, pH, firmeza (N), perda de massa (g), taxa de CO ₂ (%), luminosidade (L^*), cromaticidade verde-vermelha (a^*), cromaticidade amarelo-azul (b^*) e ângulo de coloração (°hue) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias em diferentes embalagens.....	88
TABELA 5.2 - Taxa de Dióxido de Carbono (% CO ₂) média no interior de diferentes embalagens para frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	80

TABELA 5.3 - Umidade (%) média de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	80
TABELA 5.4 - Taxa de Relação SS/AT e pH médio de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	81
TABELA 5.5 - Perda de massa (g) e firmeza de polpa (N) média de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	82
TABELA 5.6 - Valores médios para período de armazenamento dos atributos cromaticidade verde-vermelho (a*) e cromaticidade amarelo-azul (b*) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	84
TABELA 5.7 - Valores médios para tipos de embalagem para o atributo cromaticidade amarelo-azul (b*) de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	85
TABELA 5.8 - Ângulo de coloração (°hue) média de frutos de <i>Physalis angulata</i> L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

SS -	Sólidos Solúveis
AT -	Acidez Titulável
IC -	Índice de coloração
IC ₅₀ -	Amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH.
U.I -	Unidades Internacionais
NTC -	Normas Técnicas Colombianas
CRFG -	California Rare Fruit Griwers
UR -	Umidade Relativa
CAT -	Catalase
GSH -	Glutathiona reduzida
GP _x -	Glutathiona peroxidase
SOD -	Superóxidos dismutase
DPPH -	1,1-difenil-2-picrilhidrazil
GAE -	Equivalente de Ácido Gálico
L* -	Luminosidade
a*	Croma verde-vermelho
b*	Croma amarelo-azul
°hue	Ângulo de coloração
CEEx -	Centro de Estações Experimentais do Canguiri
UFPR -	Universidade Federal do Paraná
AOAC -	Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International
ICONTEC -	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
GL -	Grau de Liberdade
CV -	Coeficiente de Variação
Kgf -	Quilograma Força
RE -	Retinol
FV -	Fator de variação
ppb -	Partes por bilhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO GÊNERO <i>PHYSALIS</i>	18
2.1.1 <i>Physalis angulata</i> L.....	20
2.1.2 <i>Physalis peruviana</i> L.....	22
2.2 PRODUÇÃO, COLHEITA E PÓS-COLHEITA DE <i>PHYSALIS</i>	24
2.2.1 Exigências da cultura.....	24
2.2.2 Colheita.....	26
2.2.3 Pós-colheita.....	29
3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE <i>Physalis angulata</i> L. PRODUZIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA - PARANÁ.....	39
3.1 INTRODUÇÃO.....	40
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.4 CONCLUSÕES.....	50
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
4 CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE <i>PHYSALIS</i> REALIZADA SOB VÁRIAS TEMPERATURAS SIMULANDO CONDIÇÕES DE COMERCIALIZAÇÃO	56
4.1 INTRODUÇÃO.....	57
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.4 CONCLUSÃO.....	70
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
5 EMBALAGENS PARA FRUTOS DE <i>PHYSALIS</i>.....	75
5.1 INTRODUÇÃO.....	76
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	78
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
5.4 CONCLUSÕES.....	86
6.5REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	91
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	92

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos principais centros de diversidade genética do mundo e está dividido em diversos biomas. Dentre a grande biodiversidade existente nestes biomas, destacam-se as fruteiras nativas, onde muitas delas podem ser exploradas economicamente. Além da possibilidade de exploração para consumo *in natura*, podem ser exploradas pela agroindústria e outros produtos. Mais recentemente, muitas destas espécies também vêm despertando a atenção da indústria farmacêutica, pois suas frutas são ricas em vitaminas e substâncias antioxidantes.

A espécie *Physalis angulata* L. pertence à família Solanaceae, originária da região amazônica e região andina, comum nestes ecossistemas devido sua ampla adaptação ecológica e também se encontrar comumente como planta invasora em diversas culturas (LORENZI *et al.*, 2006). A *P. angulata* é encontrada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, é popularmente conhecida como camapu. No Pará come-se a fruta e as suas raízes são utilizadas para o tratamento de hepatite e malária (BRANCH; SILVA, 1983). A espécie apresenta grande potencial econômico, sendo classificada como fruta fina, a exemplo do mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya. Dados sobre o cultivo e as características do fruto de *Physalis angulata* L. são pouco encontrados na literatura (OLIVEIRA *et al.*, 2011); os principais relatos desta espécie são voltados principalmente a farmacologia e etnomedicina (LIMA *et al.*, 2006; GUIMARÃES *et al.*, 2010), com destaque pela presença de vitaesteróides, fisalinas e neofisalinas (TOMASSINI *et al.*, 2000), com atividade antineoplásica e antitumoral, e pelos alcalóides tropânicos e pirrolidínicos como higrina e tropina (SILVA; AGRA, 2005).

Apesar do desconhecimento em relação à cultura, a physalis é considerada excelente alternativa de cultivo, pois pode proporcionar incremento de renda à agricultura familiar (ANDRADE, 2008). A produção da physalis como “pequenas frutas”, de modo geral, caracteriza-se pelo baixo custo de implantação, custo de produção acessível aos pequenos produtores, bom retorno econômico, boa adaptação às condições socioeconômicas e do ambiente local, possibilidade de cultivo no sistema orgânico e demanda maior que a oferta (SCHNEIDER *et al.*, 2007).

Os frutos de *P. angulata* produzidos na região Amazônica, de maneira geral, apresentam teores significativos de vitamina C e atividade antioxidante mediana, o que

constitui bom atrativo para o aproveitamento tecnológico dos frutos. Dentre os compostos antioxidantes, destacam-se os ácidos fenólicos presentes nas forams livres e complexadas. Estes compostos foram identificados e quantificados em diferentes frutas e hortaliças, apresentando alta correlação com a atividade antioxidante demonstrada pelas mesmas (ROCKEMBACH *et al.*, 2008). Entretanto, há grande variação no conteúdo de compostos fenólicos encontrados nas diferentes espécies de physalis. Estas diferenças podem ser devido à complexidade desse grupo de compostos. Além disto, o conteúdo de compostos fenólicos de plantas depende de fatores intrínsecos como gênero, espécie e cultivar e extrínsecos como as condições ambientais e de cultivo, manejo da cultura e condição de armazenamento do produto (TOMÁS-BARBERAN; ESPÍN, 2001).

Os dados na literatura ainda são incipientes a respeito das características nutricionais dos frutos da espécie *P. angulata*, principalmente em regiões onde a espécie ocorre com menor frequência, como na região Sul. Por isso, a continuidade de pesquisas sobre as características químicas e tecnológicas dos frutos de physalis são importantes, pois irão complementar informações já obtidas para esta espécie botânica.

Este documento foi dividido em três capítulos que relatam: Capítulo I - Caracterização físico-química de frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná; Capítulo II - Conservação de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos sob diferentes condições de temperatura durante a comercialização; Capítulo III - Embalagens para comercialização de frutos de physalis.

Neste contexto, frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná foram caracterizados quanto às características químicas e físicas, a capacidade antioxidante e seu desempenho quanto a diferentes condições de armazenamento e embalagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO GÊNERO *PHYSALIS*

O gênero *Physalis* pertence à família Solanaceae e, inclui mais de cem espécies, sendo algumas tóxicas. As plantas são perenes e se caracterizam por seu fruto estar encerrado em um cálice. O gênero *Physalis* inclui cerca de cento e vinte espécies com caracteres herbáceos e hábito perene (TOMASSINI *et al.*, 2000). O nome *physalis* é oriundo do grego, onde “*phusa*” significa bolha ou bexiga, referindo-se ao cálice que encerra seus frutos, tendo como nome popular balãozinho (GOTTLIEB *et al.*, 1987).

A *Physalis peruviana* L. é a espécie mais conhecida deste gênero, seu centro de origem não está bem definido, mas a maioria dos estudos indica os Andes (LIGARRETO *et al.*, 2005). A espécie se desenvolve em regiões altas entre 800 a 3.500 m sobre o nível do mar (ESPINOSA *et al.*, 2004). Nas regiões do mundo onde é encontrada recebe alguns nomes comuns de mullaca e camapu (Amazonas), ochuva (Antioquia), tope torope (Bolívia) e uchuva (Colômbia) (USDA, 2000).

De acordo com Morton (1987) a *P. peruviana* encontra-se desde o Peru até o Chile. A planta foi inicialmente cultivada pelos colonos no Cabo da Boa Esperança antes de 1807; foi introduzido em áreas tropicais e subtropicais e também em regiões de clima temperado. Após a adaptação na região do Cabo da Boa Esperança foi levada a Austrália e adquirido seu nome inglês comum de *Capegooseberry* (SÁNCHEZ, 2002).

De acordo com Morton (1987) depois da adaptação em New South Wales, a espécie foi difundida também em Queensland, no Sul da Austrália, Austrália Ocidental e Norte da Tasmânia. Na China, Índia e Malásia, a *physalis* é produzida comumente, porém em baixa escala; as sementes foram levadas ao Havaí aproximadamente no ano de 1825 (SÁNCHEZ, 2002).

Atualmente, a *physalis* encontra-se distribuída ao longo de toda Cordilheira Andina, do Chile até a Venezuela (HAWKERS, 1991). Segundo o *California Rare Fruit Growers – CRFG* (2003) a *physalis* silvestre, nativa do Brasil, por muito tempo se dispersou e se adaptou nas zonas montanhosas do Peru e Chile. Por outro lado, Morton (1987) assegura que existem evidências do fruto ser nativo do Peru e do Chile.

O fruto de *physalis* é uma baga carnosa de forma esferoidal, formada por tecido procedente de pericarpo e da placenta, o exocarpo (casca) é fino, o mesocarpo e o tecido

placentário são bem desenvolvidos e totalmente comestíveis (MÁRQUEZ *et al.*, 2009). O crescimento e desenvolvimento do fruto ocorrem em um período entre 60 e 80 dias após o transplante, dependendo das condições do ambiente, principalmente a altitude da região de plantio (GALVIS *et al.*, 2005).

As sementes são muito numerosas, de 100 a 300 por fruto, de forma ovalada e desprovida de halo placentário (PARSLEY, 1981). As variedades colombianas possuem frutos maiores que os encontrados em outras regiões do mundo, chegando a pesar de 4 a 10 g, com coloração mais viva e maiores conteúdos de sólidos solúveis (COLOMBIA, 2000).

A epiderme do fruto é lisa de cor amarelo a amarelo-alaranjado no ponto de maturação para consumo (GALVIS *et al.*, 2005). A estrutura interna do fruto assemelha-se a um tomate miniatura, no entanto, a polpa é constituída por tecido proveniente tanto do pericarpo quanto da placenta (VALENCIA, 1985; FISCHER, 2000). O fruto da *physalis* é capaz de acumular grande quantidade de água e sacarose até o período de maturação completa, o que acarreta em fornecimento de água até o momento da colheita favorecendo a qualidade e longevidade pós-colheita (FISCHER; MARTÍNEZ, 1999).

O fruto de *physalis* é consumido frequentemente *in natura*, porém por apresentar sabor doce, levemente ácido e boa aparência na ornamentação de pratos e bebidas tem sido muito utilizado também na preparação de doces, geleias, sorvetes, bombons, molhos para saladas e carnes.. Somado a todos estes fatores positivos, a fruta é apreciada pelos grandes *chefs* e *gourmet* da cozinha internacional, principalmente em forma de doces e como “tira gosto” para degustação de vinhos (ROCKENBACH *et al.*, 2008).

Na composição do fruto da *physalis* encontram-se vitaminas A, B e C e alto valor de provitamina A (especialmente β -caroteno – 1.000 a 5.000 U.I. (unidades internacionais)). O fruto também é uma excelente fonte de vitamina C (em média, 30 mg. 100 g⁻¹ do fruto fresco) e o complexo vitamínico B (tiamina, niacina e vitamina B₁₂) (REHM; ESPIG, 1991). Na sua composição ainda apresenta minerais como ferro e fósforo e conteúdo elevado de fibras (FISCHER, 2000).

Os frutos de *physalis* são ricos em açúcares (valor médio entre 11 a 20 g de carboidratos digeridos em 100 g de fruto fresco); os frutos maduros contém de 13 a 15 °Brix de sólidos solúveis e os frutos imaturos de 9 a 13 °Brix; ambos armazenam bom conteúdo de ácidos orgânicos (1,6 a 2,0% de acidez titulável) (HERRERA, 2000). A maior porcentagem de açúcares é constituída por sacarose, com valor médio de 2,5 vezes maior que a glicose e a frutose (GALVIS *et al.*, 2005).

Na diversidade do gênero *Physalis* encontram-se grande presença de constituintes químicos, como flavonoides simples ou glicosilados, ácidos graxos de cadeia linear, hidroxilados, epoxilados, ácido ascórbico, carotenoides, alcaloides e terpenos. Outro destaque importante do gênero *physalis* são as propriedades medicinais tais como antiasmático, diurético, antisséptico, sedativo, analgésico, fortificante para o nervo óptico, também citados para o tratamento de dermatites (AGRA *et al.*, 2007), hepatite e reumatismo, assim como para eliminar parasitas intestinais e ameba. Existem alguns estudos sobre as propriedades do fruto de controlar a diabetes (RYAN *et al.*, 2001; WU *et al.*, 2004; SILVA; AGRA, 2005; WU *et al.*, 2006; GUTIÉRREZ *et al.*, 2007). Devido ao seu grande conteúdo de flavonoides e compostos polifenólicos apresenta propriedade anti-inflamatória e antioxidante (WU *et al.*, 2005; WU *et al.*, 2006; ARANGO *et al.*, 2010).

2.1.1 *Physalis angulata* L.

A *P. angulata* (FIGURA 2.1) possui uma distribuição neotropical, ocorrendo na América do Norte, América Central, América do Sul e Caribe. É uma planta espontânea, encontrada em terrenos baldios e áreas próximas de habitações (SILVA; AGRA, 2005).

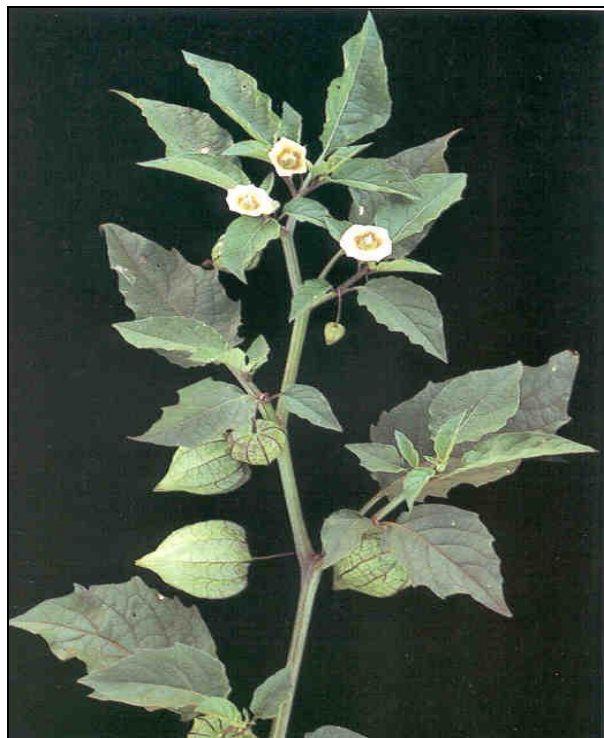


FIGURA 2.1 – *Physalis angulata* L.

A *P. angulata*, pertencente a subtribo *physalinae*, caracterizando-se pela presença de cálice com segmentos não auriculados, filetes não geniculados na base, anteras dorsifixas, basifixas ou dorsobasifixas, e gineceu bicarpelar. É uma erva de aproximadamente 50 cm de altura com folhas alternas, pubescentes, tricomas simples glandulares e e glandulares; membranácea de margem inteira ou levemente lobada (SILVA; AGRA, 2005). Possui flores solitárias ou em cimeiras, axilares; cálice rotáceo-campanulado, coloração amarelo-pálido; baga globosa, 1,0 – 1,5 cm de diâmetro, envolvida pelo cálice acrescente, inflado; sementes numerosas de 0,8 a 1,0 mm de diâmetro, discoides, testa reticulada, ferrugínea a marrom (FIGURA 2.2) (DALL'AGNOL, 2007).

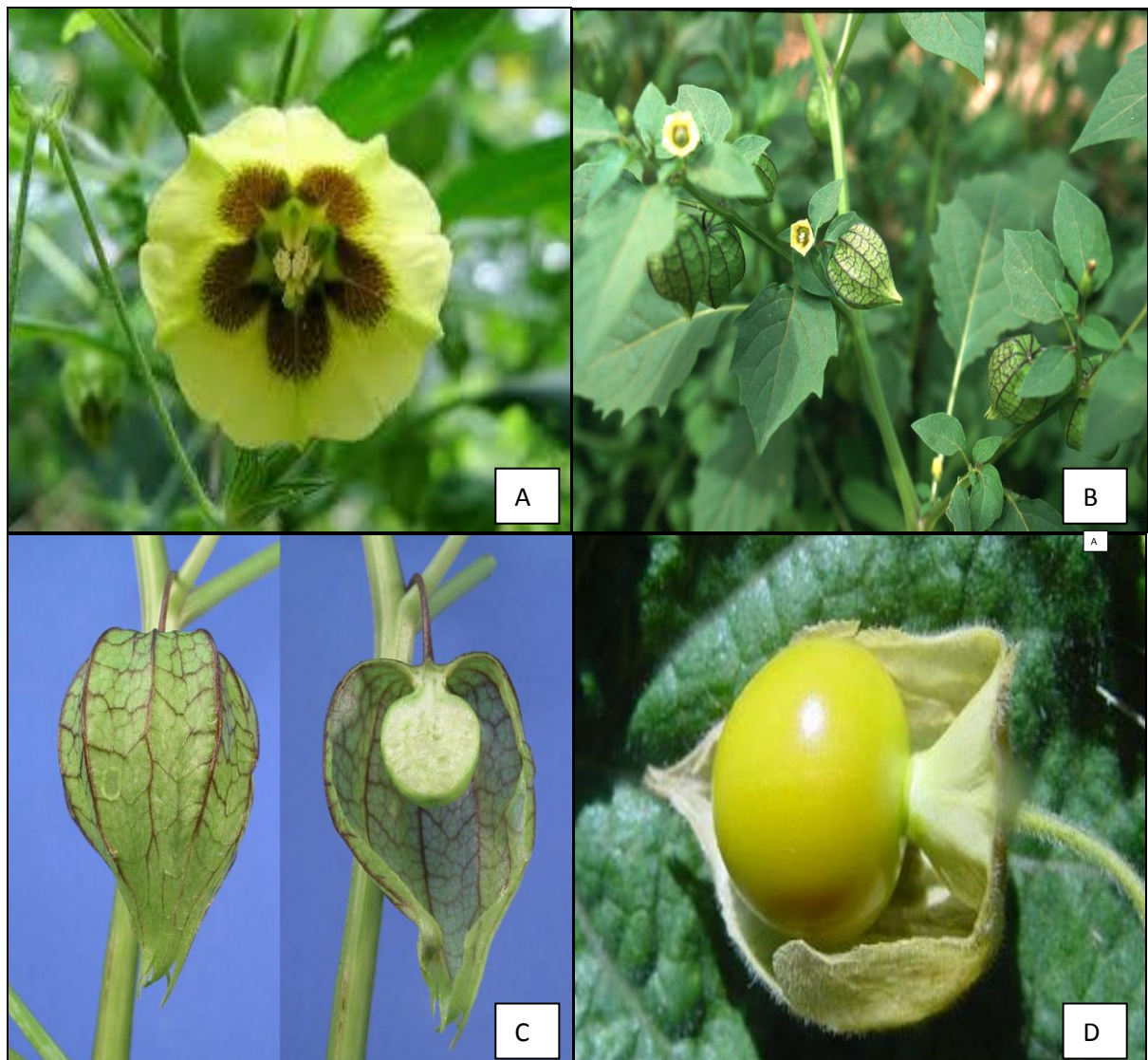


FIGURA 2.2 – Estruturas de *Physalis angulata* L. A) Aspecto visual da flor. B) Aspecto do ramo da planta de hábito indeterminado contendo folhas, flores e frutos. C) Aspecto do cálice e corte longitudinal do fruto e D) Aspecto do fruto.

A *P. angulata* apresenta relevante interesse, por elaborar estruturas complexas como, por exemplo, os vitaesteróides, que são substâncias que produzem o esqueleto intacto ou modificado do ergostano, com função lactônica (C-26) que fornece uma diversidade de estruturas que se classificam em vitanolidos, vitanolídeos “modificados”, vitafisalinas, acnistinas, ixocarpolactonas, perulactonas e fisalinas. Dentre os vários gêneros da família Solanaceae, o *Physalis* apresenta a maior produção de vitanolídio e fisalinas (PURUSHOTHAMAN; VASANTH, 1988; TOMASSINI et al., 2000). Os vitaesteróides encontrados no gênero *Physalis* das espécies *P. alkekenghi*, *P. alkekenghi* Var. *Francheti*, *P. angulata*, *P. lanifolia*, *P. minima*, *P. peruviana*, *P. phyladelphia*, *P. pubescens* e *P. viscosa* não se limitam a produzir fisalinas; elaboram também os vitanolídeos, vitafisalinas, entre outros; e é o gênero *Physalis* que ocupa lugar de destaque dentre os demais da família Solanaceae (TOMASSINI et al., 2000).

Os frutos da *P. angulata* contêm, além de nutrientes essenciais, minerais, fibras, vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados compostos fenólicos (HARBONE; WILLEAMS, 2000). De maneira geral, os frutos de *P. angulata* apresentam teores significativos de vitamina C e atividade antioxidante mediana, o que constitui bom atrativo para o aproveitamento tecnológico dos frutos, ainda pouco comercializados no Brasil (OLIVEIRA et al., 2011).

2.1.2 *Physalis peruviana* L.

A *P. peruviana* é uma planta arbustiva, perene, com hábito indeterminado e altura entre 1,5 a 2,0 m. O ramo principal apresenta pilosidade, e bifurca-se naturalmente, depois de produzir de 8 a 12 nós, dando origem aos ramos produtivos de forma dicotônica. Em cada um dos nós dos ramos produtivos desenvolvem-se duas folhas, uma gema vegetativa e uma gema floral. As folhas são pecioladas, alternadas, raras vezes aparecem opostas, solitárias e o limbo foliar geralmente ovado. As inflorescências geralmente são solitárias, com botões esféricos e ovoides, pubescentes (FIGURA 2.3). A antese dura aproximadamente três dias. As flores são amarelas e polinizadas por insetos e pelo vento, sendo que a autopolinização é a mais comum (LIGARETTO et al., 2005).

O cálice é formado por cinco sépalas e cobre completamente o fruto durante todo o seu desenvolvimento. Não atua apenas como proteção contra insetos, pássaros, patógenos e

condições climáticas adversas, durante os primeiros dias de desenvolvimento, apresenta-se como fonte de foto assimilados nos primeiros dias de desenvolvimento do fruto. O cálice cresce até formar uma estrutura similar a uma bexiga de aproximadamente cinco cm, a qual a encerra completamente o fruto maduro. O cálice ao amadurecer adquire uma textura similar a um pergaminho e torna-se pálido. Em climas mais quentes a planta pode florescer e frutificar durante todo o ano. Os frutos são quase redondos, e classificados como bagas de coloração amarela e brilhantes que medem entre 1,25 a 2,5 cm de diâmetro e peso entre 4 a 10 g, com muitas sementes, de 100 a 300 por fruto (LIGARETTO *et al.*, 2005).

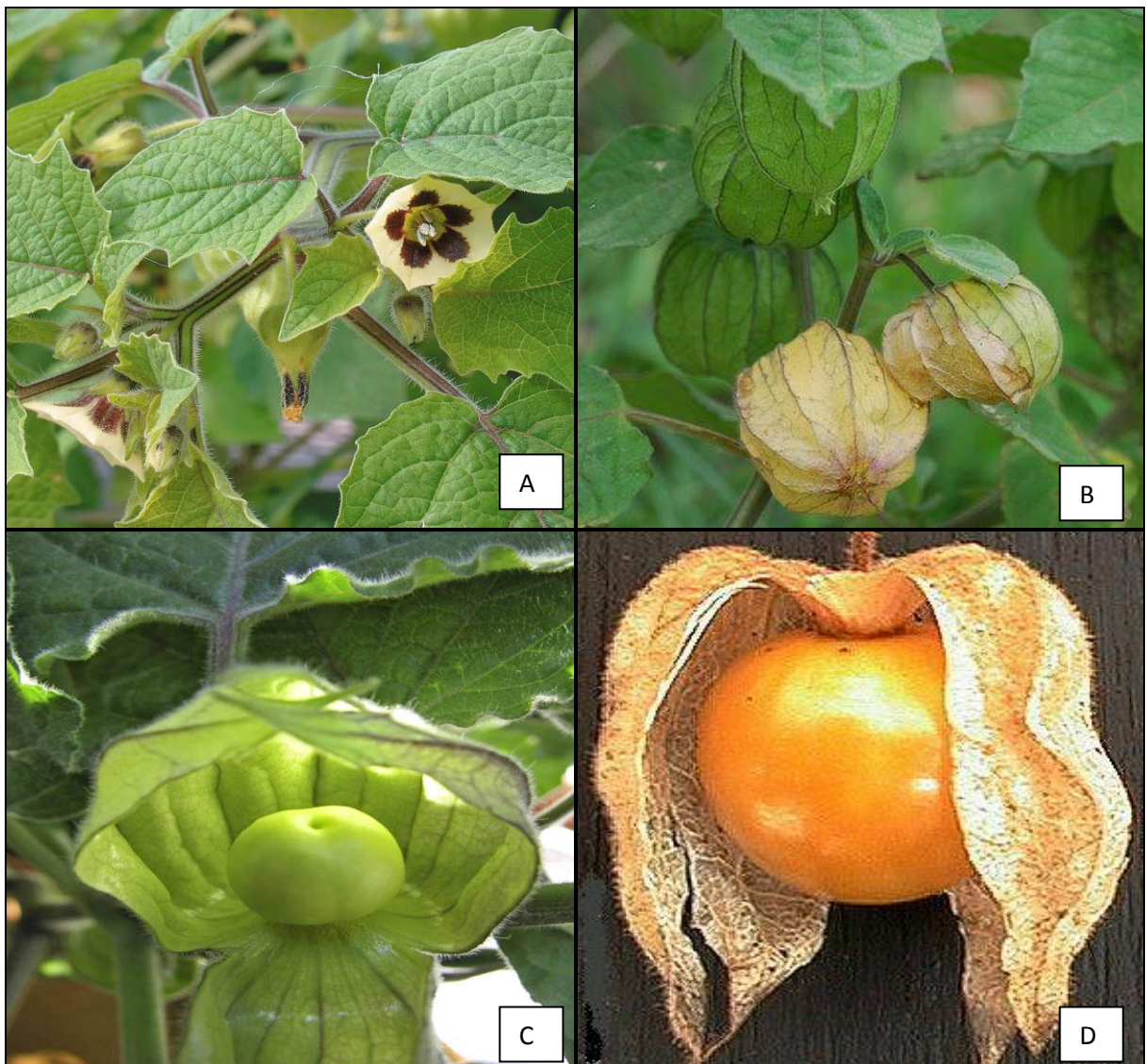


FIGURA 2.3 - Estruturas de *Physalis peruviana* L. Estruturas de *Physalis peruana* L. A) Aspecto visual da flor. B) Aspecto da ramo da planta de hábito indeterminado contendo folhas, flores e frutos. C) Aspecto do cálice e fruto imaturo e D) Aspecto do fruto.

A *P. peruviana* de hábito silvestre, originária do Peru, cresce em zonas entre 1.500 a 3.000 m de altitude acima do nível do mar. Na Colômbia se cultiva em áreas entre 1.800 a 2.800 m acima do nível do mar, com temperatura média entre 13 a 18 °C e precipitação média de 1.000 a 1.800 mm por ano (FISCHER, 2000).

A espécie *P. peruviana* foi introduzida no Sul da África pelos espanhóis e desde então tem sido dispersa em diversos países tropicais e subtropicais, onde se cultiva comercialmente. Existem relatos de variedades comerciais nos Estados Unidos e na Nova Zelândia; na Colômbia nos anos 80, foram estudados duas variedades provenientes do Quênia e da África do Sul (FISCHER, 2000). As plantas cultivadas na Colômbia são denominadas variedade Colômbia, a qual apresenta frutos com peso médio de 5 g, pequenos e de coloração mais atrativa que as variedades do Quênia e da África do Sul, também se diferenciando por características morfológicas distintas como a forma do cálice, o comportamento fisiológico e o sabor (MAZORRA *et al.*, 2006). No cultivo da physalis, variedade Colômbia, observa-se uma grande variabilidade morfológica nas plantas, expressão clara de uma alta variabilidade genética. Por esta razão, as características da fruta e dos períodos de colheita apresentam grande heterogeneidade (FISCHER, 2000).

2.2 PRODUÇÃO, COLHEITA E PÓS-COLHEITA DE PHYSALIS

2.2.1 Exigências da cultura

As informações referentes à produção, colheita e pós-colheita dos frutos de physalis são baseadas no cultivo de *P. peruviana*, pois não existem dados que referenciem esta etapa da produção para frutos de *P. angulata*.

Desde a semeadura até o campo e a primeira colheita, a produção de physalis ocorre em um período médio de 90 dias dependendo da altitude; em áreas mais altas este período é maior. Uma vez se inicie a colheita, esta é contínua, permitindo realizar colheitas até duas vezes por semana, dependendo do ponto de maturação e as exigências do mercado (ZAPATA *et al.*, 2002). Com o adequado manejo agrônômico, o cultivo da physalis pode alcançar um vida produtiva de até dois anos, especialmente quando relacionado com a fertilização, podas, controle fitossanitários e suprimento de água (MIRANDA, 2005).

A *physalis* é considerada uma frutífera de cultivo bastante simples, a maior parte do manejo (tutoramento, adubação, herbicidas e irrigação) é baseado nas recomendações para a cultura do tomateiro (LIMA *et al.*, 2008). O plantio da *physalis* pode ser realizado durante todo ano; no entanto, deve-se evitar o transplante em solos com tendência ao encharcamento, pois a planta é sensível à alta umidade (LIMA *et al.*, 2009).

Geralmente, o espaçamento recomendado é de 3 x 3 m ou 2 x 3 m entre plantas e entre linhas, porém a topografia do terreno é o aspecto que mais influencia o espaçamento (ZAPATA *et al.*, 2002). Após definido o espaçamento, o procedimento seguinte é o preparo das covas, que devem ter 40 x 40 x 40 cm; nas covas prepara-se uma mistura de terra extraída da própria cova, fertilizantes orgânicos e químicos e corretivos, feitos de acordo com resultados obtidos a partir da análise de solo. Recomenda-se que esta mistura seja realizada pelo menos um mês antes do plantio, com a finalidade que a matéria orgânica esteja completamente decomposta (ZAPATA *et al.*, 2002).

Ao longo dos anos de produção comercial de *P. peruviana*, diversos sistemas de condução foram recomendados. Atualmente, o uso mais frequente é o sistema de “V” alto (FIGURA 2.4), que consiste na colocação de dois postes de 2,6 m de altura a cada dois metros de distância. Neste sistema uma das principais vantagens é a economia de fitilhos, porém, para o estabelecimento implica em mais trabalho para amarrar os ramos secundários e terciários (MIRANDA, 2005).



FIGURA 2.4 - Sistema de suporte para *physalis* em “V” alto. Miranda (2005)

A poda no cultivo da *physalis* é uma das práticas mais recomendadas por ter efeito direto no tamanho dos frutos, melhoria da arquitetura da planta, facilidade de manejo de cultivo e colheita, além de melhorar a eficiência do sistema de condução (ZAPATA *et al.*, 2002). Para a *physalis* são necessárias poda de formação, poda de limpeza e manutenção e poda de renovação (ALMANZA; FISCHER, 1993).

A *physalis* necessita de monitoramento de pragas, pois embora ainda sendo um cultivo recente no Brasil, já existem relatos da ocorrência de pragas (LIMA *et al.*, 2008). Assim, uma área de cultivo perene de *physalis*, constitui-se num ambiente complexo, favorecendo a incidência de pragas. Quanto ao controle de doenças, o manejo fitossanitário também apresenta importância, principalmente no início do cultivo, tanto no viveiro como no campo (ZAPATA *et al.*, 2002).

2.2.2 Colheita

No fruto de *physalis* as mudanças de maturação iniciam-se entre três a cinco meses após o transplante, dependendo das condições climáticas (LIMA *et al.*, 2009). Entre as mudanças que ocorrem na fase de maturação dos frutos e na fase pós-colheita, a taxa de respiração é de vital importância. Rodríguez (2003) questiona que a *physalis* se comporta como fruto climatérico, e que o máximo de intensidade respiratória, as melhores características sensoriais e a melhor relação de maturação (relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT)) não coincidem entre si, portanto, a fruta é classificada como fruto intermediário de comportamento climatérico e não-climatérico.

Outro indicador da maturação da *physalis* é a mudança de coloração dos frutos (epiderme, polpa e cálice). A casca e a polpa do fruto da *physalis* mudam de cor simultaneamente (GALVIS *et al.*, 2005). Ao observar os frutos de *P. peruviana*, Castañeda e Paredes (2003) verificaram que o fruto apresenta coloração verde intensa durante os primeiros 35 dias depois da antese; a partir deste período iniciam as mudanças de cor para amarelo e que aproximadamente aos 63 dias os frutos apresentam características de maturação de consumo, como consequência da degradação da clorofila por ação das enzimas clorofilases que em meio ácido aumentam sua atividade. Por sua vez, tornam-se viáveis os carotenos sintetizados durante a maturação. Aproximadamente aos 84 dias, a coloração se torna laranja, o que indica que os frutos estão sobre maduros. Na Figura 2.5, observam-se as mudanças de cor do fruto,

polpa e cálice de *P. peruviana*, publicado por CENICAFE – SENA, baseado na Norma Técnica Colombiana NTC 4580 da ICONTEC (1999) durante o período de maturação.

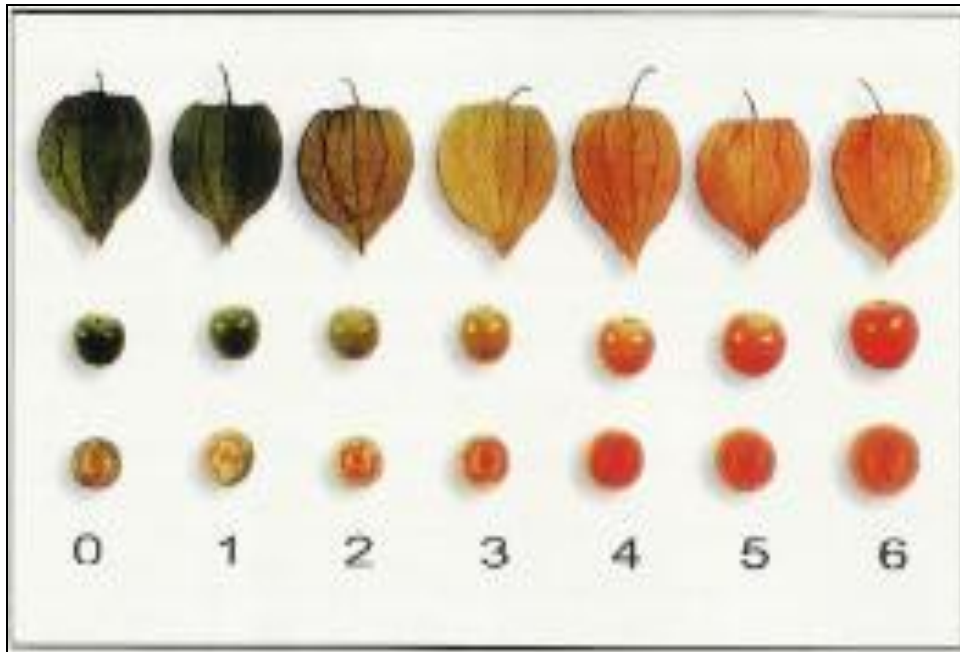


FIGURA 2.5 – Escala de cor do cálice, fruto e polpa de *Physalis peruviana* L., baseada na Norma Técnica Colombiana NTC 4580 de ICONTEC (1999). (GALVIS *et al.*, 2005).

A physalis em ponto de amadurecimento verde, apresenta altos níveis de amido o qual hidrolisa durante a maturação (FISCHER, 1995); a primeira consequência desta hidrólise do amido é o aumento do teor de sólidos solúveis. Os sólidos solúveis aumentam durante o período de desenvolvimento do fruto e alcançam seu máximo valor de grau de maturação fisiológico aproximadamente aos 56 dias após a antese. A partir desta data ocorre a diminuição progressiva no conteúdo de sólidos solúveis; simultaneamente a este processo o pH do fruto aumenta por consequência da redução dos níveis de ácidos orgânicos, comportamento este próprio dos frutos climatéricos (TABELA 2.1) (GALVIS *et al.*, 2005).

TABELA 2.1 – °Brix e pH dos frutos de *Physalis peruviana* L. durante o desenvolvimento em cultivo no município de Granada – Colômbia (CASTAÑEDA; PAREDES, 2003).

DIAS DE DESENVOLVIMENTO	°Brix	pH
7	1,30	5,67
14	1,30	5,77
21	8,93	4,91
28	11,20	4,61
35	12,00	4,33
42	12,67	3,90
49	13,37	3,68
56	14,53	3,52
63	13,80	3,57
70	13,60	3,56
77	12,80	3,60
84	12,53	3,80

Existem vários métodos para definir o momento apropriado da colheita. Como já citado anteriormente, a mudança da coloração do fruto e do cálice é o método mais utilizado pelos produtores e comerciantes para estabelecer o momento ideal de colheita; o grau de maturação deve ser escolhido de acordo com a necessidade do mercado alvo (FISCHER; MARTÍNEZ, 1999; GALVIS *et al.*, 2005).

Recomenda-se para os frutos de *physalis* que a colheita seja realizada nas horas mais frescas do dia, para evitar umidade excessiva do cálice. As cestas de colheita devem ter capacidade máxima de 10 kg para evitar danos mecânicos pelo excesso de peso,. No momento da colheita deve-se classificar os frutos pelo ponto de maturação, buscando uniformidade; evitar ferimentos e manipulação excessiva; proteger os frutos a exposição aos raios solares e descartar frutos com danos que impeçam a comercialização, são essenciais para frutos de boa qualidade. Após a colheita, recomenda-se comercializar os frutos até 12 horas, caso contrário, os frutos devem ser mantidos a temperatura de aproximadamente 4 °C e 90% de umidade relativa do ar (GALVIS *et al.*, 2005).

Ao iniciar a colheita dos frutos esta será contínua e semanal; durante o pico de produção a colheita deve ser realizada pelo menos duas vezes na semana. Deve-se levar em conta que a *physalis* apresenta hábito indeterminado (FISCHER, 2000). Isto significa que durante todo o período produtivo, a mesma planta apresentará flores e frutos em diferentes estádios de desenvolvimento e maturação, necessitando de cuidados especiais para não prejudicar as próximas colheitas (GALVIS *et al.*, 2005).

Durante a colheita até a comercialização o cálice fornece proteção aos frutos, principalmente contra danos mecânicos durante o transporte (NOVOA *et al.*, 2006). O cálice, que não é comestível, pode alcançar em seu estado úmido peso de até duas gramas, entretanto quando desidratados pesa apenas um décimo deste valor. Além disto o cálice desidratado contribui para a diminuição da perda de peso dos frutos, é eficiente na prevenção de focos de doenças e apresenta maior atratividade para o consumidor (GALVIS *et al.*, 2005).

2.2.3 Pós-colheita

O período de secagem do cálice depende do sistema empregado: convecção forçada ou convecção normal, e o grau de maturação do fruto e do cálice (CASTRO *et al.*, 2008). É necessário conhecer os sistemas de secagem a fim de determinar o método mais apropriado e eficiente para cada caso (GALVIS *et al.*, 2005). Estudando o efeito da secagem do cálice em temperatura ambiente (18 °C, 60% UR) por um período de 2, 4 e 6 horas e em condições modificadas (24 °C, 35% UR) por 2, 4, 6 e 36 horas, em frutos de *P. peruviana* com cálice verde (grau 3), cálice verde-amarelo (grau 4) e cálice amarelo (grau 5) ((FIGURA 2.5) segundo normas da ICONTEC (1999)), Novoa *et al.* (2002) encontraram que os melhores resultados foram para frutos com cálice verde-amarelo, secos a 24 °C e 35% de UR durante seis horas, sem afetar as características físico-químicas e sensoriais do fruto durante armazenamento posterior.

O processo de secagem deve ser feito por ar forçado seco e quente, durante curto período de tempo para não afetar a qualidade do fruto. Geralmente a secagem do cálice ocorre após a classificação dos frutos e antes da embalagem (GALVIS *et al.*, 2005).

Atualmente, o mercado internacional de physalis tem exigido a remoção do cálice e da cera natural (VEGA, 2008), além do tratamento quarentenário a frio, a fim de combater as larvas da mosca das frutas (NOVOA *et al.*, 2006). De acordo com Alvarado *et al.* (2004) a physalis sem cálice resistem sem deteriorar ao tratamento quarentenário a frio durante 16 dias a temperatura de $\leq 1,67$ °C.

Apesar da importância do tratamento quarentenário dos frutos, deve-se considerar qual tecnologia será adotada para a comercialização e a exigência do mercado. Para alguns autores a presença do cálice, além da finalidade de proteção, prolonga a vida pós-colheita dos frutos em até 2/3 (HERRERA, 2000) por diminuir a taxa de respiração e possivelmente produzir

menos etileno (BOLZAN *et al.*, 2011). VILLAMIZAR *et al.* (1993) armazenaram frutos de *P. peruviana* a 6 °C e 18 °C e determinaram que a taxa de respiração de frutos sem cálice pode chegar a 2,9 vezes superior aos frutos com cálice. Em trabalho realizado por Alvarado *et al.* (2004) a vida-de-prateleira dos frutos com cálice mantidos a 18 °C foi de aproximadamente 30 dias, para os frutos sem cálice a vida-de-prateleira foi de apenas 20 dias. A presença do cálice diminui a intensidade respiratória, reduz a perda de peso (LANDWEHR; TORRES, 1999) e também reduz as perdas da coloração devido à desnaturalização da clorofila, carotenoides e das antocianinas (GALVIS *et al.*, 2005).

Tradicionalmente, os materiais utilizados como embalagens têm sido selecionados no sentido de ter a mínima interação com o alimento que acondicionam (AZEREDO *et al.*, 2000). Para a embalagem de frutos o que se destaca convencionalmente é o uso de cestas plásticas, com capacidade de 20 a 25 frutos (peso total entre 100 a 150 gramas) (FIGURA 2.6), sobre a qual se coloca um filme plástico, fixado com uma fita de borracha ou em alguns casos o filme plástico é autoadesivo (GALVIS *et al.*, 2005). Outro tipo de embalagem bastante utilizada são as caixas plásticas com tampa (FIGURA 2.7).



FIGURA 2.6 – Embalagem convencional de frutos de physalis



FIGURA 2.7 – Embalagem cumbuca plástica com tampa para frutos de *physalis*

Durante o armazenamento, os frutos podem ser acondicionados em filmes plásticos, que funcionam como uma barreira para o desenvolvimento do vapor da água, garantindo a manutenção de umidade relativa elevada no interior da embalagem e a turgidez dos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os filmes plásticos reduzem sensivelmente a perda de massa dos frutos, retardando o amadurecimento e a elevação das taxas respiratórias, assim como reduzem a produção de etileno e atrasam a perda de firmeza e várias outras transformações bioquímicas, como a degradação da clorofila e o aparecimento dos pigmentos carotenoides (MELO *et al.*, 2002).

Alguns sistemas de embalagens têm sido desenvolvidos com o objetivo de interagir de forma desejável com o alimento – são embalagens ativas, geralmente planejadas para corrigir deficiências das embalagens passivas (DAINELLI *et al.*, 2008).

As embalagens ativas têm várias funções adicionais, como de alterar as condições do produto, aumentando sua vida-de-prateleira, segurança e qualidade e, ou melhorando suas características sensoriais (SOARES *et al.*, 2009). Alguns sistemas de embalagens ativas já foram desenvolvidas no Brasil e encontram aplicação em produtos disponíveis no mercado. As principais técnicas de embalagens ativas dizem respeito a substâncias que absorvem oxigênio, etileno, umidade e odor e aquelas que emitem dióxido de carbono, agentes antimicrobianos, antioxidantes e aromas (VERMEIREN *et al.*, 1999). Estas técnicas consistem na incorporação e/ou imobilização de certos aditivos às embalagens em vez da incorporação direta do produto (SOARES *et al.*, 2009).

Entre os produtos incorporados as embalagens, o mineral zeólito (zeolite) tem sido estudado por ser um absorvente de etileno; ao incorporar este mineral inerte ocorre aumento nas taxas de permeabilidade ao oxigênio, ao gás carbônico e ao etileno, e na relação entre a taxa de permeabilidade ao gás carbônico e a taxa de permeabilidade ao oxigênio, (LEE *et al.*, 1992). Em estudo realizado por Melo *et al.* (2002) os frutos de cherimóia embalados em embalagens incorporadas com zeólito, preservaram suas qualidades químicas e físicas pelo dobro do período (quatro semanas) quando comparados aos frutos em embalagem sem o mineral e armazenados em ambiente refrigerado, conservando-se apropriados para posterior consumo.

O armazenamento adequado de frutos frescos prolonga a vida útil, controla a saturação do mercado, proporciona maior número de produto para escoar durante todo o ano, ajuda na comercialização ordenada, aumenta o faturamento dos produtores e principalmente, conserva a qualidade pós-colheita dos frutos frescos. O objetivo principal do armazenamento é controlar a taxa respiratória, a incidência de doenças e conservar o produto de maneira adequada para o seu consumo posterior (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O êxito do armazenamento de frutos de *physalis* está relacionado a três parâmetros fundamentais: temperatura, umidade relativa do ar e concentração de etileno (GALVIS *et al.*, 2005). Quando o armazenamento de *physalis* é realizado sob baixas temperaturas, a temperatura deve estar entre 4 °C e 10 °C, permitindo um período de conservação de aproximadamente cinco semanas. O *National Research Council* (1989) aconselha para *P. peruviana* o armazenamento a 2 °C por um período de aproximadamente seis meses. Alvarado *et al.* (2004) afirmam que a fruta submetida a tratamento quarentenário de 16 dias a 1,5 °C, ao ser submetida a temperaturas mais elevadas não apresenta nenhum tipo de dano. Durante o armazenamento a temperatura deve ser constante, pois as alterações podem ser prejudiciais ao fruto. Também é conveniente submeter os frutos a pré-resfriamento à temperatura intermediária (GALVIS *et al.*, 2005).

A umidade relativa do ar recomendada para o armazenamento de *P. peruviana* varia entre 80 a 90% (GALVIS *et al.*, 2005). Para *Mercantile Publishers* (1989) frutos armazenados a 14 °C devem estar sob umidade relativa de 80%, porém para armazenamento a 20 °C a umidade relativa deve ser reduzida para 60%, a fim de reduzir a incidência de doenças. Em pesquisa realizada por Alvarado *et al.* (2004) os pesquisadores afirmam que a umidade relativa de 68% aumenta a intensidade respiratória durante o pico climatérico do fruto de *P. peruviana* sem cálice e quando armazenados a 88% de umidade relativa do ar nas

mesmas condições a respiração torna-se mais lenta; esses autores supõem que temperaturas baixas durante o armazenamento mascaram possíveis efeitos da umidade relativa sobre o comportamento pós-colheita dos frutos.

Para o armazenamento dos frutos de *physalis* há muita divergência sobre qual a melhor condição do ambiente e o período de armazenamento que os frutos podem ser mantidos, a fim de prolongar a vida útil com características físicas, químicas e sensoriais satisfatórias. As pesquisas apontam que frutos de *P. peruviana* podem ser armazenadas a 1,5 °C e umidade relativa entre 68 a 88% durante 34 dias (ALVARADO *et al.*, 2004); frutos armazenados com cálice a 4 °C por 72 dias (BURBANO, 1989); frutos com cálice a 6 °C e 7,5 °C e umidade relativa de 70% duram aproximadamente 30 dias armazenados (VILLAMIZAR *et al.*, 1993; LOPES; PÁEZ, 2002).

Nas últimas décadas, novas tecnologias, como a biotecnologia, engenharia genética, processamento de alimentos, inovações de produtos e produção em massa, habilitaram os cientistas de alimentos a planejar novos produtos saudáveis. Há em todo o mundo um crescente interesse pelo papel desempenhado pelos alimentos à saúde (HEASMAN; MELLENTIN, 2001).

As substâncias consideradas como alimentos funcionais podem ser nutrientes como vitamina C, vitamina E, β -caroteno, ácido fólico, cálcio e niacina ou não nutrientes, incluindo diferentes tipos de compostos químicos presentes em frutas e hortaliças. Entre as mais pesquisadas, notadamente quanto ao seu efeito preventivo contra o câncer, encontram-se: fibras, compostos fenólicos, terpenoides, carotenoides, minerais como o selênio e o cálcio, isotiocianatos aromáticos, entre outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os alimentos funcionais estão divididos em classes: pro bióticos e pre bióticos, sulfurados e nitrogenados, vitaminas antioxidantes, compostos fenólicos, ácidos graxos poli-insaturados e fibras (Oligossacarídeos) (MORAES; COLLA, 2006).

O principal grupo de agentes inibidores da carcinogênese é representado por antioxidantes, bloqueadores de radicais livres entre eles: o ácido ascórbico e os carotenoides (α -caroteno e β -caroteno) (ZHANG *et al.*, 1999; FERRARI, 2001). Os radicais de oxigênio (radicais hidroxila e peroxila) e o ânion superóxido têm um papel importante nas reações bioquímico-fisiológicas do corpo humano (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006). Antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres e complexação de metais (PIETTA, 2000).

O ácido ascórbico (FIGURA 2.8) não é sintetizado pelo organismo humano, o que torna indispensável a sua ingestão mediante dieta. Os alimentos de origem vegetal podem suprir a maior parte das vitaminas necessárias no organismo, mas a sua importância advém, principalmente, pelo suprimento de vitamina C (COULTATE, 2004).

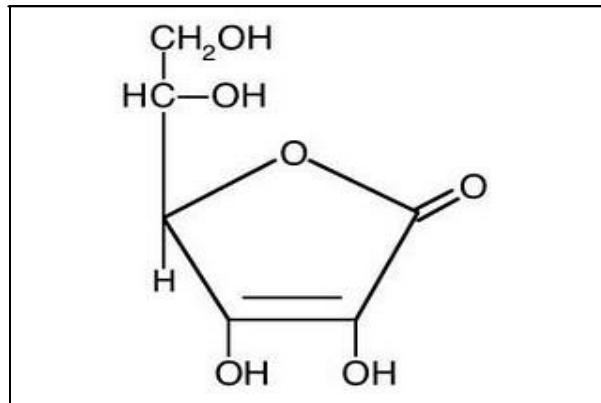


FIGURA 2.8 – Estrutura da vitamina C (ácido ascórbico). (MORAES; COLLA, 2006)

Estudos mostram que a vitamina C é eficiente na prevenção do escorbuto e manutenção da saúde da pele, gengivas e vasos sanguíneos. Também possui diversas funções biológicas na formação do colágeno, absorção de ferro inorgânico, redução do nível de colesterol, inibição da formação de nitrosaminas¹ e fortalecimento do sistema imunológico. Como antioxidante, reduz o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (CARVALHO *et al.*, 2006). Além disto, em ensaios biológicos com animais, incluem que a vitamina C possui efeito protetor contra os danos causados pela exposição às radiações e aos medicamentos (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Embora a vitamina C seja considerada como o componente nutricional mais importantes nas frutas, o seu teor em geral não ultrapassa o valor de 0,3%. A dose recomendada para manutenção de nível de saturação da vitamina C no organismo é cerca de 100 mg por dia (MANELA-AZULAY *et al.*, 2003). Em estudos realizados para *P. angulata* os valores médios obtidos de vitamina C foi 25 mg.100g⁻¹ (OLIVEIRA *et al.*, 2011); para os

¹Compostos químicos cancerígenos de estrutura R₂N-N=O; Nitrosinas são produzidas a partir de nitritos e aminas; a sua formação pode ocorrer apenas sob certas condições, como meios fortemente ácidos tais como a do interior do estômago humano. Tal substância pode ser encontrada em alimentos como: cerveja, peixes e seus derivados, derivados de carnes e queijos preservados com conservantes de sal de nitrito. Eles são formados quando as proteínas dos alimentos reagem com os sais de nitrito no estômago (CHITARRA; CHITARRA, 2006).

frutos de *P. peruviana* o teor médio encontrado é de 33 mg.100g⁻¹ (GUTIÉRREZ *et al.*, 2007).

Os carotenoides, provitamina A, amplamente distribuídos nos vegetais e animais, representam um grupo de pigmentos naturais lipossolúveis com tonalidades que variam do amarelo ao vermelho. Na sua maioria, estes pigmentos são tetra terpenos constituídos por oito unidades de isopreno (C₅H₈), com duplas ligações conjugadas que compõem o sistema cromóforo (FIGURA 2.9) (SHAMI; MOREIRA, 2004).

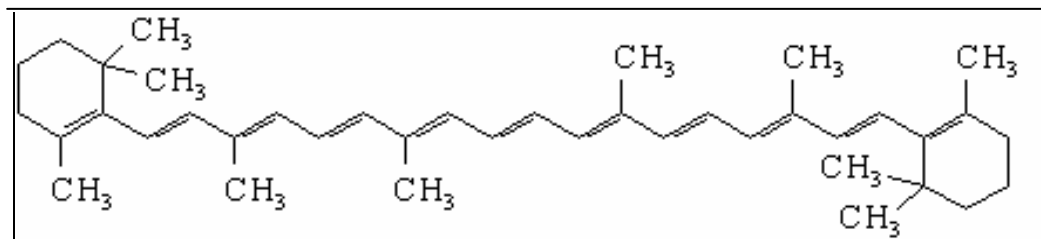


FIGURA 2.9 – Estrutura química da molécula de caroteno (MORAES; COLLA, 2006)

Nos alimentos, além de contribuírem com a cor, alguns pigmentos carotenoides atuam como provitamina A. Os carotenoides são convertidos em vitamina A a medida que o organismo necessita, com graus variáveis de eficiência. As formas de caroteno provitamina A são encontradas nas hortaliças folhosas verde-escuras e nas amarelo alaranjadas (CARVALHO *et al.*, 2006). Cores mais escuras estão associadas a maiores teores de provitamina A (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998). O β -caroteno é o carotenoide provitamina A mais ativo; ele é um pigmento laranja termo lábil, sensível à luz e ao oxigênio, e que está associado à proteção contra doenças cardíacas e câncer (CARVALHO *et al.*, 2006).

A diferença química entre o α -caroteno e o β -carotenos encontra-se nos anéis terminais da molécula. O β -caroteno contém dois anéis de β -ionona, ao passo que os demais possuem apenas um anel, o qual é responsável pela atividade pró-vitamínica (FIGURA 2.10) (COULTATE, 2004).

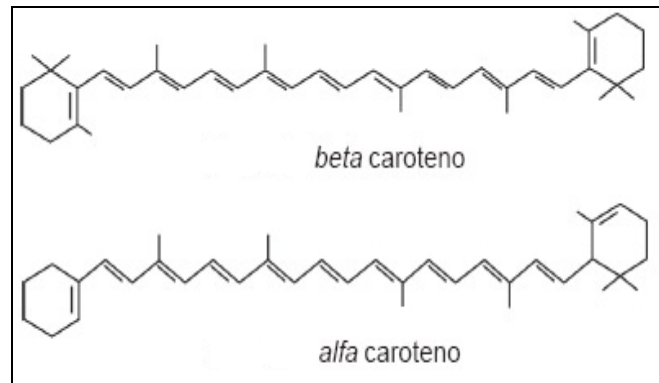


FIGURA 2.10 – Estrutura de pigmentos carotenoides (β -caroteno e α -caroteno), com atividade provitamina A (MORAES; COLLA, 2006).

Os carotenoides são responsáveis por diversas atividades biológicas como a remoção do oxigênio singlete, remoção de radicais peroxila, modulação do metabolismo de carcinógenos, inibição da proliferação celular, aumento da diferenciação celular (retinóides), estimulação da comunicação intercelular, aumento da resposta imunológica e capacidade de filtrar a luz azul; sabe-se que o β -caroteno é capaz de proteger o DNA contra a oxidação (FERRARI; TORRES, 2002).

A Legislação Brasileira recomenda 5.000 U.I. de vitamina A como dose diária, conforme resolução 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA. No caso do Brasil, as 5.000 U.I. recomendadas para adultos são compostas de 2.500 U.I. de retinol e 2.500 U.I. de β -caroteno (SOUZA; VILAS BOAS, 2002).

A quantificação do valor de vitamina A é deduzida considerando-se que 6 mg de β -caroteno (o qual possui 100% de atividade vitamínica), corresponde a 10 U.I. de vitamina A ou a um equivalente de retinol (RE). Considerando-se 3 mg de α e γ -caroteno para a conversão, porque eles apresentam apenas metade da atividade de β -caroteno. Frutos de coloração amarela como manga e mamão, por exemplo, contêm entre 2.500 e 3.000 U.I. de carotenoides totais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em trabalhos com frutos de physalis, encontrou-se para *P. angulata* conteúdos médios de carotenoides totais de 3.990 U.I (OLIVEIRA *et al.*, 2011) e 1.000 a 5.000 U.I. para *P. peruviana* (GALVIS *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, uma quantidade substancial de evidências tem indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas associadas ao envelhecimento, como câncer, declínio do sistema cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (ATOUI *et al.*, 2005).

A formação de radicais livres *in vivo* ocorre via ação catalítica de enzimas, durante os processos de transferência de elétrons que ocorrem no metabolismo celular e pela exposição a fatores exógenos. Contudo, na condição de pró-oxidante a concentração desses radicais pode aumentar devido à maior geração intracelular ou pela deficiência dos mecanismos antioxidantes. O desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que resulta na indução de danos celulares pelos radicais livres tem sido chamado de estresse oxidativo. A defesa antioxidante é constituída principalmente pelas vitaminas A, C e E, e das enzimas catalase (CAT), glutatona reduzida (GSH), glutatona peroxidase (GPx) e superóxidos dismutase (SOD) (TAVARES *et al.*, 2000; BARREIROS *et al.*, 2006).

Compostos fenólicos são metabólitos secundários naturalmente presentes em frutas; são biossintetizados a partir de duas rotas metabólicas, a via ácido chiquímico e a via ácido mevalônico (TAIZ; ZEIGER, 2004). Estão envolvidos no processo de crescimento e reprodução das plantas, sistema de defesa à radiação ultravioleta ou a agressões de insetos ou patógenos (MANACH *et al.*, 2004), protetores de doenças na pré-colheita, além do papel na coloração e no *flavor* de muitos produtos, contribuindo para a adstringência, a acidez ou para o sabor amargo de alguns frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Quimicamente, os compostos fenólicos são substâncias que possuem em sua estrutura pelo menos um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Mais de 8.000 compostos fenólicos já foram identificados, sendo que a maioria destes compostos pertence à classe dos flavonoides, dos ácidos fenólicos (não flavonoides e dos poli fenóis (KING; YOUNG, 1999; DREOSTI, 2000)).

Sabe-se que as frutas e hortaliças são fontes importantes de diversos compostos antioxidantes como vitamina C, compostos fenólicos, vitamina E e carotenoides. Esta é uma das razões porque o consumo de frutas e hortaliças vem sendo continuamente incentivado. A eficácia da ação antioxidante dos compostos bioativos depende de sua estrutura química e da concentração destes fitos químicos no alimento, cujo teor é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação, variedade da planta, entre outros (CAMPOS *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2009).

Em função da grande diversidade química existente entre os compostos fenólicos, vários ensaios têm sido desenvolvidos para avaliar a capacidade antioxidante de diferentes amostras, não existindo um procedimento metodológico universal (FRANKEL; MEYER, 2000). Entre os métodos existentes, destaca-se o ensaio do DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), onde o radical DPPH reage com o antioxidante convertendo-o na forma

reduzida (1,1-difenil-2-picrilhidrazina). Nesta reação, a solução metanólica de DPPH, inicialmente de coloração violeta, torna-se amarela e o grau de descoloramento indica a habilidade do antioxidante em sequestrar o radical livre (ABDILLE *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2006; ROESLER *et al.*, 2007). Entre os métodos utilizados para a quantificação dos compostos fenólicos, um dos mais citados na literatura é o de redução do reagente Folin-Ciocalteu (SWAIN; HILLIS, 1959), onde este tem capacidade de reduzir fenóis formando um complexo azul intenso, cuja intensidade aumenta linearmente a 760 nm.

A determinação de fenólicos totais através do método Folin-Ciocalteu é muito bem aceita, além de ser simples e reprodutiva. O reagente de Folin-Ciocalteu consiste do ácido fosfotúngstico-fosfomolibdico e quando reage com os compostos fenólicos, em condições alcalinas, ocorre dissociação de um próton fenólico levando à formação do ânion fenolato. Esse ânion é capaz de reduzir o reagente, formando o complexo azul de molibdênio (HUANG *et al.*, 2005; GENOVESE *et al.*, 2003). Atualmente, este é um dos métodos preconizados para avaliar a capacidade antioxidante através do poder redutor de extratos de amostras vegetais (PRIOR *et al.*, 2005). Como ele não é específico para compostos fenólicos, existe a possibilidade de ser reduzido por outros compostos, como o ácido ascórbico levando, portanto, a uma superestimação dos resultados (HUANG *et al.*, 2005).

Os frutos de *P. angulata* apresentam valores de fenólicos totais de 63,70 mg de GAE.100 g⁻¹ (OLIVEIRA *et al.*, 2011) e frutos de *P. peruviana* de 57,9 mg de GAE.100 g⁻¹ (ROCKENBACH *et al.*, 2008). Os frutos de *physalis* apresentam alto conteúdo de fenólicos totais e considerável atividade antioxidante, comparáveis a diversas frutas como abacaxi (21,7 mg de GAE.100 g⁻¹), maracujá (20,0 mg de GAE.100 g⁻¹) (KUSKOSKI *et al.*, 2006), goiaba (46,77 mg de GAE.100 g⁻¹), acerola (279,99 mg de GAE.100 g⁻¹), graviola (24,11 mg de GAE.100 g⁻¹), bacuri (8,25 mg de GAE.100 g⁻¹) e cupuaçu (7,38 mg de GAE.100 g⁻¹) (SOUSA *et al.*, 2011).

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE *Physalis angulata* L. PRODUZIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PARANÁ

Renata Padilha BOLZAN¹; Francine Lorena CUQUEL²; Maria Lúcia MASSON³ e Átila Francisco MÓGOR⁴

RESUMO – As características físico-químicas de um fruto são importantes, pois são as mesmas que definem a qualidade dos frutos. Este trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos físicos e químicos de frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná. Frutos de *Physalis angulata* L. foram colhidos no ponto de maturação definido pela coloração do cálice amarelo pardo e frutos amarelo-claro e caracterizados pelas análises físico-químicas: diâmetro dos frutos, massa dos frutos, número de sementes por fruto, firmeza da polpa, coloração da epiderme (L^* , a^* , b^* , e $^{\circ}\text{hue}$), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, vitamina C, açúcares totais, açúcares redutores, fenóis totais e atividade antioxidante. Os frutos recém-colhidos foram caracterizados como frutos pequenos (1,06 cm), de polpa macia, coloração alaranjada e sabor adocicado, relação SS/AT > 6, atingindo o padrão exigido para comercialização *in natura*, e mostraram-se como boa fonte de vitamina C (26,97 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹), alto conteúdo de fenólicos totais (52 mg GAE 100 g⁻¹) e considerável atividade antioxidante (IC₅₀ 93,84 µg.mL⁻¹), o que indica que a Região Metropolitana de Curitiba – Paraná é propícia para a produção de frutos de *Physalis angulata* L.

Palavras-chave: Camapu, composto bioativo, composto fenólico, atividade antioxidante, vitamina C, DPPH.

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da UFPR. Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, CEP 80.035-050, Curitiba, PR, Bolsista CAPES, e-mail: renata_bolzan@hotmail.com

²Professora Associada, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR, CEP 80.035-050, Curitiba-Paraná. e-mail: francine@ufpr.br

³Professora Associada, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Engenharia Química, Usina Piloto A, CEP 83.323-380, Curitiba-Paraná. e-mail: masson@ufpr.br

⁴Professor Associado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR, CEP 80.035-050, Curitiba-Paraná. e-mail: afmogor@gmail.com

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION FRUIT *Physalis angulata* L. PRODUCED IN METROPOLITAN REGION CURITIBA - PARANÁ

ABSTRACT – The physico-chemical characteristics of the fruit are important because they are the same that define the quality of the fruit. This study aimed to characterize the physical and chemical properties of fruits of *Physalis angulata* L. produced in the Metropolitan Region of Curitiba - Paraná. Fruits of *Physalis angulata* L. were harvested at commercial maturity and characterized by evaluating: fruit diameter, fruit weight, number of seeds per fruit, flesh firmness, skin color (L^* , a^* , b^* , and °hue), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, vitamin C, total sugar, reducing sugar, total phenolics and antioxidant activity. The fruits freshly harvested fruits were characterized as small (1,06 cm), soft pulp, orange color and sweet taste, SS/TA ratio ≥ 6 , reaching the required standard for fresh fruit market and proved itself as a good source of vitamin C (26,97 mg de Ascorbic Acid 100 g⁻¹), high content total phenolics (52 mg GAE 100 g⁻¹) and antioxidant activity (IC₅₀ 93,84 µg.mL⁻¹) indicating that considerable Metropolitan Region of Curitiba - Paraná is conducive to the production of fruits of *Physalis angulata* L.

Keywords: Ground cherry, bioactive compounds, phenolic compounds, antioxidant activity, DPPH.

3.1 INTRODUÇÃO

A physalis (*Physalis angulata* L.) é uma planta nativa brasileira e popularmente conhecida com Camapu. Pertence à família das Solanaceae e é bastante utilizada na medicina popular de países como Peru (DUKE; VÁSQUEZ, 1994), Colômbia (BARRIGA *et al.*, 1975), Suriname (HASRAT *et al.*, 1997) e Brasil (AGRA *et al.*, 1994; SILVA; AGRA, 2005). Ela produz esteroides e cortiesteroides como fisalinas B, F e G, que atuam no sistema imunológico (TOMASSINI *et al.*, 2000), e seus frutos são ricos em vitaminas A e C (BIANCHI; ANTUNES, 1999). A *P. angulata* possui propriedades antibacteriana, antipirética, imunomodulatória, sendo utilizada no tratamento de doenças como a malária, asma, hepatite, dermatite e reumatismo (WU *et al.*, 2005).

O interesse pelos frutos nativos tem aumentado por se acreditar que o consumo dos mesmos melhora a saúde humana. Para validar e determinar este pressuposto, a caracterização

dos referidos frutos *in natura* é necessário muitas vezes pela carência de informações. Os benefícios à saúde têm sido associado principalmente aos compostos bioativos (carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C) com propriedades antioxidantes (TONIETTO *et al.*, 2008), além de mostrar suas potencialidades e estimular o consumo desta espécie nativa como alimento. Esse efeito protetor tem sido atribuído, em grande parte, a propriedades biológicas ditas promotoras da saúde, tais como atividade antioxidante, antiinflamatórias e hipocolesterolêmica de nutrientes como as vitaminas e compostos fenólicos. Entre estes podemos citar as antocianinas dos frutos vermelhos (SEIFRIED *et al.*, 2007).

A *P. peruviana*, apresenta alto conteúdo de compostos fenólicos totais e considerável atividade antioxidante, comparáveis a diversas outras frutas consumidas no Brasil (ROCKENBACH *et al.*, 2008). Assim, o fruto de *Physalis* pode ser considerado uma boa fonte de compostos antioxidantes naturais (HARBONE; WILLIANS, 2000).

As características físico-químicas de um fruto são importantes, pois, assim como constatado por Cardoso *et al.* (2006) são as mesmas que definem a qualidade dos frutos. Os constituintes responsáveis pela qualidade dos frutos recebem influência direta da cultivar, condições climáticas, solo, tratos culturais e estádios de maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disto, o conteúdo de fenólicos de plantas depende de fatores intrínsecos (gênero, espécie, cultivar) e extrínsecos (condições ambientais e de cultivo, manejo e condições de armazenamento) (TOMÁZ-BARBERAN; ESPÍN, 2001). Não há, portanto, possibilidade de extrapolar os resultados de uma região para a outra, o que implica a necessidade de pesquisas no âmbito regional para o conhecimento da qualidade dos frutos (ESTEVES; CARVALHO, 1982).

De maneira geral, a capacidade antioxidante de frutas e hortaliças está relacionada aos teores de compostos hidrossolúveis como os compostos fenólicos e a vitamina C, que impedem a ação dos radicais livres. Desta maneira, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar os atributos físicos e químicos de frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *P. angulata* avaliados nesta pesquisa foram produzidos no Centro de Estações Experimentais do Canguiri – CEEEx – UFPR, localizado na Região Metropolitana de

Curitiba - Paraná, no município de Pinhas, a 25°17'30" de latitude Sul e 49°13'27" de longitude Oeste e altitude de 930 metros. O solo é caracterizado pela EMBRAPA (1999), como Cambissolo Háptico Tb Distrófico Latossólico, com horizonte A proeminente, textura argilosa, e clima da região, segundo a classificação climática de Köeppen, IAPAR (1994), do tipo "Cfb", com precipitação média anual de 1400 a 1600 mm, com temperaturas médias no mês mais frio de 18 °C e nos meses mais quentes inferiores a 22 °C (IAPAR, 2007).

O campo experimental era formado por 315 plantas de *Physalis angulata* L. com espaçamento 3 m x 2 m. A condução é a padrão para produção comercial de physalis com sistema de "V" alto que consistiu na colocação de postes de 2,6 m de altura a cada 5 metros. O tutoramento foi feito com fitilho com 8 hastes por planta.

O sistema de cultivo utilizado foi orgânico e para o preparo do terreno foram realizadas duas gradagens e uma aração. A calagem de solo foi realizada com base nos valores obtidos na análise de solo, sendo aplicado de uma única vez 4 ton.ha⁻¹ de calcário Filler, PRNT 100%. Após 30 dias da calagem foram abertas as covas para plantio, com 40 x 40 x 40 cm; as covas foram preparadas com uma mistura da terra extraída da própria cova, 1,5 kg⁻¹ de esterco ovino curtido, 100 g de termo fosfato e 50 g microelementos.

Após o preparo das covas, o transplante das mudas foi realizado 15 dias depois do fechamento das covas, com as mudas de *Physalis angulata* L., semeadas no dia 17 de Novembro de 2010 em substrato Plantimax®. As mudas no momento do transplante tinham aproximadamente 10 cm e estavam em bandejas de 128 células há 60 dias em casa de vegetação. Os frutos foram colhidos partir do mês de Fevereiro de 2012.

As colheitas dos frutos foram realizadas nos períodos de 27/02/2012, 04/04/2012 e 01/05/2012 em ponto de colheita caracterizado pelo cálice seco com coloração amarelo pardo e frutos amarelo-claro, baseado nas normas de colheita para frutos de *P. peruviana* (GALVIS *et al.*, 2005).

Nas análises físicas foram avaliados 300 frutos de *P. angulata* L. (100 em cada época de colheita), escolhidos aleatoriamente. As análises realizadas foram: **diâmetro dos frutos** – com auxílio de paquímetro digital, expresso em centímetros (cm), **massa fresca dos frutos** – com auxílio de balança analítica, expresso em gramas (g), **número de sementes por fruto** – as sementes foram retiradas dos frutos em água corrente, removendo toda polpa da fruta, com auxílio de peneira e colocados sob papel absorvente para secagem, a contagem foi manual, **coloração da epiderme** - realizada nas duas faces equatoriais do fruto, com auxílio de colorímetro eletrônico Minolta CR 300, os parâmetros de cor medidos foram: L*, a* e b*,

representando L^* o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100), a^* croma de verde a vermelho (-60 a +60), b^* croma de amarelo a azul (-60 a +60). A partir dos valores obtidos, fez-se o cálculo do ângulo de coloração:

$$^{\circ}\text{hue} = (\text{Tang}^{-1} b^* \cdot a^{*-1})$$

O $^{\circ}\text{hue}$, que inicia no eixo $+a^*$ e é expresso em graus, sendo que 0° graus correspondem a $+a^*$ (vermelho), 90° corresponde a $+b^*$ (amarelo), 180° corresponde a $-a^*$ (verde) e 270° corresponde a $-b^*$ (azul). Através do diagrama de cromaticidade a^* e b^* , pode-se verificar a tonalidade da cor dos frutos, **firmeza da polpa** – utilizando texturômetro Stable Micro®, modelo TA-TX2 com sonda cilíndrica modelo TA39, de aço inoxidável com 2 mm de diâmetro. A profundidade de penetração foi de 8 mm e velocidade de penetração foi de 0,5 mm/s. Os valores foram expressos em Newton (N).

Para as análises químicas foram avaliados 300 frutos de *P. angulata* L. (100 em cada época de colheita), escolhidos aleatoriamente. As análises realizadas foram: **sólidos solúveis** (SS) realizado com refratômetro portátil e o resultado expresso em graus Brix ($^{\circ}\text{Brix}$), **acidez titulável** (AT) – por titulometria de neutralização com NaOH a 0,1 N, incorporado a 10 mL de suco da fruta e três gotas de fenolftaleína 1% e o resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico, **relação SS/AT** (*ratio*) – obtido pela divisão dos valores de SS por AT de uma mesma amostra; pH – obtido do suco da fruta em potenciômetro de bancada previamente calibrado, segundo metodologia da AOAC (1997); **açúcares totais** - obtidos pelo método fenol sulfúricos, **açúcares redutores** – determinados segundo metodologia do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS). Os valores para açúcares totais e redutores foram expressos em porcentagem (%) (AOAC, 1997), **vitamina C** – realizada pelo método de titulometria modificada por Benasi e Antunes (1988), no qual 25 g de amostra foram adicionadas a 50 g de ácido oxálico 2% e, desta solução, foram retiradas 20 g e transferidas para balão volumétrico de 50 mL e completadas com ácido oxálico. Após, a solução foi filtrada em papel filtro quantitativo e retirada uma alíquota de 10 mL para titulação com DCFI (2,6-diclorofenol-indofenol). Os resultados foram expressos em mg. 100 g^{-1} de ácido ascórbico, **fenóis totais** – a partir de extrato metanólico 80%, por meio de espectrofotometria na região visível, utilizando Folin-Ciocalteu. O extrato etanólico (100 mg. L^{-1}) foi dissolvido em metanol, transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL e o volume final completado com metanol. Uma alíquota de 7,5 mL desta solução foi transferida para um

balão volumétrico de 50 mL, esta segunda solução teve seu volume acertado novamente com metanol. Uma alíquota de 100 μL desta última solução foi agitada com 50 μL do reagente Folin-Ciocalteu e 6 mL de água destilada por um minuto; passado este período, 2 mL de Na_2CO_3 a 15% foram adicionados à mistura e agitados por 30 segundos. Finalmente, a solução teve seu volume acertado para 10 mL com água destilada. Após 2 horas em repouso, foi realizada a leitura a 750 nm. O teor de fenóis totais foi determinado por interpolação da absorbância das amostras contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (10 a 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e expressos em mg de GAE (equivalente de ácido gálico) por gramas de extrato e **atividade antioxidante** – utilizando o método DPPH (BRAND-WILLIANS *et al.*, 1995) baseado no radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm (RUFINO *et al.*, 2007), os resultados foram expressos em g de fruta/g de DPPH. As análises foram realizadas em triplicata.

Os resultados foram analisados por estatística descritiva utilizando-se medidas de tendência central (média) e de variabilidade de dados (desvio-padrão) pelo programa ASSISTAT 7.6 Beta, 2012.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos apresentaram diâmetro médio e peso médio (TABELA 3.1) inferiores aos encontrados em *P. angulata* por Oliveira *et al.* (2011) com diâmetro médio de $1,86 \pm 0,26$ cm e peso médio de $4,33 \pm 2,11$ g, produzidos na Região Amazônica. Em frutos de *P. peruviana* os valores médios são ainda maiores que os obtidos nesta pesquisa, com diâmetro médio dos frutos de 1,25 a 2,50 cm e peso médio de 4 a 10 g (GALVIS *et al.*, 2005) para frutos colombianos. Segundo a ICONTEC - Normas Técnicas Colombianas NTC 4580 (1999), frutos de *P. angulata* com estas dimensões são considerados pequenos. A variação encontrada no tamanho pode estar associada às influências climáticas e a constituição genética da população, pois mesmo pertencendo a mesma espécie, em cada localidade as plantas estão sujeitas a variações de temperatura, pluviosidade, umidade relativa, entre outros, que interferem na expressão de algumas características (BOTEZELLI *et al.*, 2000).

Frutos de tamanho pequeno atingem o menor valor comercial, mas geralmente não apresentam menor qualidade comestível, como observado por Shirahige *et al.* (2010) em tomates e Vilas Boas *et al.* (1998) em tangerinas.

TABELA 3.1 – Características físicas médias dos frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.

Características Físicas	Média
Diâmetro dos frutos (cm)	1,06 ± 0,98
Massa dos frutos (g)	2,16 ± 0,33
Número de sementes/fruto	175 ± 17,85
Firmeza de polpa (N)	6,20 ± 0,74

O número médio de sementes por fruto (TABELA 3.1) foi semelhante àquele encontrado em *P. peruviana* por Rufato *et al.* (2008) de 100 a 300 sementes por fruto, e também foi semelhante ao encontrado por Sánchez (2002) com 134 a 189 sementes por fruto. As sementes apesar de serem formadas basicamente por embrião, tecidos de reserva e envoltório, na natureza, diversos fatores contribuem para que haja desenvolvimento diferenciado dos seus componentes, variando entre espécies e até dentro da própria espécie, através da cor, forma e tamanho (ABUD *et al.*, 2010).

A firmeza da polpa (TABELA 3.1) dos frutos foi menor que a encontrada para *P. peruviana* de 7,97 N (LIMA *et al.*, 2009) a 18,62 N (CASTRO; BLAIR, 2010). A título de comparação, os frutos de tomate maduro apresentam firmeza de polpa de aproximadamente 19 N (PEREIRA *et al.*, 2003), o que permite caracterizar os frutos de *P. angulata* como macios.

A cor é um parâmetro crítico de qualidade e a sua determinação é muito útil para correlacionar com a concentração de pigmentos nos frutos (CHIM, 2008). Para os frutos de *P. angulata* os dados referentes a avaliação instrumental de cor encontram-se na Tabela 3.2. A média de valores de coloração da epiderme localizou-se dentro do primeiro quadrante, com valores positivos de a^* e b^* , ou seja, cor amarela.

TABELA 3.2 – Coloração da casca de frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.

Atributos de Coloração	Média
L* (luminosidade)	55,14 ± 8,56
a* (croma verde - vermelho)	6,34 ± 3,74
b* (croma amarelo - azul)	31,81 ± 3,67
°hue (ângulo de cor)	67,21 ± 20,91

A coordenada a* (verde ao vermelho) dos frutos de *P. angulata* apresenta valores menores que a coordenada b*, o que indica a maior presença de pigmentação amarela. Lima *et al.* (2009) ao estudarem frutos de *P. peruviana* observaram valores médios de a* de 8,02 e b* de 36,75 indicando frutos amarelos, semelhante ao encontrado para *P. angulata*. Quanto ao ângulo °hue (TABELA 3.2) observa-se que os frutos de *P. angulata* apresentam valores positivos próximos a 90°, também indicando a tonalidade alaranjada (MATTIUZ; DURIGAN, 2001). Os carotenoides são responsáveis por este tipo de coloração (amarela e laranja) e por diversas atividades biológicas como a remoção do oxigênio singlete, remoção de radicais peroxila, modulação do metabolismo de carcinógenos, e controle da atividade oxidativa (FERRARI; TORRES, 2002). As alterações da coloração entre os frutos de *physalis* podem ter ocorrido pelo fato que o pigmento carotenoide ser um pigmento laranja termolábil, sensível à luz e ao oxigênio (CARVALHO *et al.*, 2006). Na Figura 3.1, observa-se a variação da coloração dos frutos com menor valor de °hue (avermelhados) (FIGURA 3.1A) e maior valor de °hue (amarelados) (FIGURA 3.1B).

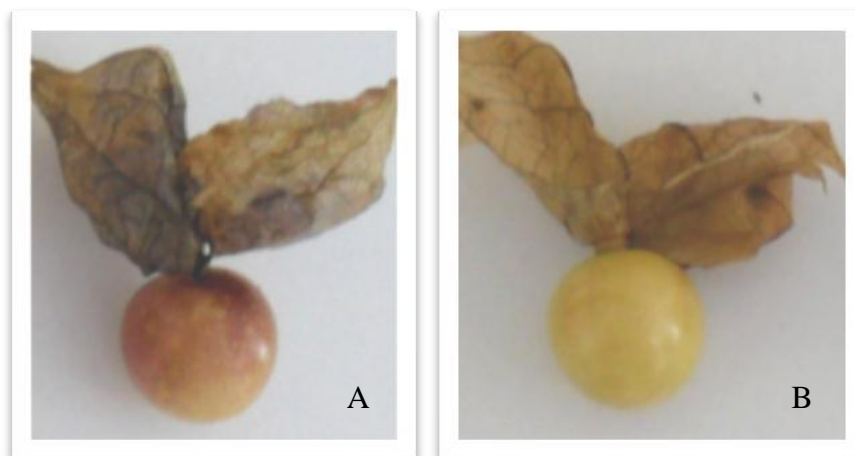


FIGURA 3.1 – Aspecto visual da coloração da epiderme de frutos de *Physalis angulata*) fruto avermelhado, B) frutos amarelo, produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná. Bolzan (2012)

Os teores de sólidos solúveis nos frutos estudados (TABELA 3.3) foram inferiores aos encontrados por Oliveira *et al.* (2011) de 12 °Brix e Bolzan *et al.* (2011) de 14 °Brix, em frutos de *P. angulata*. Estes valores também foram inferiores aos encontrados em frutos de *P. peruviana* (GALVIS *et al.*, 2005; BOLZAN *et al.*, 2011). Os teores de acidez titulável (TABELA 3.3) estão próximos aos encontrados por Oliveira *et al.* (2011) para frutos de *P. angulata* com valor médio de 0,68% de ácido cítrico e coincidem com os encontrados para frutos de *P. peruviana* de 0,40% de ácido cítrico (NOVOA *et al.*, 2006).

Os valores da relação SS/AT dos frutos de *P. angulata* foram semelhantes aos encontrados por Oliveira *et al.* (2011) para frutos da mesma espécie produzidos na região amazônica com valor médio de 17,64 e superiores aos encontrados em frutos de *P. peruviana* entre 9,09 (LICODIEDOFF; RIBANI, 2012) e 14 (BOLZAN *et al.*, 2011). A relação SS/AT é um indicador importante que expressa o sabor dos frutos, e nesta pesquisa, apesar dos teores de sólidos solúveis serem menores que os recomendados pelo CODEX (2005) de 14 °Brix, a baixa porcentagem de acidez titulável, contribuiu para elevados valores de relação SS/AT, indicando sabor agradável aos frutos (SANTANA *et al.*, 2004), que segundo as normas da ICONTEC NTC 4580 (1999) para a comercialização de physalis, a razão SS/AT $\geq 6,0$ corresponde ao índice de maturação mínimo permitido para comercialização. A partir destes resultados, observamos que a produção de physalis na Região Metropolitana de Curitiba – PR atinge o padrão de relação SS/AT exigido pelo mercado, mesmo em condições de clima subtropical.

TABELA 3.3 – Parâmetros químicos de frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná.

Características Químicas	Média
Sólidos solúveis (SS) (°Brix a 20 °C)	9,95 ± 0,36
Acidez titulável (AT) (% de ácido cítrico)	0,50 ± 0,24
Relação SS/AT	18,8 ± 0,11
pH	4,48 ± 0,02
Vitamina C (mg de ácido ascórbico. 100 g ⁻¹ fruta).	26,97 ± 6,97
Açúcares totais (%)	9,55 ± 1,45
Açúcares redutores (%)	3,90 ± 0,49
Fenóis totais (mg de GAE.100 g ⁻¹)	52,00 ± 5,31
Atividade antioxidante (IC ₅₀ (µg.mL ⁻¹))	93,84 ± 16,38

O pH encontrado para os frutos de *P. angulata* é considerado baixo, quando comparado a grande maioria das frutas nacionais (CHITARRA; CHITARRA, 2005), entretanto, coincidem com o encontrado por Oliveira *et al.* (2011) de 5,07. Lanchero *et al.* (2007) afirmam que o fator pH é considerado pouco eficiente na indicação do sabor de frutos de *physalis*, podendo ser facilmente alterado por condições de estágio de maturação, ponto de colheita, solo, condições edafoclimáticas, entre outros (SEVERO *et al.*, 2010). Para tomates a faixa de variação ideal do pH é inferior a 4,5 a superior a 3,7 para não ter acidez elevada (GIORDANO *et al.*, 2000). De modo geral, frutos excessivamente ácidos são rejeitados pelo consumidor (BORGUINI; SILVA, 2007).

O conteúdo de vitamina C (TABELA 3.3) foi semelhante aos encontrado por Oliveira *et al.* (2011) de 25 mg.100 g⁻¹ em frutos de *P. angulata* produzidos na região amazônica. Estes conteúdos de vitamina C assemelham-se a frutas como o limão (26,4 mg.100 g⁻¹) (SANTOS *et al.*, 2006), o abacaxi (28,72 mg.100 g⁻¹) (REINHARDT *et al.*, 2004) e a tangerina (21,50 mg.100 g⁻¹) (ROCHA *et al.*, 2008). Entretanto, o teor de vitamina C foi muito inferior ao encontrado em frutos de *P. peruviana* com valores entre 102,68 e 214,01 mg.100 g⁻¹ (LICODIEDOFF, 2012; LICODIEDOFF; RIBANI, 2012). As variações elevadas dos teores de vitamina C entre as variedades *P. angulata* e *P. peruviana* podem ter ocorrido pelo fato que muitos fatores pré e pós-colheita influenciam a sua concentração, desde a cultivar utilizada até condições climáticas, práticas de plantio, método de colheita e processamento, como já observado em outras culturas (LEE; KADER, 2000).

Os teores de açúcares totais (TABELA 3.3) obtidos foram superiores ao encontrados por Oliveira *et al.* (2011) de 6,45% em frutos de *P. angulata*. Os resultados obtidos assemelham-se a outras frutas como goiaba com 12% (PEREIRA *et al.*, 2003), abacaxi com 10,42% (THÉ *et al.*, 2001), mirtilo com 9,77% (SILVEIRA *et al.*, 2007) e melão com 8,4% (SOUZA *et al.*, 2008). Para os teor de açúcar redutor (TABELA 3.3) os resultados obtidos assemelham-se ao encontrado por Oliveira *et al.* (2011) de 4,12% para *P. angulata* produzidos na região amazônica. Como observado para açúcares totais, os resultados para açúcares redutores também foram semelhantes a frutas como tomate com 2,45% (FERREIRA *et al.*, 2010), maçã com 1,21% (GOULART *et al.*, 2000) e goiaba com 2,80% (PERREIRA *et al.*, 2003). Os principais açúcares solúveis dos frutos de *physalis* são a sacarose, glicose e frutos (GALVIS *et al.*, 2005) e estão presentes na forma livre ou combinada, sendo responsáveis pela doçura, por meio do balanço com os ácidos, pela cor atrativa, como derivados de antocianina e pela textura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em relação aos fenóis totais, os resultados obtidos para *P. angulata* (TABELA 3.3), foram inferiores aos encontrados por Oliveira *et al.*, (2011) de 63,70 mg de GAE.100 g⁻¹. Quando comparados a frutos de *P. peruviana* os resultados são similares aos obtidos por Rockenbach *et al.* (2008) com valor de 57,9 mg de GAE.100 g⁻¹. Ao observarmos o teor de fenóis totais de outras frutas como graviola com 8,2 mg de GAE.100 g⁻¹, carambola com 9,6 mg de GAE.100 g⁻¹ e maracujá-doce com 6,2 mg de GAE.100 g⁻¹ (GONÇALVES, 2008), podemos afirmar que a *P. angulata* tem moderado potencial antioxidante, podendo ser comparada com frutas já conceituadas pelo efeito antioxidante, como uva (182,0 mg de GAE.100 g⁻¹), morango (147,8 mg de GAE.100 g⁻¹) e *berries* diversas entre 177,5 e 690,2 mg de GAE.100 g⁻¹ (ROESLER *et al.*, 2007). O teor de fenólicos é amplamente influenciado por diversos fatores, dentre eles, variedade, fatores genéticos, estágio de maturação, condições climáticas e edáficas. Além disto, os compostos bioativos estão susceptíveis às reações de oxidações ocorridas durante o processamento e estocagem de frutos (MELO *et al.*, 2008).

A atividade antioxidante é a capacidade de retardar a velocidade de reações oxidativas, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres (ROESLER *et al.*, 2007). Na Tabela 3.3, observa-se que a atividade antioxidante dos frutos de *P. angulata* foi semelhante a obtida por Oliveira *et al.* (2011) com IC₅₀ = 92,8 µg.mL⁻¹, para a mesma espécie produzida na região amazônica. Em estudos com *P. alkalenghi* o valor médio obtido foi de IC₅₀ = 22,32 µg.mL⁻¹ (LACZKÓ-ZÖLD *et al.*, 2009). Em estudos da atividade antioxidante em frutos, encontra-se: tomate com IC₅₀ = 4,018 µg.mL⁻¹ (MONTEIRO *et al.*, 2008), laranja doce cv. Valencia com IC₅₀ = 260 µg.mL⁻¹, *Tangor* murcote com IC₅₀ = 375 µg.mL⁻¹, limão cv. Tahiti com IC₅₀ = 290 µg.mL⁻¹ (DUZZIONI *et al.*, 2010) A atividade antioxidante pode ser influenciada por fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação, variedade da planta, entre outros, tanto qualitativa quanto quantitativamente, e estas diferenças apresentam grande interesse para aplicações tecnológicas e nutricionais (CAMPOS, 2008; MELO, 2009). Assim, o fruto de *P. angulata* pode ser considerado boa fonte de compostos bioativos, apresentando, portanto, potenciais efeitos benéficos sobre a saúde humana e justificando a ampliação dos estudos.

3.4 CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou que os frutos de *Physalis angulata* L. produzidos na Região Metropolitana de Curitiba – PR são pequenos, de polpa macia, coloração alaranjada e sabor adocicado, devido a baixa acidez e elevada quantidade de açúcares, atingindo o padrão exigido para comercialização *in natura*.

Os frutos de *Physalis angulata* L. produzido na Região Metropolitana de Curitiba - PR mostrou-se como boa fonte de vitamina C, quando comparados a frutos cítricos, com alto conteúdo de fenólicos totais e considerável atividade antioxidante, comparáveis a diversas frutas tradicionalmente consumidas no Brasil.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; GALLÃO, M. I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- AGRA, M.F.; ROCHA, E.A.; FORMIGA, S.C.; LOCATELLI, E.M. Plantas medicinais dos Cariris Velhos, Paraíba. Parte I: subclasse Asteridae. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v.75, p.61-64, 1994.
- ALVES, E.O.; STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; WEBER, A.; MIQUELOTO, A.; BRACKMANN, A. Armazenamento refrigerado de ameixas ‘Letícia’ com uso de 1-MCP e indução de perda de massa fresca. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.30-36, 2009.
- A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed. Washington: ed. Patrícia Cunniff; 1997. v.2. cap.37. Métodos 932.12, 942.15.
- ARUN, M.; ASHA, V.V. Preliminary studies on antihepatotoxic effect of *Physalis peruviana* Linn. (Solanaceae) against carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.111, p.110-114, 2007.
- BARRIGA, H.G. **Flora Medicinal da Colômbia**. Tomo Tercero. Bogotá: Instituto de Ciências Naturales. 1975.
- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J.A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.
- BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutrição**, Campinas, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30, 1995.
- BOLZAN, R.P.; CUQUEL, F.L.; LAVORANTI, O.J. Armazenamento refrigerado de *Physalis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.especial, p.577-583, 2011.
- BORGUINI, R.G.; SILVA, M.V. O conteúdo nutricional de tomates obtidos por cultivo orgânico e convencional. **Revista Higiene Alimentar**, v.45, p.41-46, 2007.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Características dos frutos e sementes de quatro precedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, v.6, p.9-18, 2000.
- CAMPOS, F.M.; MARTINO, H.S.D.; SABARENSE, C.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Estabilidade de compostos antioxidantes em Hortaliças processadas: uma revisão. **Alimento e Nutrição**, v.19, n.4, p.481-490, 2008.
- CARVALHO, .G.B.de.; MACHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E.de. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.397-404, 2006.
- CASTRO, R.A.; BLAIR, G.H.G. Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L. var. *Colombia*). **Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v.19, n.21, 2010.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliça: Fisiologia e Manuseio** 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- CHIM, J.F. Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléia convencional e light. 2008. 86f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- CODEX. Norma del Codex para la uchuva, México, 2005. (Codex Stan 226 2001): acesso em 19 março 2012. <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/x1702s/x1702s0s.htm>
- CORRÊA, A.D.; ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; RIBEIRO, L.J. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante a maturação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.1, p.130-135, 2000.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related compounds. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.
- DUKE, J.A.; VÁSQUEZ, R. **Amazonian ethobotanical dictionary**. Flórida: CRC Press, 215p., 1994.
- DUZZIONI, A.G.; FRANCO, A.G.; DUZZIONI, M.; SYLOS, C.M.de. Determinação da atividade antioxidante de constituintes bioativos em frutas cítricas. **Alimento e Nutrição**, v.21, n.4, p.643-649, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999, 412p.

FERRARI, C.K.B.; TORRES, E.A.F da. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.48, n.3, p.375-382, 2002.

FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S.de.; KARKLE, E.N.L.; QUADROS, D.A.de.; TULLIO, L.T.; LIMA, J.J. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.224-230, 2010.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ed. São Paulo. 2004. 307p.

GALVIS, J.A.; FISCHER, G.; GORDILLO, M. Cosecha e poscosecha de la uchuva. In: **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p.165-188, 2005.

GIORDANO, L.B.; RIBEIRO, C.S. da. Origem botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J.B.C.da; GIORDANO, L.B. (Orgs). **Tomate para o processamento industrial**. Brasília DF. Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças. p.36-59, 2000.

GONÇALVES, A.E.S.S. Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e detmrinação dos teores de flavonóides e vitamina C. 2008. 88f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo – São Paulo

GOULART, V.D.S.; ANTUNES, E.C.; ANTUNES, P.L. Qualidade de maçã fuji osmoticamente concentrada e desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.160-163, 2000.

HASRAT, J.A.; BACKER, J.P.; VAUQUELIN, G.; VLIETINCK, A.J. Medicinal plants in Suriname: Screening of plant extracts for receptor binding activity. **Phytomedicine**. v.4, p.59-65, 1997.

ICONTEC. **Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones**. Norma técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá. 15p. 1999.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. 1994, 49p. (documento 18).

LANCHERO, O.; VELANDIA, G.; FISCHER, G.; VARELA, N.C.; GARCIA, H. Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) em poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.1, p.61-68, 2007.

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

LICODIEDOFF, S.; RIBANI, R.H. Flavonóides e atividade antioxidante do fruto de *Physalis peruviana* L. em dois estádios de maturação. **Acta Scientiarum**, aceito para publicação em 2012.

LICODIEDOFF, S. Caracterização físico-química e compostos bioativos em *Physalis peruviana* e derivados. 2012, 119p. **Tese** (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná – Curitiba/PR.

LIMA, C.S.M.; SEVERO, J.; MANICA-BERTO, R.; SILVA, J.A.; RUFATO, L.; RUFATO, A.de.R. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1060-1068, 2009.

MELO, E.de.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; SANTANA, A.P.M. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico, **Alimento e Nutrição**, v.34, n.1, p.85-95, 2009.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, v.31, p.426-428, 1959.

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENEADO, P.T.da.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimento e Nutrição**, v.19, n.1, p.25-31, 2008.

MORAIS, P.L.D.; LIMA, L.C.O.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.; ALMEIDA, A.da. S. Alterações físicas, fisiológicas e químicas durante o armazenamento de duas cultivares de sapoti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.549-554, 2006.

NOVOA, R.H.; BOJACÁ, M.; GALVIS, J.A.; FISCHER, G. La madurez del fruto y secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). **Agronomía Colombiana**, v.24, n.1, p.77-86, 2006.

OLIVEIRA, J.A.R.; MARTINS, L.H.S.; VASCONCELOS, A.M.; PENA, R.S.; CARVALHO, A.V. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de Camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v.5, n.2, p.573-583, 2011.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. de L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.; HUBINGER, M.D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.427-433, 2003.

REINHARDT, D.H.; MEDINA, V.M.; CALDAS, R.C.; CUNHA, G.A.P.; ESTEVAM, R.F.H. Quality gradients in ‘Pérola’ pineapple in function of fruit size and maturation stage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.3, p.544-546, 2004.

ROCHA, D.A.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; FONSECA, E.W.N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-Mg. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.1124-1128, 2008.

ROCKENBACH, I.I.; RODRIGUES, E.; CATANEO, C.; GONZAGA, L.V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimento e Nutrição**, v.19, n.3, p.271-276, 2008.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

RUFATO, L.; RUFATO, A.R.; SCHELEMPER, C.; LIMA, C.S.M.; KRETZSCHMAR, A.A.A. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC, Pelotas: UFPel, 2008. 100p.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico on line**, EMBRAPA, Fortaleza – CE, 2007.

SÁNCHEZ, J.P.S. Estudios fenológicos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) em El Zamorano. (**Trabajo de Licenciatura**), 24p. 2002.

SANTANA, L.R.R.; MATSURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.217-222, 2004.

SANTOS, B.R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J.L.D.; MARTINOTTO, C.; NOGUEIRA, R.C.; SILVA, A.A.N. Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.): Uma espécie promissora do cerrado brasileiro. **Boletim Agropecuário**, v.6, 2006. 33p.

SEIFRIED, H.E.; ANDERSON, D.E.; FISCHER, E.I.; MILNER, J.A. A review of the interation among dietary antioxidants and reactive axygen species. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.18, p.567-579, 2007.

SEVERO, J.; LIMA, C.S.M.; COELHO, M.T.; RUFATO, A.R.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A. Atividade antioxidante e fitoquímicos em frutos de *Physalis* (*Physalis peruviana* L.) durante o amadurecimento e o armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.16, p.77-82, 2010.

SGANZERLA, M. Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá. 2010. 150f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SHAHIDI, F.; NACZH, M. **Food Phenolics**: Sources, chemistry, effects and applications, 1995. 331p.

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.de; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T.de. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.3, p.292-298, 2010.

SILVA, K.N.; AGRA, M.F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nycandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.4, p.344-351, 2005.

SILVEIRA, N.G.da.; VARGAS, P.N.; ROSA, C.S. Teor de polifenóis e composição química do mirtilo do grupo Highbush. **Alimento e Nutrição**, v.18, n.4, p.365-370, 2007.

SOUZA, P.A.; FINGER, F.L.; ALVES, R.E.; PUIATTI, M.; CECON, P.R. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p.464-470, 2008.

THÉ, P.M.P.; CARVALHO, V.D.de.; ABREU, C.M.P.de.; NUNES, R.P.; PINTO, N.A.V.D. Efeito da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. *Smooth cayenne* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.356-363, 2001.

TOMASSINI, T.C.B.; BARBI, N.S.; RIBEIRO, I.M.; XAVIER, D.C.D. Gênero *Physalis* – uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, v.23, n.1, p.47-57, 2000.

TOMÁZ-BARBERAN; F.; ESPÍN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal Science Food and Agriculture**, v.81, p.853-876, 2001.

TONIETTO, S.M.; TONIETTO, A.; SCHLINDWEIN, G.; DUPRAT, A.C.D.; COSTA, A.A.; BENDER, R.J. (2008) **caracterização química da polpa de Butiá (*Butia capitata* Matt.) procedentes do litoral médio do Rio Grande do Sul**. Congresso Brasileiro de Fruticultura, Vitória-ES. CD-ROM.

VILAS BOAS, E.V.B.; REIS, J.M.R.; LIMA, L.C.; CITARRA, A.B.; RAMOS, J.D. Influência do tamanho sobre a qualidade de tangerinas, variedade Ponkan, na cidade de Lavras – MG. **Revista Universitária de Alfenas**, Alfenas MG, v.4, p.131-135, 1998.

WU, S.; NG, L.; HUANG, Y.; LIN, D.; WANG, S.; HUANG, S.; LIN, C. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.28, n.6, p.963-966, 2005.

4 CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE *PHYSALIS* REALIZADA SOB VÁRIAS TEMPERATURAS SIMULANDO CONDIÇÕES DE COMERCIALIZAÇÃO

RESUMO - A physalis (*Physalis angulata* L.) é um fruto laranja brilhante, com tamanho, forma e estrutura similar a um pequeno tomate cereja, envolto em um cálice que se parece com uma lanterna chinesa. Ele é produzido comercialmente em regiões temperadas e subtropicais. Este estudo teve como objetivo avaliar a conservação de frutos de physalis mantidos sob diferentes temperatura , simulando condições de comercialização, para auxiliar a logística pós-colheita . Os frutos foram colhidos com coloração amarelo-claro, e cálice amarelo-acastanhada e seco. Depois disso, os frutos foram armazenados por sete dias a 2 °C (para simular a distribuição do produto dentro de caminhões refrigerados), e, posteriormente, mantidos a diferentes temperaturas que simulavam condições de câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) , e setor hortifruti (18 °C) sob UR de 90 ± 5% por até 20 dias. Os frutos foram avaliados segundo os atributos: SS/AT, pH, açúcares totais e redutores, firmeza, deformação, perda de massa e cor externa dos frutos (L*, a*, b* e °hue). Os resultados obtidos demonstraram que frutos de physalis mantidos em gôndolas (14 °C) foram os que apresentaram melhores características de até 20 dias, em comparação a demais condições.

Palavras-chave: Logística. vida-de-prateleira. *Physalis angulata* L.. camapu.

WILD TOMATO FRUITS CONSERVATION HELD UNDER SEVERAL TEMPERATURES SIMULATING MARKETING CONDITIONS

ABSTRACT – Wild tomato (*Physalis angulata*) is a glossy orange fruit, with similar size, shape and structure to a small cherry tomato, and contained in a papery shell (calyx) that looks like a Chinese lamp. It is commercially produced on temperate and subtropical regions. This study aimed to assess the wild tomato fruits conservation maintained under different temperatures, simulating marketing conditions, to help postharvest logistic. Fruits were harvested with light yellow color, and calyx brownish-yellow and dried. After that, fruits were stored for seven days at 2 °C (in order to simulate the product distribution inside refrigerated trucks), and subsequently kept at temperatures that simulate cold chamber (2 °C), refrigerator (10 °C), refrigerated display case (14 °C), and grocery sector (18 °C) under RH of 90 ± 5% for up to 20 days. Fruits were evaluated for these attributes: SS/TA, pH, total and reducing sugars, firmness, deformation, mass loss and external fruit color (L*, a*, b* and °hue). Results

obtained showed that wild tomato fruits kept inside refrigerated display case (14 °C) were those that showed better features up to 20 days compared to other conditions.

Key-words: logistics, shelf life, cutleaf groundcherry, winter cherry

4.1 INTRODUÇÃO

Physalis angulata Lineu, conhecida popularmente como Camapu (TOMASSINI *et al.*, 2000), é uma frutífera que está sendo incorporada ao grupo das “pequenas frutas” (CHAVES, 2006). Estes frutos vêm despertando a atenção dos produtores e do mercado consumidor mundial pelo seu elevado valor agregado (ANTUNES *et al.*, 2012). As pequenas frutas são geralmente culturas de retorno rápido, que dão ao pequeno produtor opções de renda, sendo possível destinar seu produto ao mercado *in natura*, indústria de produtos lácteos e congelados (ANTUNES, 2002).

O consumo *in natura* destes frutos é caracterizado pelo consumidor elitizado (RODRIGUES *et al.*, 2009), onde a qualidade e o frescor do produto são elementos essenciais para a satisfação do cliente. Porém, pela fragilidade das pequenas frutas, a conservação pós-colheita é realizada preferencialmente em armazenamento refrigerado (FERRI, 2000). Entretanto, no Brasil a estrutura de comercialização de frutas ainda é inadequada (TERUEL, 2008), o que afeta a qualidade do produto. Hoje, nos centros urbanos a maioria da população faz suas compras em supermercados, porém nas cidades menores, a comercialização se dá nos pequenos mercados, feiras e quitandas, onde geralmente as condições de manutenção da qualidade dos frutos é escassa. Sabe-se que a condição ideal de armazenamento de frutos de *physalis* é quando mantidos em câmara fria a 2 °C, sem variação da temperatura (BOLZAN *et al.*, 2011), porém, esta condição nem sempre é encontrada.

Entre os efeitos indesejáveis da temperatura inadequada de comercialização, podem ser observadas as mudanças de sabor, textura entre outras características de qualidade inerente ao produto que o consumidor adquire (NEVES FILHO, 1991). Desta maneira, é importante conhecer a durabilidade de frutos de *physalis* nas diferentes condições de temperatura de comercialização para eficiente planejamento logístico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos sob diferentes condições de temperatura durante a sua comercialização.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *P. angulata* utilizados para esta pesquisa foram produzidos no Centro de Estações Experimentais do Canguiri – CEEEx – UFPR, localizado na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná, município de Pinhas, localizado a 25°17'30" de latitude Sul e 49°13'27" de longitude Oeste, a uma altitude de 930 metros. A colheita foi realizada em abril de 2012 em ponto de colheita caracterizado pelo cálice seco com coloração amarelo pardo e frutos amarelo-claro, baseado nas normas de colheita para frutos de *P. peruviana* (GALVIS *et al.*, 2005). Na sequência os frutos foram acondicionados em bandejas plásticas e colocados em estufa do tipo B.O.D. na temperatura de 2 °C, por sete dias, visando simular o período de transporte refrigerado para o local de comercialização. Após este período os frutos foram acondicionados nas temperaturas de 2 °C simulando a condição da câmara fria; 10 °C simulando a condição de geladeira; 14 °C, simulando a condição de gôndola e 18 °C simulando a condição do setor hortifruti (BRASIL, 2005), todas estas com condições com umidade relativa do ar de 90±5%. Foram retiradas amostras dos frutos para análise físico-químicas aos 0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias de armazenamento. As análises foram realizadas após os frutos serem mantidos por três dias em condição de prateleira (22±2 °C e UR 70±5%).

As análises físico-químicas dos frutos foram: teor de umidade (%) - obtido pela diferença de peso dos frutos secados a 65 °C em estufa; relação SS/AT (*ratio*) – obtido pela divisão dos valores de sólido solúveis pela acidez titulável de uma mesma amostra; pH – obtido do suco da fruta em potenciômetro de bancada; perda de massa, seguindo metodologia utilizada por Bolzan *et al.* (2011), firmeza (N) e porcentagem de deformação do fruto (%) - utilizando texturômetro Stable Micro Systems, modelo TA-TX2[®] com sonda cilíndrica, modelo TA39, de aço inoxidável com diâmetro de 2 mm. Foram realizadas avaliações de três frutos por tratamento, a profundidade de penetração foi de 8 mm e a velocidade de penetração de 0,5 mm/s; teores de açúcares totais - método fenol sulfúrico (AOAC, 1997); teor de açúcares redutores – determinação realizada segundo AOAC, (1997) utilizando o ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS); Coloração externa do fruto – avaliada nas duas faces equatoriais da epiderme com auxílio de colorímetro portátil Minolta dada por L*, a*, b*, sendo, L* o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100), a* croma de vermelho a verde (-60 a +60), b* croma de amarelo a azul (-60 a +60) e ΔE que representa duas cores no espaço Lab e a distância entre elas. A partir dos valores obtidos, fez-se o cálculo do ângulo °hue inicia no eixo +a* e é expresso em graus, sendo que 0° graus corresponde a +a* (vermelho), 90° corresponde

a +b* (amarelo), 180° corresponde a -a* (verde) e 270° corresponde a -b* (azul). Através do diagrama de cromaticidade a* e b*, pode-se verificar a tonalidade da cor dos frutos.

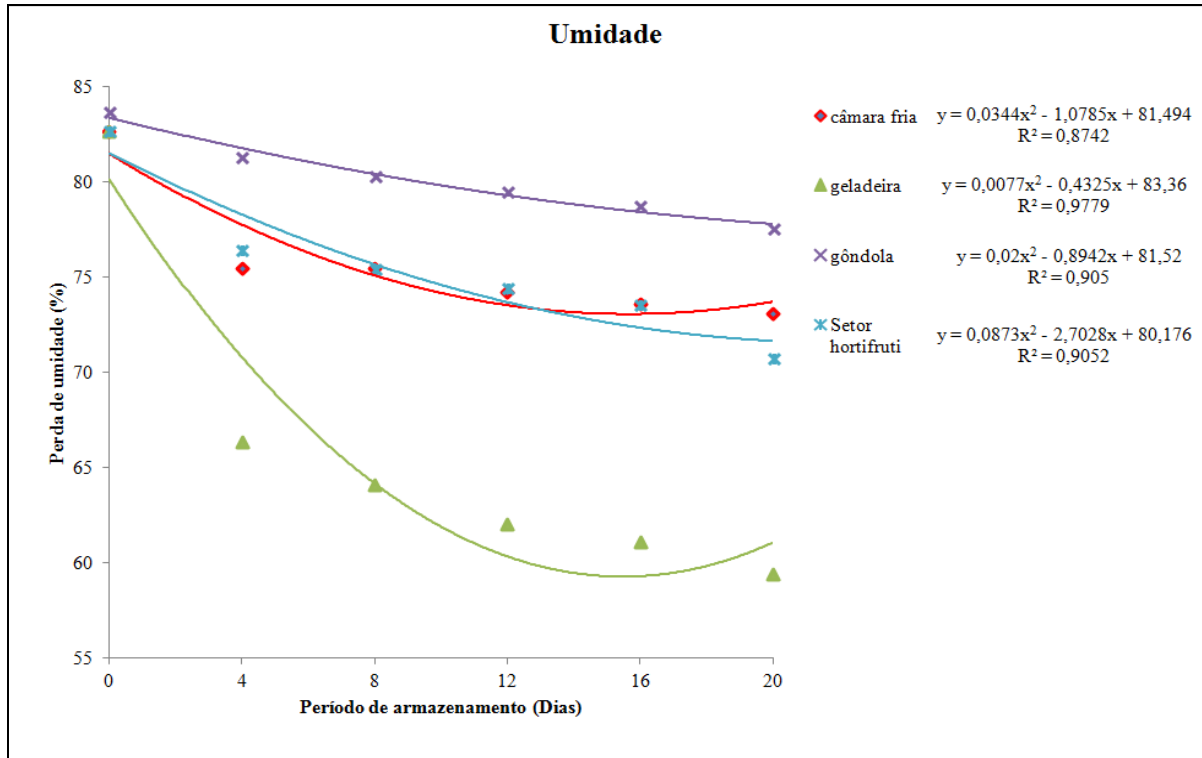
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e as médias dos dados obtidos foram submetidas a análise de variância, em esquema fatorial (6x4) 6 períodos e 4 condições de temperatura durante a comercialização. As médias foram comparadas por teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de F dos atributos físico-químicos dos frutos de *Physalis angulata* L., estão apresentados na Tabela 4.1. Para os atributos, sem interação, os valores médios para período de armazenamento podem ser observados na Tabela 4.2.

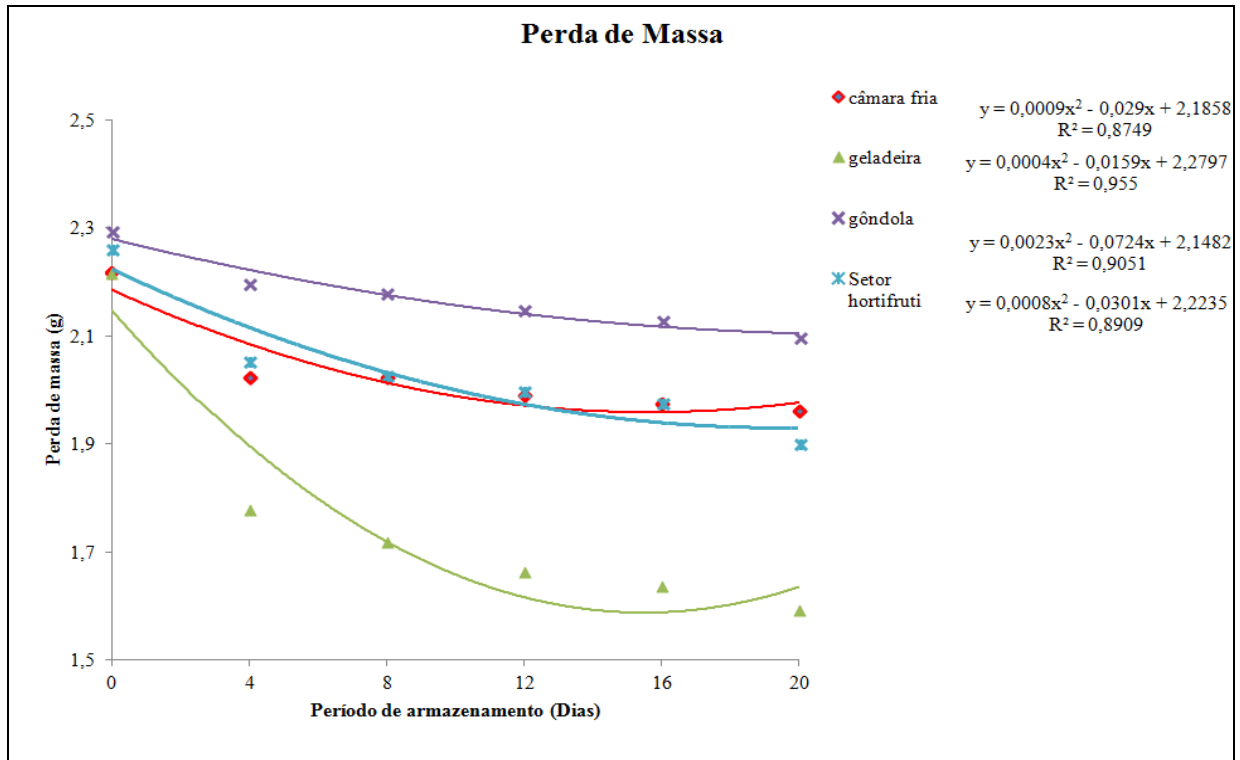
A literatura tem demonstrado que a condição ideal de armazenamento de frutos de *Physalis angulata* L. é a de câmara fria a temperatura constante de 2 °C (HONÓRIO *et al.*, 2001; BOLZAN *et al.*, 2011). Quando modificada esta temperatura, o teor de umidade dos frutos de *physalis* armazenados por 20 dias foi alterado (FIGURA 4.1). Frutos mantidos em condição de geladeira obtiveram a maior perda de umidade possivelmente, se maneira muito similar ao comportamento da perda de massa (FIGURA 4.2).

FIGURA 4.1 – Perda de umidade (%) de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



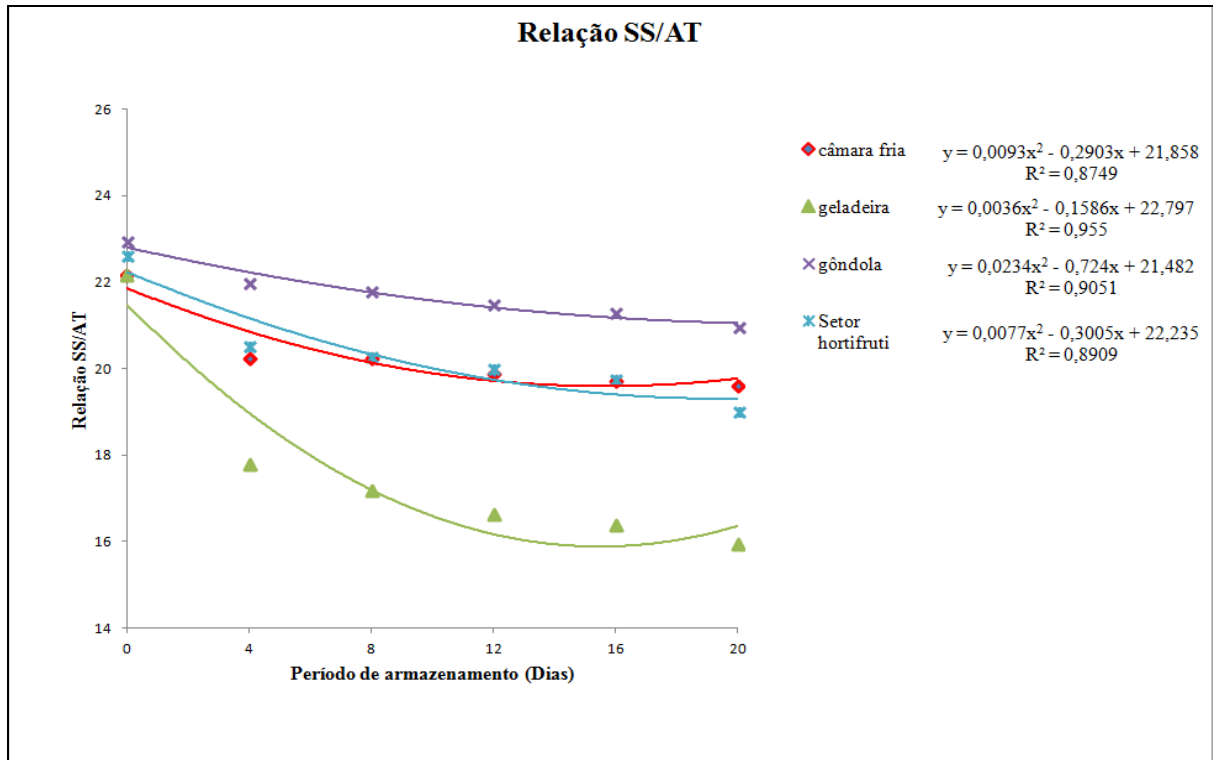
Durante o período de 20 dias de armazenamento, os frutos de *P. angulata* mantidos em câmara fria e gôndola (FIGURA 4.4) obtiveram perda de massa de 11,56% e 8,74% respectivamente. Estes resultados assemelham-se a estudos já realizados, onde a perda de massa fresca em frutos *in natura*, que ao receberem o incremento da temperatura, diminuem consideravelmente ao longo do período de armazenamento, como por exemplo com ameixas (KLUGE *et al.*, 1995; ANTUNES *et al.*, 2003; MALGARIN *et al.*, 2005; MALGARIN *et al.*, 2007). Entretanto, os frutos mantidos em geladeira e setor hortifruti, ao fim do período avaliado, obtiveram perda de massa média de 17,62% e 15,93%, impossibilitando sua comercialização pela elevada desidratação, tomando como base comparativa frutos de tomate, que a partir de 14% de perdas de massa, são considerados inviáveis para consumo (BOLZAN, DADOS NÃO PUBLICADOS).

FIGURA 4.2 – Perda de massa (g) de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



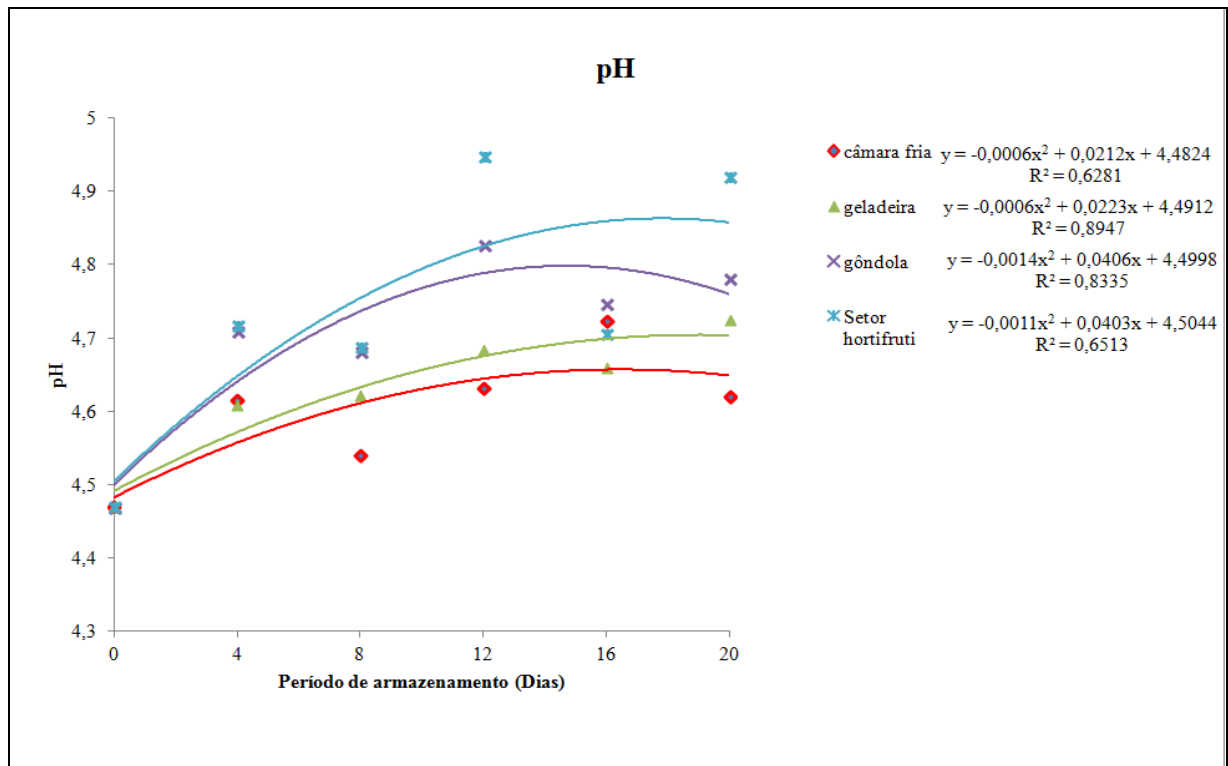
Nesta pesquisa verificou-se que quando os frutos são removidos desta condição e mantidos em ambientes com temperaturas mais elevadas, tais como a de gôndola e setor hortifruti, a relação SS/AT média permaneceu mais alta do que nas demais temperaturas (FIGURA 4.3). Este comportamento demonstra que a velocidade de maturação dos frutos foi afetada pelo aumento da temperatura proporcionando alterações que indicam o início da senescência, promovendo o aumento da relação SS/AT. Em contra partida, este aumento da relação SS/AT pode ter efeito benéfico, pois o incremento da relação pode proporcionar melhora da qualidade sensorial e aceitabilidade dos frutos pelo consumidor (VALERO; ALTISENT, 1998). O aumento do valor da relação SS/AT, ocorrido pelo incremento da temperatura, pode ser explicado pois, o avanço da senescência ocasionado pela elevada respiração dos frutos, proporciona o aumento dos açúcares solúveis por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos e redução do teor de ácidos orgânicos, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

FIGURA 4.3 – Relação SS/AT de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



Da mesma forma que a relação SS/AT, o pH dos frutos mantidos em condição de gôndola e setor hortifruti foi maior que as demais condições (FIGURA 4.4) indicando o aumento da velocidade de maturação e conseqüentemente acelerando a senescência dos frutos (WATADA *et al.*, 1996; SARZI *et al.*, 2001; JACOMINO *et al.*, 2002; MOREIRA, 2005), o que pode propiciar a redução da vida pós-colheita. Isso ocorreu, provavelmente, devido a maior consumo dos ácidos orgânicos, provocado pela aumento da temperatura a qual as frutas foram submetidas.

FIGURA 4.4 – pH de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



O período de armazenamento e as diferentes condições de temperatura durante a comercialização dos frutos de *P. angulata* não foram determinantes para a redução da firmeza de polpa (TABELA 4.1).

Para a porcentagem de deformação dos frutos (TABELA 4.2) as alterações ocorreram somente devido ao período de armazenamento, com a redução da deformação sofrida pelos frutos. Possivelmente, essa redução da porcentagem de deformação dos frutos ocorreu pelo fato que, quanto mais senescentes os frutos se encontram, menor a força necessária para romper a epiderme do fruto, devido as transformações na estrutura celular, coesão das células e alterações bioquímicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O teor de umidade dos frutos tem relação direta com a deformação dos frutos, pois é uma das características responsáveis pelo turgor do tecido. Com base nisto, ao observar-se a Tabela 4.2 ao 20º dia de armazenamento, nota-se aumento da porcentagem de deformação, que pode ser um indicativo que a perda de massa tornou os frutos murchos, necessitando de maior força para o rompimento da epiderme. Dados semelhantes foram encontrados por BOLZAN *et al.*

(DADOS AINDA NÃO PUBLICADOS) ao avaliarem a vida-de-prateleira de tomate do tipo salada.

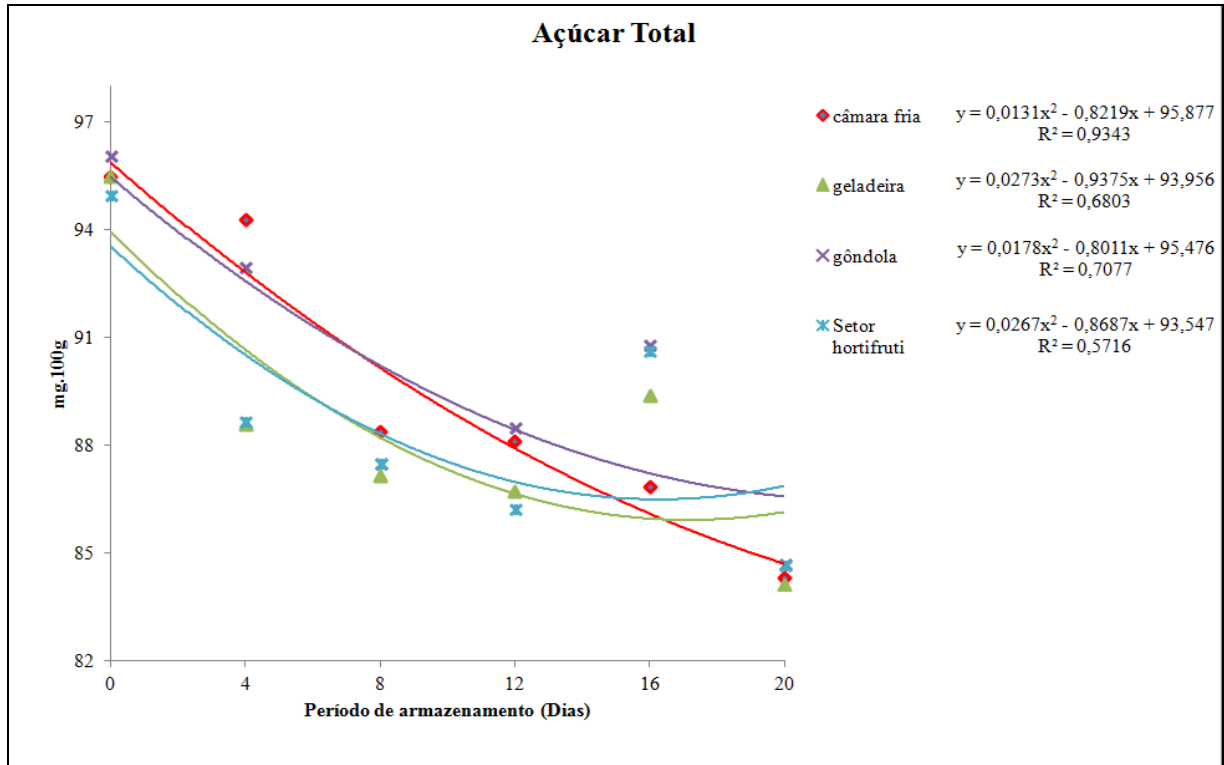
TABELA 4.2 – Porcentagem de deformação (%) de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.

Período de armazenamento	Deformação dos frutos (%)
0 dias	29,35 a
4 dias	28,84 a
8 dias	23,97 b
12 dias	23,84 b
16 dias	27,04 a
20 dias	27,42 a

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

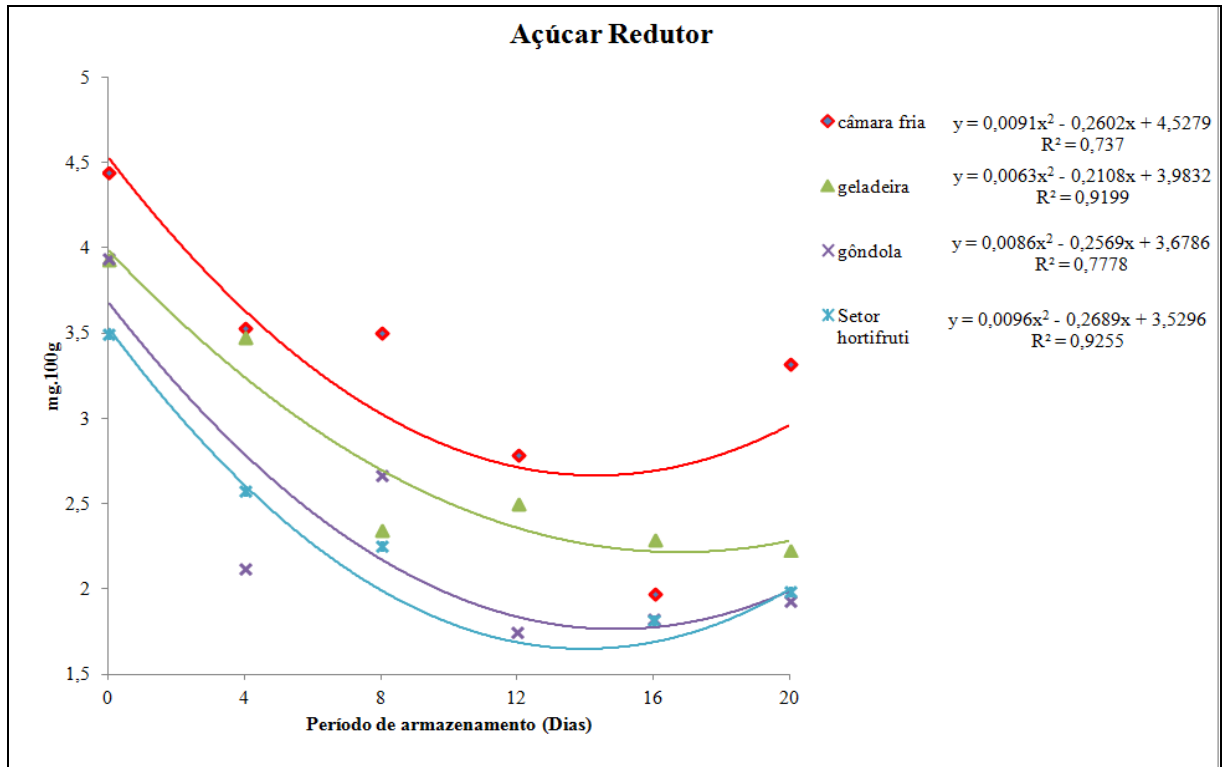
Os teores de açúcares diminuíram ao longo do armazenamento em todas as condições de temperatura. Para os teores de açúcares totais (FIGURA 4.5) de frutos de *P. angulata*, até o 8º dia observa-se que quanto maior a temperatura da condição prévia à comercialização, maior o consumo de açúcares, possivelmente indicando o aumento da atividade metabólica interagindo com o aumento da temperatura. Entretanto, a partir do 16º dia de armazenamento, observa-se uma estabilização dos teores médios de açúcares totais, onde não mais as condições de temperatura prévia à comercialização possibilitaram a redução do açúcar total. Isto possivelmente ocorreu pelo fato de que, todo açúcar disponível foi consumido, devido ao elevado grau de maturação que os frutos já se encontravam (TAIZ; ZEIGER, 2004).

FIGURA 4.5 – Açúcares totais ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria ($2 \text{ }^\circ\text{C}$), geladeira ($10 \text{ }^\circ\text{C}$), gôndola ($14 \text{ }^\circ\text{C}$) e setor hortifruti ($18 \text{ }^\circ\text{C}$) sob UR $90 \pm 5\%$ por até 20 dias.



Os valores médios de açúcares redutores, apresentaram uma tendência de redução, assim como observado para o açúcares totais (FIGURA 4.5), pelo consumo destes durante a senescência dos frutos. Observa-se na Figura 4.6, que ao 12º dia de armazenamento, o consumo dos açúcares redutores diminui a velocidade de degradação. No caso dos frutos mantidos em simulação de setor hortifruti, os frutos apresentaram maior consumo dos açúcares redutores durante o período de armazenamento observado. Este comportamento possivelmente indica que a velocidade de maturação dos frutos aumentou com a elevação da temperatura, como já observado por outros autores (MALGARIM *et al.*, 2007; VIVIANI; LEAL, 2007; ARRUDA *et al.*, 2008).

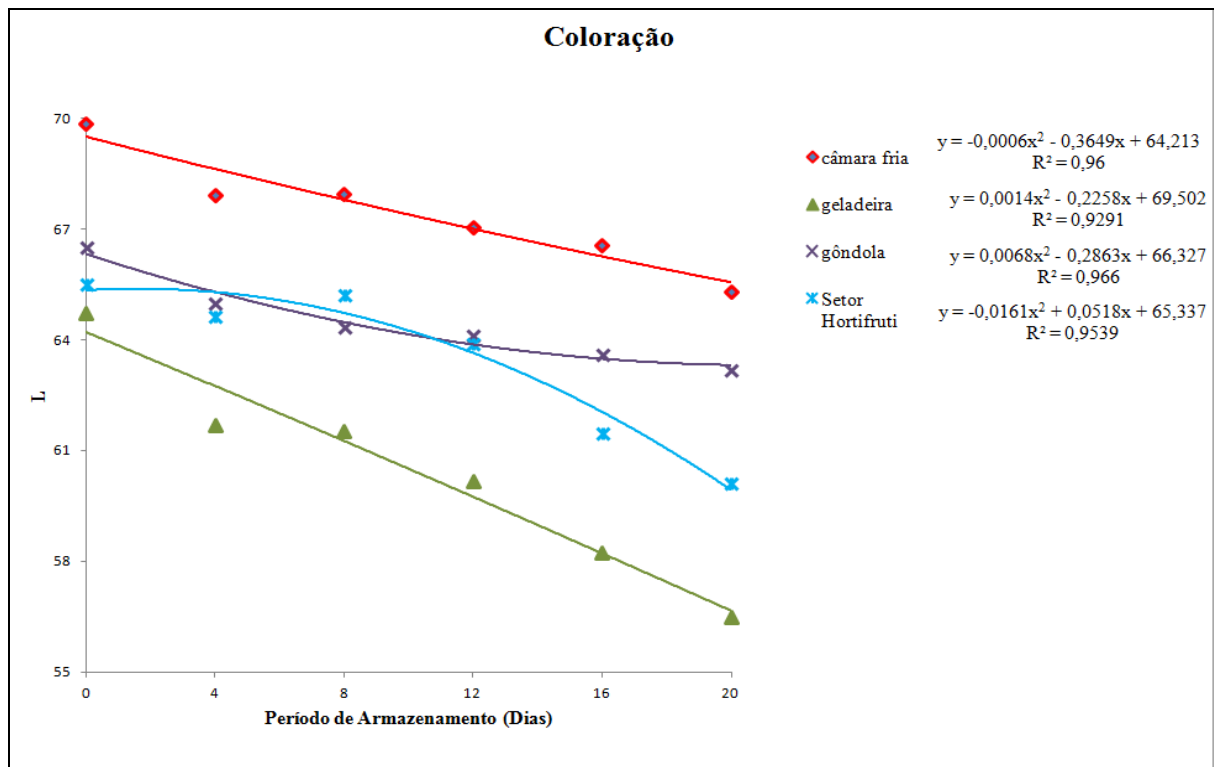
FIGURA 4.6 – Açúcares redutores (mg.100 g⁻¹) de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



O escurecimento dos frutos pela perda da luminosidade (L*) (FIGURA 4.7) ocorreu com maior intensidade nos frutos armazenados em condição de geladeira. Para os frutos mantidos em condição de simulação do setor hortifruti, os sinais de escurecimento intensificaram-se ao 16º dia de armazenamento. O comportamento diferenciado nas diferentes condições de temperatura de comercialização, possivelmente ocorreram pois a temperatura de 10 °C promoveu maior dano a epiderme dos frutos, pela maior amplitude térmica entre a condição de armazenamento que foi submetido e a exposição à condição ambiental e para os frutos mantidos em condição de simulação do setor hortifruti, o favorecimento do escurecimento dos frutos possivelmente ocorreu pela elevada temperatura em que foram armazenados. Este escurecimento pode estar relacionado com o estresse por altas temperaturas, danos por frio, senescência, dentre outros fatores que levam à degradação da antocianina, por enzimas oxidativas, tais como a polifenoloxidase, peroxidase e ácido ascórbico oxidase (MIZOBUTSI *et al.*, 2010). Com a perda de água durante o armazenamento dos frutos, há descompartmentalização dos solutos celulares, provocando o contato das enzimas e seus substratos, causando por fim as reações indesejáveis que prejudicam a

aparência do fruto e, conseqüentemente, sua comercialização (Lima *et al.*, 2010), conforme observado em frutos de lichia (MATIAS *et al.*, 2012).

FIGURA 4.7 – Luminosidade (L^*) de casca de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



Os frutos de *P. angulata* quando mantidos em câmara fria, mantiveram-se alaranjado claro durante todo o período de armazenamento (FIGURA 4.8) quanto ao ângulo de coloração pela variação do ΔE (FIGURA 4.9). Para as demais condições prévias de armazenamento (10 °C, 14 °C e 18 °C), quando expostos a temperaturas mais elevadas, houve mudança da tonalidade de alaranjado, com valores médios abaixo de 90°. Este comportamento, possivelmente ocorre pelo fato que a medida que os frutos foram mantidos por longos períodos de armazenamento e com aumento gradativo da temperatura, proporcionou o aparecimento dos pigmentos coloridos, neste caso as antocianinas, tornando os frutos mais alaranjados e escuros, pela degradação da clorofila e aparecimento de pigmentos mascarados (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004).

FIGURA 4.8 – Ângulo de cor ($^{\circ}\text{hue}$) de casca de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias

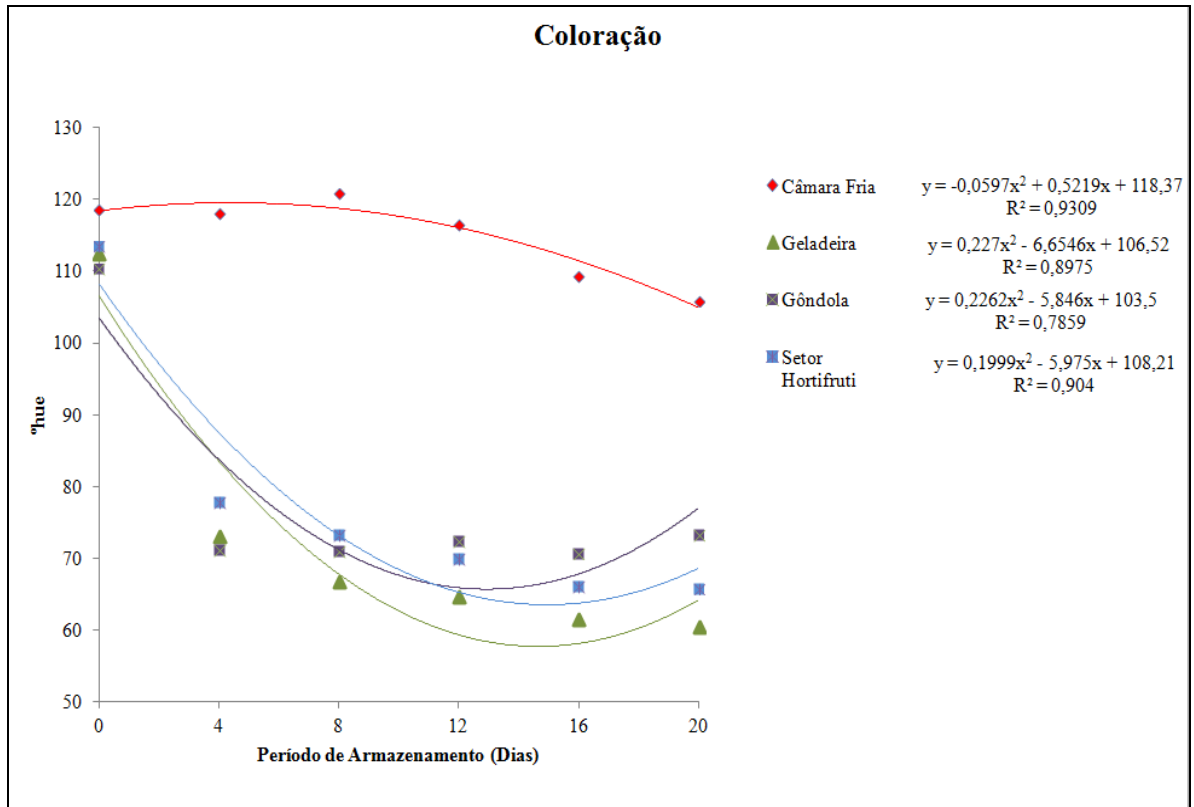
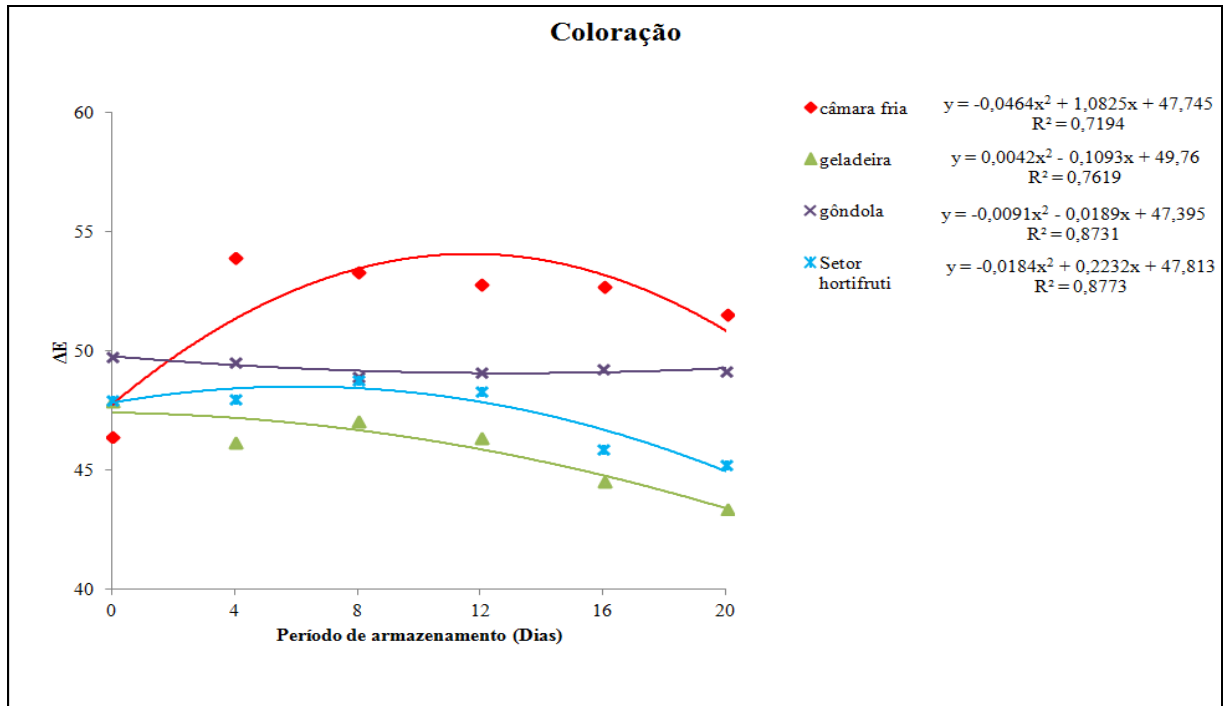


FIGURA 4.9 – ΔE de casca de frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR 90±5% por até 20 dias.



De maneira geral, os resultados obtidos demonstraram que o processo de senescência dos frutos mantidos em geladeira foi mais intenso. Este comportamento possivelmente pode ser explicado, pelo fato dos frutos de *Physalis* serem classificados como frutos tropicais, o que indica que a temperatura ideal de conservação prévia à comercialização, deve ser superior a 12 °C (CANTWELL, 2003), e que abaixo desta condição, exceto próximo ao congelamento a 2 °C, que mantém as condições fisiológicas do fruto intactas, os frutos apresentam sensibilidade ao frio. Esta sensibilidade está estreitamente ligada à composição química da fruta (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Comportamento semelhante é encontrado para frutos de banana, onde a temperatura ideal de refrigeração durante o período logístico varia para diferentes cultivares, e a exposição do fruto abaixo de 12 °C, promove distúrbios fisiológicos que provocam o escurecimento da casca e da polpa do fruto, além da perda de sabor (BLEINROTH, 1990; HONÓRIO *et al.*, 2001; VIVIANI; LEAL, 2007).

4.4 CONCLUSÕES

Frutos de *Physalis angulata* L. mantidos em condição prévia à comercialização em geladeira (10 °C), apresentam durabilidade de até 14 dias, tornando-se inviáveis ao consumo após este período, devido a elevada perda de massa fresca e quando mantidos em gôndola (14 °C) e no setor de hortifruti (18 °C) apresentam durabilidade de até 12 dias, tornando-se inviáveis para o consumo após este período devido ao acelerado processo de escurecimento dos frutos.

Os frutos mantidos constantemente em câmara fria (2 °C) durante 20 dias, apresentaram boa condição físico-química para consumo, sem necessidade de descarte e sem danos proporcionados pela baixa temperatura, porém quando retirados desta condição e mantidos à temperatura de 10 °C (geladeira) há maior perda de qualidade, de acordo com todos os atributos avaliados.

TABELA 4.1 – Valores de F para os atributos relação SS/AT, pH, açúcar total e açúcar redutor ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), firmeza (N), porcentagem de deformação (%), perda de massa (g), luminosidade (L^*), ângulo de coloração ($^{\circ}\text{hue}$) e ΔE de frutos de *Physalis angulata* L. em condições temperatura simulando câmara fria (2 °C), geladeira (10 °C), gôndola (14 °C) e setor hortifruti (18 °C) sob UR $90\pm 5\%$ por até 20 dias.

FV	SS/AT	pH	açúcar total	açúcar redutor	Firmeza	Porcentagem de deformação	Perda de massa	L^*	$^{\circ}\text{hue}$	ΔE
Período (P)	23,1037**	30,2039**	45,2350**	30,4356**	09757 ^{ns}	7,582**	2,9233*	5,270**	1,2159 ^{ns}	1,4303 ^{ns}
Temperatura (T)	1,1250 ^{ns}	1,9613 ^{ns}	2,770*	0,9388 ^{ns}	1,5230 ^{ns}	1,8940 ^{ns}	15,7348**	18,1095**	35,3449**	0,9582**
P x T	5,5664**	4,1860**	3,9234**	2,2857*	1,0781 ^{ns}	1,0432 ^{ns}	00642**	0,2953**	0,2338**	0,231**
CV (%)	10,4	1,78	2,29	19,86	18,35	18,96	20,58	8,97	39,59	11,85

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade;

^{ns} Não significativo.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, L. E. C. ; PAGOT, E. ; PEREIRA, J.F.M ; TREVISAN, R.; GONÇALVES, DIAS, E. ; VIZZOTTO, M. Aspectos técnicos da cultura do mirtilheiro. **Informe Agropecuário**, v.33, p.7-16, 2012.
- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C.M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa e Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.413-419, 2003.
- ANTUNES, L.E.C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.151-158, 2002.
- A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed. Washington: ed. Patrícia Cunniff; 1997. v.2. cap.37. Métodos 932.12, 942.15.
- ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; TREVISAN, M.J.; ORTEGA, E.M.M. Atividade respiratória e produção de etileno em laranja ‘Pêra’ submetida a níveis de processamento mínimo e temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.1155-1158, 2008.
- BLEINROTH, E., W. Matéria-prima. In: ITAL. **Banana** 2 ed. Campinas. ITAL, 1990. p.133-196.
- BOLZAN, R.P.; CUQUEL, F.L.; LAVORANTI, O.J.; Armazenamento refrigerado de *Physalis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.especial, p.577-583, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de setembro de 2005.
- CANTWELL, M. Summary table of optimal handling conditions for fresh produce. In: KADER, A.A. **Postharvest Technology of Agricultural Crops**. 3. ed. California: University of California, 2003, p.511-518.
- CHAVES, A.C. (2006) Propagação e avaliação fenológica de *Physalis* sp. na região de Pelotas, RS. **Tese de doutorado**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. 65p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio** 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P.V.S. de; MORO, E.; MACEDO JÚNIOR, E.K.; LOPES, M.C.; VICENTINI, N.M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.377-380, 2003.

FERRI, V.C. Controle da maturação e conservação de caqui (*Diospyrus kaki*), cultivar Fuyu. Pelotas, 2000, 103f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

HERNÁNDEZ, M.S.G.; BARRERA, J.G.; PÁEZ, D.B.; ARDILA, E.O.; RUBIO, H.R. **Biological aspects and conservation of promissory fruits of the Colombian Amazonian**. Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. 150p., 2004.

HONÓRIO, S.L.; BENEDETTI, B.; LEAL, P.A.M. Pós-colheita de produtos perecíveis. In: CONEEAGRI, v.18, 2001. **Anais...**

KLUGE, R.A.; CANTILLANO, R.F.F.; JORGE, R.O. Eficiência de ésteres de sacarose em ameixas (*Prunus salicina*, lindl.) ‘Santa Rosa’ refrigeradas. **Scientia Agrícola**, v.52, n.3, p.509-513, 1995.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.de; CARON, V.C.; KLUGE, R.A. Taxa respiratória de melão inteiro e minimamente processado armazenado em três temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.402, 2002.

LIMA, R.A.Z.; PATTO, D.E.; ABREU, C.M. Embalagens e recobrimento em lichias (*Litchi chinensis* Sonn.) armazenadas sob condições não controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p.914-921, 2010.

MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R.F.F.; TREPTOW, R.O.de.; SOUZA, E.L.de.; COUTINHO, E.F. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.373-378, 2005.

MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.; TREPTOW, R.de O.; SOUZA, E.L.de. Estádios de maturação e variação da temperatura na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.1, p.61-57, 2007.

MATIAS, R.G.P.; SILVA, D.F.P.da.; LINS, L.C.R.de.; ALVES, R.R.; SALOMÃO, L.C.C. Tratamento hidrotérmico para prevenção do escurecimento do pericarpo de lichia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.1, p.68-75, 2012.

MIZOBUTSI, G.P.; FINGER, F.L.; RIBEIRO, R.A. Effect of pH and temperature on peroxidase and polyphenoloxidase activities of litchi pericarp. **Scientia Agrícola**, v.67, n.2, p.213-217, 2010.

MOREIRA, R.C. Processamento mínimo de tangor ‘Murcott’: caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis. 2005. 85f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NEVES FILHO, L.C. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos**. Instituto Brasileiro de Frio e ABRAVA-SINDRATAR, São Paulo, 1991. 186p.

REIS, K.C. dos.; ELIAS, H.H.S.; LIMA, L.C.O.; SILVA, J.D.; PEREIRA, J. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciências Agrotecnicas**, n.30, p.487-493. 2006.

RODRIGUES, E.; ROCKENBACH, I.I.; CATANEO, C.; GONZAGA, L.V.; CHAVES, E.S.; FETT, R. Minerals and essential acids of the fruit *Physalis peruviana* L.. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.3, p.642-645, 2009.

SARZI, B.; DURIGAN, J.F.; LIMA, M.A.; MATTIUZ, B. Comportamento respiratório de mamão minimamente processado quando armazenado sob diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia**, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal** (3ed.), 720p. 2004.

TERUEL, B.L.M. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, n.2, p.199-220, 2008.

TOMASSINI, T.C.B.; BARBI, N.S.; RIBEIRO, I.M.; XAVIER, D.C.D. Gênero *Physalis* – uma revisão sobre vitaesteróides. **Química nova**. v.23, n.1, p.47-57. 2000.

VALERO, C.; ALTISENT, M.R. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. **Fruticultura Profesional**, v.2, n.95, p.38-45, 1998.

VIVIANI, L.; LEAL, P.M. Qualidade pós-colheita de banana prata anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.465-470, 2007.

WATADA, A.E.; KO, N.P; NIMOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, v.9, n.2, p.115-125, 1996.

5 EMBALAGENS PARA FRUTOS DE PHYSALIS

RESUMO – Embalagens ativas interagem com os alimentos e com o meio ambiente, e desempenham um papel dinâmico na conservação de alimentos. Elas podem prolongar a vida de prateleira dos produtos, e garantir uma melhor qualidade dos produtos armazenados. Diferentes produtos têm sido incorporados diretamente nos materiais de embalagem, tais como as nanopartículas de prata, que são lentamente libertados na superfície dos alimentos, com o objetivo de controlar a taxa de respiração e o crescimento microbiano. Este estudo teve como objetivo avaliar o armazenamento de frutos physalis (*Physalis angulata* L.), uma fruta laranja brilhante, com tamanho, forma e estrutura similar a um pequeno tomate cereja, uma fruta com um mercado emergente para fins culinários. Frutos de physalis foram colhidos com a cor amarelo-claro, e cálice amarelo-acastanhada e seca. Em seguida, foram armazenadas dentro de três embalagens diferentes: sacos de plástico contendo Ag-zeólita (250 x 300 x 24 mm), caixas de PVC com tampa (capacidade: 150g de frutas), e dentro de cestas de PVC (capacidade: 150g de frutas) - método usual, em 10 ± 2 °C e 70 ± 5 % de UR, por 45 dias, após esta condição, foram mantidas por três dias em condição de prateleira a 22 ± 5 °C e 70 ± 5 % de UR. Os efeitos das diferentes embalagens foram avaliados pela concentração de CO₂ no interior das embalagens, relação SS/AT, pH, perda de massa, firmeza e cor do fruto. Os resultados obtidos demonstraram a superioridade das embalagens de plástico que contêm Ag-zeólito, permitindo conservar os frutos, durante 45 dias, em comparação com as caixas de PVC com tampa de 20 dias, e com cestos de PVC, durante 10 dias.

Palavras-chave: Pós-colheita. embalagem ativa com zeólito. Physalis. camapu

WILD TOMATO FRUITS PACKAGING

ABSTRACT – Active packages interact with food and with the environment, and play a dynamic role in food preservation. They can extend the products shelf-life, and ensure better quality for stored products. They have incorporated directly into the package materials, such as silver nanoparticles, that are slow released to the food surface, whose have the ability of controlling respiration rate and microbial growth. This study aimed to evaluate storage of wild tomato fruits (*Physalis angulata*), a glossy orange fruit, with similar size, shape and structure to a small cherry tomato, a fruit with an emergent market for culinary purpose. Wild tomato fruits were harvested with light yellow color, and calyx brownish-yellow and dried. Hereafter

they were stored inside three different packages: plastic bags containing Ag-zeolite (250 x 300 x 24 mm), lidded PVC boxes (capacity: 150g of fruit), or inside PVC baskets (capacity: 150g of fruit) - usual method, at 10 ± 2 °C and $70\pm 5\%$ RU, for 45 days, and kept for three days in shelf condition at 22 ± 5 °C and $70\pm 5\%$ RU. Packages effects were assessed by the CO₂ concentration inside the packages, SS/TA ratio, pH, weight loss, firmness, and fruit color. Results obtained showed the great superiority of the plastic bags containing Ag-zeolite, allowing to store fruits during 45 days, compared with lidded PVC boxes for 20 days, and with PVC baskets for 10 days.

Key-words: Postharvest, active packaging, zeolite, physalis, wild cape gooseberry

5.1 INTRODUÇÃO

Dentro do cultivo de pequenas frutas, a physalis tem se mostrado uma importante alternativa de renda, devido ao alto valor agregado e a possibilidade de cultivo em pequenas áreas (POLTRONIERI, 2003). Por possuir frutos delicados são necessários investimentos como armazenamento apropriado, embalagens e transporte, a fim de reduzir perdas e prolongar a vida-de-prateleira (SILVA, 2007).

Atualmente, o mercado comercializa os frutos de physalis em cestas plásticas, com capacidade de 20 a 25 frutos (peso total entre 100 a 150 gramas) sobre a qual se coloca um filme plástico, fixado com uma fita de borracha ou em alguns casos o filme plástico é autoadesivo, com vida-de-prateleira de aproximadamente 14 dias (GALVIS *et al.*, 2005).

Pela fragilidade que as pequenas frutas apresentam a conservação pós-colheita é realizada preferencialmente em armazenamento refrigerado (FERRI, 2000). Entretanto, no Brasil a estrutura de comercialização de frutas ainda é inadequada, o que afeta a qualidade do produto (TERUEL, 2008). Sabe-se que a condição ideal de armazenamento de frutos de physalis é quando mantidos em câmara fria a 2 °C, sem variação da temperatura (BOLZAN *et al.*, 2011) e umidade relativa entre 80 a 90% (GALVIS *et al.*, 2005), porém, esta condição dificilmente é encontrada durante a comercialização. Desta maneira, uma das maneiras de reduzir a deficiência da condição de armazenamento é com o uso de embalagens adequadas, que tem por principal finalidade preservar ao máximo a qualidade do produto, criando condições que minimizem as alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas visando aumentar seu período de vida útil (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004).

As embalagens convencionais têm por função básica conter, proteger, comunicar e conferir conveniência com mínima interação entre a embalagem e o conteúdo durante as etapas de armazenamento e distribuição (YAM *et al.*, 2005). Contudo, as embalagens convencionais lentamente estão perdendo espaço para as embalagens “ativas” e “inteligentes” que interagem diretamente com o produto. Por meio dessa interação, essas embalagens podem prolongar a vida-de-prateleira dos produtos, assegurar sua qualidade e proporcionar maiores informações aos consumidores sobre o estado final do produto quando comparadas às embalagens convencionais (YAM *et al.*, 2005).

Um dos produtos bastante estudados e discutidos atualmente é o Ag-zeólito, contido de cristais de alumínio-silicatos com elementos da primeira e da segunda família de metais da tabela periódica. O mecanismo de ação deste material é a troca de íons do antimicrobiano prata, carregados inicialmente de íons zeólito (Ag-zeólito) e uma porção de íons de sódio no ambiente/umidade que provoca a liberação controlada da prata ao produto. O mecanismo de funcionamento desse tipo de embalagem envolve a incorporação do Ag-zeólito em materiais plásticos como polietileno, polipropileno, nylon e copolímero de estireno butadieno em níveis de 1 a 3%. Trata-se de antimicrobiano contra ampla faixa de bactérias e mofos, contudo não mostrou efetividade sobre esporos de bactérias resistentes ao calor (APPENDINI; HOTCHKISS, 2002; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004; PACKING, 2004).

O Ag-zeólito é incorporado ao material plástico, ocorrendo liberação gradual dos íons de prata para o alimento. O íon de prata atua sobre uma variedade de bactérias, fungos e inativos (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004). As embalagens incorporadas com prata, apresentam-se na forma de um pó inodoro atóxico, com partículas de 2 a 5 μm e tem como suporte um zeólito. Possuem alta resistência ao calor, até 800 °C, atuam sobre amplo espectro microbiano, mantendo a eficiência por longos períodos, sendo liberado da embalagem para o produto lentamente e em baixa concentração (ppb). Produtos à base de Ag-zeólite já receberam aprovação do FDU (U S Food and Drug Administration) para o uso em materiais plásticos em contato com alimentos (CIBA SPECIALTY CHEMICALS, 2003).

Em estudo realizado por Melo *et al.* (2002) os frutos de cherimóia embalados em plástico incorporado com Ag-zeólito, preservaram as qualidades químicas e físicas pelo dobro do período (quatro semanas) quando comparados aos frutos sem o mineral e armazenados em ambiente refrigerado, conservando-se apropriados para posterior consumo.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes embalagens para conservação da qualidade físico-química de frutos de *Physalis angulata* L. *in natura* armazenados a 10 ± 2 °C e UR $70\pm 5\%$, por até 45 dias.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Physalis angulata* L. utilizados nesta pesquisa foram cultivados no município de Pinhais – PR, Região Metropolitana de Curitiba, localizado a $25^{\circ}17'30''$ de latitude Sul e $49^{\circ}13'27''$ de longitude Oeste, a uma altitude de 930 metros.

Os frutos foram colhidos em ponto de colheita caracterizado pelo cálice seco com coloração amarelo pardo e frutos amarelo-claro, baseado nas normas de colheita para frutos de *P. peruviana* (GALVIS *et al.*, 2005).

As embalagens utilizadas foram (FIGURA 5.1) **E1** – cumbuca de polietileno com tampa, com capacidade para 150 gramas, **E2** – Filme plástico incorporado com Ag-zeólito, com 25 x 30 cm e espessura de 24 mm, fornecido pela Universidade Federal de Viçosa – MG. Este filme contém aproximadamente 5% da massa em minerais, sobretudo uma mistura de SiO_2 e Al_2O_3 . Com a incorporação de material inerte, ocorre aumento nas taxas de permeabilidade ao oxigênio, ao gás carbônico e ao etileno, e na relação entre a taxa de permeabilidade ao gás carbônico e a taxa de permeabilidade ao oxigênio e **E3** – Cesto de polietileno com capacidade para 150 gramas, com tampa de polietileno amarrado com fita de borracha.



FIGURA 5.1 – Embalagens utilizadas para armazenamento de frutos de physalis. E1- embalagem cumbuca plástica com tampa, E2 – embalagem filme plástico incorporado com zeólite e E3 – Embalagem convencional (cesto de polietileno).

Os frutos nas respectivas embalagens foram mantidos por até 45 dias em BOD a 10 °C e UR 70±5%, com a presença do cálice. Antes das análises os frutos foram retirados desta condição e mantidos por três dias em condição de prateleira a 22±5 °C e UR 70±5%.

As análises físico-químicas dos frutos realizadas foram: Taxa de dióxido de Carbono – feito por analisador de gases portátil, e os resultados foram expressos em porcentagem de CO₂; teor de umidade (%) - obtido pela diferença de peso dos frutos secados a 65 °C em estufa; relação SS/AT (*ratio*) – obtido pela divisão dos valores de sólido solúveis pela acidez titulável de uma mesma amostra; pH – obtido do suco da fruta em potenciômetro de bancada; perda de massa, de acordo com metodologia utilizada por Bolzan *et al.* (2011), firmeza do fruto - utilizando o texturômetro Stable Micro Systems, modelo TA-TX2[®] com sonda cilíndrica, modelo TA39, de aço inoxidável com diâmetro de 2 mm. Foram realizadas avaliações de três frutos por tratamento, a profundidade de penetração foi de 8 mm e a velocidade de penetração de 0,5 mm/s; coloração do fruto – avaliada nas duas faces equatoriais da epiderme com auxílio de colorímetro portátil Minolta dada por L*, a* e b*, sendo, L* o brilho (luminosidade, variando de -100 a +100), a* croma de vermelho a verde (-60 a +60), b* croma de amarelo a azul (-60 a +60). A partir dos valores obtidos, fez-se o cálculo do ângulo °hue, inicia no eixo +a* e é expresso em graus, sendo que 0° graus corresponde a +a* (vermelho), 90° corresponde a +b* (amarelo), 180° corresponde a -a* (verde) e 270° corresponde a -b* (azul). Através do diagrama de cromaticidade a* e b*, pode-se verificar a tonalidade da cor dos frutos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e a comparação das médias foi efetuada pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade estatística. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, seguindo esquema fatorial 4X3 (quatro período de armazenamento e três tipos de embalagem), com três repetições de 25 amostras cada (aproximadamente 100 g).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de F dos atributos físico-químicos dos frutos embalados de *Physalis angulata* L., armazenados por até 45 dias estão apresentados na Tabela 5.1.

O aumento da concentração de dióxido de carbono no interior das embalagens testadas para frutos de *physalis* (TABELA 5.2) só foi constatado na embalagem filme plástico incorporado com zeólito, com concentrações variando entre 0,052% a 0,064%. Este aumento

da concentração de CO₂ ocorre devido a incorporação de carga mineral que aumenta a permeabilidade ao O₂, CO₂ e ao vapor da água do material, conforme observado por Scolaro *et al.* (1997).

TABELA 5.2 – Taxa de Dióxido de Carbono (% CO₂) média no interior de diferentes embalagens para frutos de *Physalis angulata* L. armazenados 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Dias de armazenamento	EMBALAGENS		
	Cumbuca com tampa plástica	Ativa	Convencional
	Dióxido de Carbono (%)		
0	0,0320 aA	0,0320 bA	0,0320 Ba
15	0,0320 aC	0,0623 aA	0,0417 aB
30	0,0310 aB	0,0625 aA	0,0373 aB
45	0,0318 aC	0,0580 aA	0,0400 aB

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas (período de armazenamento – minúscula) e nas linhas (embalagens – maiúsculas), não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

As frutas envoltas em embalagem filme plástico incorporado com zeólito mostraram-se com maior potencial de conservabilidade (TABELA 5.3), comprovando, assim, a eficiência do uso de filmes plásticos. Essa informação confirma o relato de Mosca *et al.* (1999), no qual é mencionado que a redução de perda de umidade contribui decisivamente na melhor manutenção da qualidade pós-olheita proporcionando desse modo um prolongamento da vida útil dos frutos.

TABELA 5.3 – Umidade (%) média de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Dias de armazenamento	EMBALAGENS		
	Cumbuca com tampa plástica	Ativa	Convencional
	Umidade (%)		
0	82,65 aA	82,65 aA	82,65 aA
15	82,65 aA	79,98 aA	64,52 bB
30	73,58 bA	76,78 aA	64,50 bB
45	66,65 bB	77,31 aA	58,12 cC

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas (período de armazenamento – minúscula) e nas linhas (embalagens – maiúsculas), não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A relação SS/AT dos frutos mantidos em embalagem convencional apresentou aumento a partir do 15º dia de armazenamento. (TABELA 5.4). Para as demais embalagens o aumento da relação SS/AT só ocorreu entre o período de 30 a 45 dias de armazenamento. O aumento excessivo da relação SS/AT dos frutos mantidos em embalagem convencional é um indicativo de senescência (MALGARIN *et al.*, 2007) que foi controlado nos frutos embalados em cumbuca plástica com tampa e embalagem filme plástico incorporado com zeólito. Ao estudarem a conservação refrigerada de cherimóia em filmes plásticos com zeólite, Melo *et al.* (2002) observaram o retardamento do amadurecimento dos frutos, pela manutenção da relação SS/AT.

Simultaneamente ao aumento da relação SS/AT, observamos que os frutos mantidos na embalagem cumbuca plástica com tampa, apresentaram aumento médio do pH durante o armazenamento de 3,42% (TABELA 5.4) o que pode caracterizar o avanço da senescência, pela utilização de ácidos orgânicos em excesso, armazenados nos vacúolos como substrato respiratório (MEDLICOTT; JEGER, 1987). Entretanto, o pH permanece sem grandes modificações, mesmo com efeito significativo para o período de armazenamento. Este comportamento, provavelmente, ocorreu devido a uma variação na composição de ácidos presentes nos tecidos vegetais. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a capacidade tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH.

TABELA 5.4 – Relação SS/AT e pH médio de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Período de armazenamento	EMBALAGENS		
	Cumbuca com tampa plástica	Ativa	Convencional
	Relação SS/AT		
0	24,70 bA	25,25 bA	23,46 cA
15	24,91 bA	26,29 bA	29,06 bA
30	26,00 bB	26,75 bB	31,10 bA
45	34,92 aB	34,43 aB	43,48 aA
	pH		
0	4,48 bA	4,50 aA	4,43 aA
15	4,48 bA	4,51 aA	4,43 aA
30	4,50 bA	4,30 bB	4,41 aA
45	4,63 aA	4,59 aA	4,41 aA

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas (período de armazenamento – minúscula) e nas linhas (embalagens – maiúsculas), não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A perda de massa média dos frutos de *P. angulata* L. acondicionados em embalagem convencional (TABELA 5.5), após 15 dias de armazenamento à temperatura de 10 °C foi de 14,23%, para os frutos acondicionados em cubuca plástica com tampa e filme plástico incorporado com zeólito não houve perda até este período. Entre o período de 15 a 30 dias de armazenamento os frutos acondicionados na embalagem cubuca plástica com tampa houve perda média de 11% de massa fresca. Ao final dos 45 dias de armazenamento, as perdas de massa fresca foram de 19,18%, 2,63% e 22,58% para as embalagens cubuca plástica com tampa, filme plástico incorporado com zeólito e convencional, respectivamente. A perda de massa em frutos é devida principalmente à sua transpiração, o que reflete diretamente na perda da firmeza, de turgescência e do valor comercial (FINGER *et al.*, 1999). O murchamento provocado pela desidratação é normalmente a principal causa da perda da qualidade em frutos e se manifesta quando o produto perde aproximadamente 9% da sua massa inicial (UNDURRAGA *et al.*, 1997). Portanto, apenas a embalagem filme plástico com incorporação de zeólito mostrou-se eficiente no controle da perda de massa durante os 45 dias de armazenamento. A embalagem cubuca plástica com tampa, controlou a perda de massa fresca por 20 dias (TABELA 5.5). Esta menor perda de massa fresca dos frutos mantidos em embalagem de filme plástico com incorporação de zeólito, deve-se, possivelmente, ao fato que filmes de polietileno e similares atuam como uma barreira física e seletiva ao vapor de água (MELO *et al.*, 2002).

Além da perda de massa fresca, a textura é um parâmetro importante para expressar a qualidade de vegetais através da firmeza dos tecidos. Neste sentido a força máxima de perfuração dos vegetais acondicionados nas diferentes embalagens foram investigadas (TABELA 5.5). Nas amostras embaladas em cubucas plásticas com tampa e filme plástico incorporado com zeólite, a força de perfuração não apresentou variação durante os 45 dias de armazenamento. Nos frutos acondicionados em embalagem convencional, a força máxima de perfuração variou de 5,43 N no primeiro dia para 3,86 N no último dia, com uma perda de 28,9% da firmeza. Esperava-se com o passar do período de armazenamento que a firmeza dos frutos de *physalis* diminuísse acentuadamente devido ao processo de amadurecimento, pois, devido à perda de turgescência, relacionada à perda de massa e senescência dos frutos, os tecidos oferecem menor resistência à ruptura. Entretanto, no fim do período de armazenamento constatou-se aumento da resistência de penetração, exceto nos frutos acondicionados em embalagem convencional. Essa resistência de 6,04 N para os frutos acondicionados em cubuca plástica com tampa, no último dia de armazenamento, pode estar

relacionada com a mudança na textura dos frutos devido à perda de massa, proporcionando uma idéia errônea de firmeza, conforme observado também por Lemos *et al.* (2007) em pimentões. Segundo Calbo e Moretti (2006), o texturômetro não é muito eficiente para avaliar a variação de firmeza causada por desidratação, visto que a leitura pode aumentar em razão inversa da firmeza percebida.

TABELA 5.5 – Perda de massa (g) e firmeza de polpa (N) média de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Período de armazenamento	EMBALAGENS		
	Cumbuca com tampa plástica	Ativa	Convencional
	Perda de massa (g)		
0	1,55 aA	1,49 aA	1,41 aA
15	1,57 aA	1,50 aA	1,21 bB
30	1,38 bA	1,44 aA	1,28 aA
45	1,25 bB	1,45 aA	1,09 bC
	Firmeza de polpa (N)		
0	5,26 aA	6,00 aA	5,43 aA
15	5,25 aA	4,76 aA	5,86 aA
30	5,89 aA	4,20 aB	4,52 bB
45	6,04 aA	5,25 aA	3,86 bB

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas (período de armazenamento – minúscula) e nas linhas (embalagens – maiúsculas), não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A perda de massa e redução da firmeza dos frutos, podem estar associados a baixa umidade relativa que os frutos foram submetidos, ocorrendo de forma mais intensa nos frutos acondicionados em embalagem convencional. O uso de embalagens de polietileno, mais especificamente, as embalagens com incorporação de minerais, possivelmente proporcionaram uma atmosfera modificada, com aumento da umidade, por atuarem como uma barreira física que facilita a permeabilidade ao vapor de água, evitando a formação de condensação de gotículas de água, formadas pela respiração de vegetais (MELO *et al.*, 2002). Em experimento realizado com frutos de *P. angulata* L. e *P. peruviana* L. em temperatura de armazenamento de 10 °C, porém com umidade relativa de 90%, a durabilidade dos frutos sem redução dos parâmetros de qualidade, perda de massa e firmeza de polpa, chegaram até 50 dias em embalagem convencional (BOLZAN *et al.*, 2011).

O parâmetro de coloração luminosidade (L^*) não apresentou alteração para nenhuma das embalagens testadas durante os 45 dias de armazenamento (TABELA 5.1). A coordenada a^* , que indica a variação de verde a vermelho, é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marron resultante da presença de melaninas representa a combinação do verde e vermelho (SOUZA *et al.*, 2009). Maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de a^* . Para os frutos de *Physalis* o aumento dos valores da coordenada a^* , ocorreu devido ao período de armazenamento, que iniciou a partir do 30º dia. Possivelmente esta alteração da coloração ocorreu devido ao comportamento natural do fruto (JOAS *et al.*, 2005), não sendo ocasionada pelo tipo de embalagem.

TABELA 5.6 – Valores médios para período de armazenamento dos atributos cromaticidade verde-vermelho (a^*) e cromaticidade amarelo-azul (b^*) de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Período de armazenamento	Cromaticidade a^*	Cromaticidade b^*
Recém-colhidos	9,41489 b	28,04789 b
15 dias	8,20989 b	31,69456 a
30 dias	9,95089 a	32,46044 a
45 dias	11,13744 a	31,68444 a

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

De acordo com a Tabela 5.6, pode-se observar que para o parâmetro b^* houve variação ao longo do período de armazenamento e os frutos apresentaram aumento nos valores médios de b^* aos 15 dias de armazenamento. Quanto ao uso de embalagens para conservação da coloração amarelo a azul, (TABELA 5.7) os frutos acondicionados em cumbuca plástica com tampa e filme plástico incorporado com zeólite, apresentaram manutenção da tonalidade amarela e a embalagem convencional, promoveu aumento do valor médio de b^* . Assim como a alteração da coordenada b^* , os valores do ângulo de coloração ($^{\circ}$ hue) também foram influenciados pelo uso das embalagens (TABELA 5.8). Durante o período de 15 a 30 dias de armazenamento, os frutos mantidos em embalagem convencional apresentaram valores médios superiores aos frutos acondicionados nas demais embalagens. Este comportamento, possivelmente ocorreu, pois as embalagens cumbuca plástica com

tampa e filme plástico incorporado com zeólite proporcionaram menor exposição dos frutos a luz. A coloração amarela é dada por pigmentos carotenóides e uma vez que a luz estimula a sua síntese, sabe-se que o grau de exposição à luz pode afetar sua concentração (DAMODARAN *et al.*, 2010). Embalagens de polietileno apresentam certa opacidade e quando o filme é incorporado com carga mineral, como o zeólito, esta opacidade aumenta ainda mais, proporcionando menor exposição a luz (TUKADA, 2002).

TABELA 5.7 – Valores médios para tipos de embalagem para o atributo cromaticidade amarelo-azul (b^*) de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Tipo de Embalagem	Cromaticidade b^*
Cumbuca plástica com tampa	30,02933 b
Ativa	30,89967 b
Convencional	31,98650 a

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

TABELA 5.8 – Ângulo de coloração ($^{\circ}$ hue) média de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados em diferentes embalagens a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias.

Período de armazenamento	EMBALAGENS		
	Cumbuca com tampa plástica	Ativa	Convencional
	$^{\circ}$hue		
0	70,68 bA	71,11 bA	71,37 cA
15	74,36 aB	74,03 aB	77,76 aA
30	76,34 aA	70,47 bB	74,03 bA
45	71,08 bA	70,39 bA	70,36 cA

As médias seguidas das mesmas letras, nas colunas (período de armazenamento – minúscula) e nas linhas (embalagens – maiúsculas), não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O uso de filmes plásticos alteram a atmosfera do ambiente (intraembalagem), pois quando um vegetal é acondicionado e fechado dentro de uma embalagem plástica, a concentração de O_2 no espaço livre da embalagem tende a decrescer e a concentração de CO_2 se eleva, devido à respiração (processo consome O_2 e libera CO_2), estabelecendo-se uma atmosfera de equilíbrio em razão de um estado de equilíbrio entre a difusão de gases através

da embalagem e a respiração do prouto, na qual a durabilidade é maximizada (SARANTÓUPOLO, 1997). O aumento da concentração de CO₂, apresenta efeitos benéficos que incluem retardo da senescência (incluindo amadurecimento) e mudanças bioquímicas e fisiológicas associadas, como por exemplo a diminuição da respiração, produção de etileno, amolecimento e alterações de composição, inibição da síntese de etileno e redução da sensibilidade do produto à ação do etileno, bem como redução da degradação causada por microrganismos (BRENCHT *et al.*, 2010).

5.4 CONCLUSÕES

A vida-de-prateleira de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados a 10 °C e UR 70±5% acondicionados em embalagem convencional é de 10 dias, e os frutos acondicionados em embalagem do tipo cumbuca plástica com tampa, de 20 dias, sendo descartados pela perda valor comercial por apresentar perda de massa fresca superior a 9% e redução da firmeza de polpa.

O uso de embalagem plástica com incorporação de mineral Ag-zeólito, para o acondicionamento de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados a 10 °C e UR 70±5%, proporciona durabilidade de 45 dias, com qualidade semelhante dos frutos recém-colhidos; e mantém a massa fresca constante durante este período por promover a formação de um ambiente modificado com alta concentração de CO₂.

TABELA 5.1 – Valores de F para os atributos relação SS/AT, pH, firmeza (N), perda de massa (g), taxa de CO₂ (%), luminosidade (L*), cromaticidade verde-vermelha (a*), cromaticidade amarelo-azul (b*) e ângulo de coloração (°hue) de frutos de *Physalis angulata* L. armazenados a 10 °C e UR 90±5% por até 45 dias em diferentes embalagens.

FV	Relação SS/AT	pH	Firmeza	Perda de massa	Taxa de CO₂	L*	a*	b*	°hue
Período (P)	49,472**	7,825**	1,103 ^{ns}	11,130**	28,400**	2,499 ^{ns}	6,494**	12,372**	15,554**
Embalagem (E)	9,955**	15,140**	2,188 ^{ns}	20,413**	88,977**	2,264 ^{ns}	2,145 ^{ns}	4,034*	4,253*
P x E	3,033*	3,743**	2,634*	3,466**	11,859**	1,555 ^{ns}	0,786 ^{ns}	1,073 ^{ns}	3,142*
CV (%)	8,46	1,53	16,52	20,03	4,03	11,39	46,74	17,27	2,35

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade;

^{ns} Não significativo.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPEDINI, P.; HOTCHKISS, J.H. Review of antimicrobial food packaging. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.3, p.113-126, 2002.
- BOLZAN, R.P.; CUQUEL, F.L.; LAVORANTI, O.J.; Armazenamento refrigerado de *Physalis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.especial.1, p.577-583, 2011.
- BRENCHT, J.K.; RITENOUR, M.A.; HAARD, N.F.; CHRISM, G.W. Fisiologia Pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. Química de alimentos de Fennema 4 ed.) Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.
- CALBO, A.G.; MORETTI, C.L. **Penetrômetro a gás para avaliação da firmeza de frutos**. 2006. Disponível em http://www.cnpq.embrapa.br/laborato/pos_colheita/penetrometro.htm. Acesso em 24/01/2012.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio** 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. Química de alimentos de Fennema (4 ed.) Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.
- FERRI, V.C. Controle da maturação e conservação de caqui (*Diospyrus kaki*), cultivar Fuyu. Pelotas, 2000, 103f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.
- FINGER, F.L.; ENDRES, L.; MOSQUIM, P.R.; PUIATTI, M. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1565-1569, 1999.
- GALVIS, J.A.; FISCHER, G.; GORDILLO. Cosecha e poscosecha de la uchuva. In: **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p. 165-188, 2005.
- JOAS, J.; CARO, Y.; DUCAMP, M.N.; REYES, M. Postharvest control of pericarp browning of litchi fruit (*Litchi chinensis* Sonn cv. Kwa I Mi) by treatment with chitosan and organic acids I. Effect of pH and pericarp dehydration. **Postharvest Biology and Technology**, v.38, p.128-136, 2005.
- LEMO, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; SÃO JOSÉ, A.R.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão ‘Magali’ em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, v.66, n.4, p.693-699, 2007.
- MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.; TREPTOW, R.de O.; SOUZA, E.L. de. Estádios de maturação e variação da temperatura na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Rev. Bras. Agrociência**, v.13, n.1, p.61-57, 2007.

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

MEDLICOTT, A.P.; HEGER, M.J. The development and application of postharvest handling treatments to manipulate ripening mangoes. In: PRINSLEY, R.T.; TUCKER, R.T. Mangoes: of texture. **Journal of Texture Studies**, v.28, n.1, p.101-117, 1997.

MELO, M.R.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; POMMER, C.V. Conservação refrigerada de cherimóia embalada em filme plástico com zeólite. **Bragantia**, v.61, n.1, p.71-76, 2002.

MOSCA, J.L.; MUGNOL, M.M.; VIEITES, R.L. **Atmosfera modificada na pós-colheita de frutas e hortaliças**. Botucatu: Fepaf, 1999.

OLIVEIRA, L.M.; OLIVEIRA, P.A.P.L.V. Revisão: principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. **Brazil Journal of Food Technology**, v.7, n.2, p.161-165, 2004.

PACKAGING gets active: additives lead the way. **Plastics Additives and Compounding**, v.6, n.2, p.22-25, 2004.

POLTRONIERI, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p.37-40. (Documentos, 37).

SARANTÓUPOLOS, C.I.G.de. L. Embalagens para vegetais minimamente processados – Fresh cut. **Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens**, n.5, p.4, 1997.

SCOLARO, M.; PIERFIOVANNI, L.; FAVA, P. Film plastic com inclusioni di zeoliti per la conservazione dell'ortofrutta. **Ressena dell'Imballaggio**, v.6, n.8, 1997.

SILVA, P.R. Mercado e comercialização de pequenas frutas. In: Seminário Brasileiro sobre pequenas frutas, 4, 2007, Vacaria/RS. **Resumos...** Vacaria. EMBRAPA uva e vinho, 2007. p.45-48.

SOUZA, A.V.; VIETES, R.L.; KOHATSU, D.S.; LIMA, G.P.P. Manutenção da coloração de lichia frigorificada com a utilização de ácidos orgânicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.10, n.1, p.1-7, 2009.

UNDURRAGA, P.M.; OLAETA, J.A.C.; MACLEAN, H.B. Identificación y caracterización de desordenes fisiológicos em chirimoyas (*Annoma cherimola* Mill.) cv. Concha Lisa em refrigeración. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, 1., 1997, Chapingo, México. **Anais...** Chapingo: Universidad Autonoma de Chapingo, p.277-291, 1997.

TERUEL, B.L.M. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, n.2, p.199-220, 2008.

TUKADA, S.M. Desenvolvimento de um sistema e metodologia de medição da taxa de absorção de etileno por embalagens plásticas ativas. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2002.

YAN, K.L.; TAKHISTOV, P.T.; MILTZ, J. Intelligent packaging: concepts and applications, **Jornal of Food Science**, v.70, n.1, p.1-10, 2005.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Com esse estudo pode-se concluir que os frutos de *Physalis angulata* L. cultivados na Região Metropolitana de Curitiba – Paraná assemelharam-se bastante em suas características físico-químicas a frutos de tradicionais regiões produtoras, mostrando que os frutos no Paraná possuem boa qualidade e a região é propícia à produção da espécie.

Pela caracterização físico-química, os frutos de *Physalis angulata* L. apresentam a razão SS/AT $\geq 6,0$, que corresponde ao índice de maturação mínimo permitido para comercialização. Com base nisto, observa-se que a produção de physalis na Região Metropolitana de Curitiba – PR atinge o padrão físico-químico, segundo as Normas Técnicas Colombianas, mesmo em condições de clima subtropical.

Os resultados obtidos mostraram teores significativos de vitamina C, alto conteúdo de fenólicos totais e considerável atividade antioxidante, comparáveis a diversas frutas tradicionalmente consumidas no Brasil, o que constitui bom atrativo para o aproveitamento dos frutos, ainda pouco comercializados no Brasil.

A temperatura adequada para o armazenamento de *Physalis angulata* L., é a refrigeração em câmara fria a 2 °C e umidade relativa de 90%, sem variação desta condição. Entretanto, em condições prévias à comercialização, frutos mantidos em geladeira apresentam durabilidade de até 14 dias e, em condições de gôndola e setor hortifruti, apresentam durabilidade de até 12 dias, após este período apresentam perda elevada de massa fresca e escurecimento do fruto.

Os frutos de *Physalis angulata* L. e *Physalis peruviana* L. apresentam comportamento semelhante durante o armazenamento de 90 dias. A presença do cálice promove maior conservação dos atributos físico-químicos quando mantidos a temperatura de 2 ± 1 °C e umidade relativa do ar de $90 \pm 5\%$ por até 90 dias para ambas as espécies.

Considerando os parâmetros estudados e os resultados apresentados, sugere-se o uso de embalagens ativas, de polietileno incorporadas com zeólito como o tipo de embalagem que melhor preserva a qualidade de fruto de physalis. Os frutos embalados em embalagens convencionais podem ser conservados por até duas semanas a 10 °C e umidade relativa do ar de $70 \pm 5\%$, e os embalados em Ag-zeólite, mantidos sob essa temperatura até por quatro semanas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ABDILLE, M.D.H.; SINGH, R.P.; JAYAPRAKASHA, G.K.; JENA, B.S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v.90, n.4, p.891-896, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Resolução nº 19, de 10 de Dezembro de 1999**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>. acesso em 07/10/2011.

AGRA, M.F.; ROCHA, E.A.; FORMIGA, S.C.; LOCATELLI, E.M. Plantas medicinais do Cariris Velhos, Paraíba. Parte I: Subclasse Asterideae. **Revista Brasileira Farm.** v.75, p.61-64, 2007.

AHRENS, M.J.; HUBER, D.J. Physiology and firmness determination of ripening tomato fruit. **Physiologia Plantarum**, v.78, p.8-14, 1990.

ALMANZA, P.J.; FISCHER, G. Nuevas tecnologías de la uchuva *Physalis peruviana* L. **Agro-Desarrollo**, v.4, n.1-2, p.292-304, 1993.

ALMANZA, P.J.; ESPINOSA, C.J. Desarrollo morfológico y análisis físico-químico de frutos de Uchuva (*Physalis peruviana* L.) para identificar el momento óptimo de cosecha. **Trabajo final**. Especialización en frutales de clima frío, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja. 1995.

ALVARADO, P.A.; BERDUGO, C.A.; FISCHER, G. Efecto de um tratamiento a 1,5°C y dos humedades relativas sobre las características físico-químicas de fruto de uchuva *Physalis peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. **Agronomía Colombiana**, v.22, n.2, p.147-159, 2004.

ANDLAUER, W.; FÜRST, P. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. **Food Research International**, v.35, p.171-176, 2002.

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; RISTOW, N.C.; CARPEDENO, S.; TREVISAN, R. Fenolgia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.

ANTUNES, L.E.C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.151-158, 2002

AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS. *E 2454 – 05: Standart guide for sensory evaluation methods to determine the sensory shelf life of consumer products*. West Conshohocken: ASTM, 2005.

ARBAISAH, S.M.; SABIH, B.A.; JUNAINAH, A.H.; JAMILAH, B. Determination of optimum conditions for pectinase extraction from soursop fruit (*Anona muricata*) using response surface methodology. **Food Chemistry**, v.55, n.3, p.289-292, 1996.

ARANGO, J.; SALAZAR, B.; WELSCH, R.; SARMIENTO, F.; BEYER, P.L AL-BABILI, S. Putative storage root specific promoters from cassava and yam: cloning and evaluation in transgenic carrots as a model system. **Plant Cells Rep.**, v.29, p.651-659, 2010.

ATUOI, A.K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, v.89, n.27, 2005.

ÁVILA, A.J.; MORENO, P.; FISCHER, G.; MIRANDA, D. Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18 °C. **Acta Agronómica Colombiana**, v.55, n.4, p.29-38, 2006.

AZEREDO, H.M.C.; FARIA, J.A.F.; AZEREDO, A.M.C. Embalagens ativas para alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, 2000.

BARREIROS, L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesas do organismo. **Química Nova**, v.29, n.1, 2006.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutrição**, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BOLZAN, R.P.; CUQUEL, F.L.; LAVORANTI, O.J.; Armazenamento refrigerado de *Physalis*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.especial, p.577-583, 2011.

BRADY, J.B. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, v.38, p.155-178, 1987.

BRANCH, L.; SILVA, I.. Folk Medicine of Alter Chão, Pará, Brazil, **Acta amazonica**, v.13, n.5:6, p.737-797, 1983.

BURBANO, S.I. Primeiros estudos de la uchuva en poscosecha. **Anais...IV Seminário Recursos Vegetales Promissorios**, UTPC Tunja, p.127-135, 1989.

CAMPOS, F.M.; MARTINO, H.S.D.; SABARENSE, C.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimento e Nutrição.**, v.19, n.3, p.481-490, 2008.

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

CASTAÑEDA, G.E.; PAREDES, R.I. Estudio del proceso respiratorio, principales ácidos orgánicos, azúcares y algunos cambios físico-químicos en desarrollo del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Trabajo de grado**. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 92p. 2003.

CASTRO, A.M.; RODRÍGUEZ, L.; VARGAS, E.M. Secado de uchuva (*Physalis peruviana* L.) por aire caliente pretratamiento de osmodeshidratación. **Revista de la Facultad de Química Farmacêutica**, v.15, n.2, p.226-231, 2008.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliça: Fisiologia e Manuseio** 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliça: Glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256p.

COLOMBIA. Corporación Colombia Internacional. Sistema de Inteligencia de Mercados (SIM). **Uchuva: Perfil de producto**. Ministerio da Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá: El Ministerio, n.13, 2000.

COULTATE, T.P. **Alimentos a química e seus componentes**. 3ed. Artmed. 368p. 2004.

CRFG - California Rare Fruit Growers. 2003. **Cape gooseberry: *Physalis peruviana* L.** Disponível em: <http://www.ctfg.org/pubs/ff/cape-gooseberry.html>. acesso em 19/10/2010.

DAINELLI, D.; GOUNTARD, N.; SYROPOULOS, D.; ZONDERVAN-VAN DEN BEUKEN & TOBBACK, P. Active and Intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. **Trends in Food Science and Technology**, v.19, p.103-112, 2008.

DALL'AGNOL, I. Perfil fitoquímico e atividade antimicrobiana de *Physalis pubescens* L. (**Trabalho de Conclusão de Curso**). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Erechim/RS, 36p. 2007.

DREOSTI, J.E. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa and wine, **Nutrition**, v.16, n.7/8, p. 692-694, 2000.

DUARTE-ALMEIRA, J.M.; SANTOS, R.J.dos.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando o sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, v.26, n.2, p.446-452, 2006.

FERRARI, C.K.B. Oxidative DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426p.

ESPINOSA, K.; BONILLA, M.L.; MUÑOZ, J.E.; POSSO, A.M.; VÁZQUEZ, D.H. Colección, caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de uchuva *Physalis peruviana*. **Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v.2, n.1, p.72-78, 2004.

FERRARI, C.K.B.; TORRES, E.A.F.S.da. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.48, n.3, p.375-382, 2002.

FERREIRA, L. Fruta physalis atrai interesse do mercado brasileiro. **Campo News**. Disponível em: <http://www.camponews.com.br/>. Acesso em 25 Abr. 2009.

FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review Physiology Plant Molecular Biology**, v.42, p.675-703, 1991.

FISCHER, G. Effect of root zone temperature and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) **Tesis doctoral**, Universidad Humboldt, Berlim, 1995, 171p.

FISCHER, G.; LÜDDERS, P. Developmental changes of carbohydrates in capegooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves. **Agronomía Colombiana**, v.14, n.2, p.95-107, 1997.

FISCHER, G.; O. MARTÍNEZ. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. **Agronomía Colombiana**, v.16, p.35-39, 1999.

FISCHER, G. Crecimiento y desarrollo. En: FLÓREZ, V.I.; FISCHER, G.; SORA ÁNGEL, D. (Eds). **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. 175p. 2000.

FISCHER, G.; MIRANDA, D.; PIE, DRAHÍTA, W.; ROMERO, J. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia.** Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá, 2005. 221p.

FLORÉZ, V.J.; FISCHER, G.; SORA, A. (Eds). **Producción poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.).** Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. p.41-49, 2000.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; LINO, I.B.M.; BRECHT, J.K.; CHAU, K.V.. Modeling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, v.52, p.99-119, 2002.

FRANKEL, E.N.; MEYER, A.S. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, n.13, p.1925-1941, 2000.

GALVIS, J.A.; FISCHER, G.; GORDILLO, M. Cosecha e poscosecha de la uchuva. In: **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p.165-188, 2005.

GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTTO, N.M.A, LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.39, n.3, p.67-69, 2003.

GOEBEL, D. A competitividade externa e a logística interna. In: PINHEIRO, A. C.; MARKWALD, R.; PEREIRA, L. V. (Orgs.) **O desafio das exportações.** Rio de Janeiro: BNDES, p.283-365, 2002.

GOTTLIEB, H.E.; SINHA, M.C.S.; BAGGHI, A.; ALI, A.; RAY, A.B. Withaminimin and vitanolidos from *Physalis minima*. **Phytochemistry**, v.26, n.6, p. 1801, 1987.

GRIERSON, D. Manipulation of fruit ripening by genetic modification. **Transgenic Plant Research**, Durham, p.109-124, 1998.

GUIMARÃES, E.T.; LIMA, M.S.; SANTOS, L.A.; RIBEIRO, I.M.; TOMASSINI, T.B.C.; SANTOS, R.R.dos.; SANTOS. W.L.C.dos.; SOARES, M.B. Effects of seco-steroids purified

from *Physalis angulata* L., Solanaceae, on the viability of *Leishmania* sp. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.6, p.945-949, 2010.

GUTIERREZ, A.; BURGOS, J.A.; MOLTO, E. Pre-commercial sorting line for peaches firmness assessment. **Journal of Food Engineering**, v.81, p.721-727, 2007.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoids research since 1992. **Photochemistry**, v.55, n.6, p.481-504, 2000.

HAWKERS, J.G. Centros de diversidad genética vegetal en Latinoamérica. **Diversity**, v.7, n.1-2, p.7-9, 1991.

HEASMAN, M.; MELLENTIN, J. The function Foods Revolution. Healthy **People, Healthy Profits?** London: Esarthscan. 2001.

HERRERA, A. Manejo poscosecha. En: FLÓREZ, V.J.; FISCHER, G.; SORA, A.D. (eds). **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)**. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 175p., 2000.

HUANG, D.Ç OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behing antioxidant capacity assays. **Jornal Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1841-1856, 2005.

INTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF. Disponível em: http://www.ibraf.or.br/estatisticas/Frutas_Frescas/Produ%C3%A7%C3%A3o/2005/Prod%C3%A7ao_Brasileira_de_Frutas_Frescas_por_Estado_2005.pdf. Acesso em: 16/Dez/2011.

ICONTEC. **Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones**. Norma técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá. 15p. 1999.

INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate. Washington: **National Academies Press**, 618p. 2004.

KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and accurrence of phenolics phytochemicals. **J. Am. Diet. Assoc.**, v.99, n.2, p.213-218, 1999.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, G.A.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Frutos silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1285-1286, 2006.

LAGO, T.C.; VALEJO, F.A.; CRIOLLO, H. Análisis de la aptitud combinatoria de algunas características del fruto de *Physalis peruviana* L. **Agronomía Colombiana**. v.25, n.1, p.36-46, 2006.

LANDWEHR, T.; TORRES, F. **Manejo poscosecha de frutas**. Tunja: Editorial Jotamar, 233p. 1999.

LEE, D.; HAGGAR, P.E.; YAN, K.L. Application of ceramicfilled polymeric films for packaging fresh product. **Packaging Technology and Science**, v.5, p.27-30, 1992.

LIGARRETO, G.A.; LOBO, M.; CORREA, A. Recursos genéticos del género *Physalis* en Colombia In: **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p.09-27, 2005.

LIMA, C.R.de.; COSTA-SILVA, J.H.da.; LYRA, M.M.A.; ARAÚJO, A.V.; ARRUDA, V.M.; DIMECH, G.S.; EVÊNCIO, L.B.; FRAGA, M.C.C.A.; LAFAYETTE, S.S.L.; WANDERLEY, A.G. Atividade Cicatrizante e Estudo Toxicológico Pré-clínico do fitoterápico Sanativo®. **Acta Farm. Bonaerense**, v.25, n.4, p.544-549, 2006.

LIMA, C.S.M.; BETEMPS, D.L.; SILVA, E.J.E.; RUFATO, A.de.R. Identificação das principais pragas presentes na cultura da physalis na região de Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2008, **Anais...** Vitória: SBF/UFES. CD/ROOM.

LIMA, C.S.M.; SEVERO, J.; MANICA-BERTO, R.; SILVA, J.A.; RUFATO, L.; RUFATO, A.de.R. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1060-1068, 2009.

LÓPEZ, E.; PÁEZ, L.H. Comportamiento fisiológico de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo condiciones de refrigeración y películas plásticas par se conservación en poscosecha. **Trabajo de grado**. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.de. A. Plantas Medicinaiis no Brasil – nativas e exóticas. 2006.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMPS, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca Ltda, 117p. 1998.

MANACH, C.; SCABERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.727-747, 2004.

MANELA-AZULAY, M.; FILGUEIRA, A.L.; MANDARIM-DE-LACERDA, C.A.; CUZZI, T.; PEREZ, M.A.de. Vitamina C. **An bras Dermatol**, v.78, n.3, p.265-274, 2003.

MÁRQUEZ, C.C.J.; TRILLOS, G.O.; CARTAGENA, J.R.V.; COTES, J.M.T. Evaluación físico-química y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Ingeniería y Tecnología de Alimentos**, v.16, n.1, 2009.

MAZORRA, M.F.; QUINTANA, A.P.; MIRANDA, D.; FISCHER, G.; CHÁVES, B. Análises sobre el desarrollo y la madurez fisiológica del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca), **Agronomía Colombiana**, v.21, n.3, p.175-189, 2003.

MEJÍA, A.G. Exportación de la uchuva a la Unión Europea y a otros países. In: **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p.213-221, 2005.

MELO, M.R.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; POMMER, C.V.. Conservação refrigerada de cherimóia embalada em filme plástico com zeólite. **Bragantia**, v.61, n.1, p.71-76, 2002.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, L.A.G.; SANTANA, A.P.M. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. **Nutrire: Rev. Sociedade Brasileira de Alimento e Nutrição**, v.34, n.1, p.85-95, 2009.

MERCANTILA PUBLISHERS. Guide to food transport: fruit and vegetables. **Mercantila Publishers**, Copenhagen. 246p. 1989.

MIRANDA, D. Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva. In: **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L.** Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortifrutícola de Colombia. p.29-53, 2005.

MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n.2, p.109-122, 2006.

MORTON, J. 1987, Cape gooseberry. En: Fruits of warm climates. Miami, Fl. Pp. 430-434. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/cape-gooseberry.html>; acesso em dez. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. **Goldenberry (Cape gooseberry)**. In: Lost crops of the Incas, National Academy Press, Washington D.C., p.241-251, 1989.

NOVOA, R.H.; BOJACÁ, M.; FISCHER, G. Determinación de pérdida de humedad en fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) según el tipo de secado en tres índices de madurez. **Anais.... IV Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado**, CDTF, Corpoica, Medellín, p.298-302, 2002.

NOVOA, R.H.; BOJACÁ, M.; GALVIS, J.A.; FISCHER, G. La madurez del fruto y secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). **Agronomía Colombiana**, v.24, n.1, p.77-86, 2006.

OLIVEIRA, J.A.R.; MARTINS, L.H.S.; VASCONCELOS, A.M.; PENA, R.S.; CARVALHO, A.V. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de Camapú (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v.5, n.2, p.573-583, 2011.

PAGOT, E. Demandas e contribuições para inovações em pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 4, 2007, Vacaria/RS. **Resumos...** Vacaria. EMBRAPA uva e vinho, p.39-40, 2007.

PARLEY, R. Cape gooseberries and others. **Journal of the Botanical Society of South Africa**, v.81, n.1, p.310-314, 1981.

PECH, J.C.; LASSERE, E.; AYUB, R.; GUIZ, M.; BIDONDE, S.; HERNANDEZ, J.A.; RAMASSAMY, S.; ROMBALDI, C.; BOUZAYEN, M.; BALAGUÉ, C. & LA-TCHÉ, A. Involvement of ethylene in fruit ripening: expression and control of ACC oxidase gene. In: AUSTRALASIAN POSTHARVEST HORTICULTURE CONFERENCE, Melbourne, 1995. **Proceedings...** Melbourne, Department of Natural Resources and Environment Institute for Horticultural Development, p.47-53, 1995.

PINTO, L. K. A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E.D.; THIÈBAUT, J. T. L. Atividade da pectinemetilsterase e da β -Galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.713-722, 2011.

PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.4290-4302, 2005.

POWELL, S.R. The antioxidant properties of zinc. **Journal Nutr.** v.130, p.1447-1454, 2000.

PURUSHOTHAMAN, K.K.; VASANTH, S. Chemistry and pharmacology of steroids derivatives from *Physalis*, **Journal of Scientific and Industrial Research.**, v.47, p.326-334, 1988.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L.E.C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E.D. **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Documentos 129). 2004. 434p

REHM, S.; ESPIG, G. **The cultivated plants of the tropical and subtropical**. Verlag Margraf, Weihersheim, Alemanha, 1991.

RESENDE, J.M.; CHITARRA, M.I.F.; MALUF, W.R.; CHITARRA, A.B.; SAGGIN JÚNIOR, O.J. Atividade de enzimas pectinametilsterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.206-212, 2004.

RYAN, E.; PICK, M.; MARCEAU, C. Use of alternative medicines in diabetes mellitus. **Diabetic Medicine**, v.18, p.242-250, 2001.

RODRÍGUEZ, M. Estudio de la conservación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) utilizando los métodos de atmósfera modificada, refrigeración y encerado. (**Trabajo de grado**). Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 123p., 2003.

ROCKENBACH, I.I.; RODRIGUES, E.; CATANEO, C.; GONZAGA, L.V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimento e Nutrição**, v.19, n.3, p.271-276, 2008.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUSA, C.A.S.; PASTORE, G.M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

RUFATO, L.; RUFATO, A.R.; SCHELEMPER, C.; LIMA, C.S.M.; KRETZSCHMAR, A.A.A. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/UEDESC, Pelotas: UFPel, 2008. 100p.

SANTOS, B.R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J.L.D.; MARTINOTTO, C.; NOGUEIRA, R.C.; SILVA, A.A.N. Pequiizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.): Uma espécie promissora do cerrado brasileiro. **Boletim Agropecuário**, v.6, 33p., 2006.

SÁNCHEZ, J.P.S. Estudios fenológicos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) em El Zamorano. (**Trabajo de Licenciatura**), 24p. 2002.

SCHNEIDER, E.P.; PAGOT, E.; NACHTIGAL, J.C.; BERNARDI J. Ações para o desenvolvimento da produção orgânica de pequenas frutas na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p.245-248, 2007.

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v.157 n.2, p.227-236, 2004.

SILVA, K.N.; AGRA, M.F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nycandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.4, p.344-351, 2005.

SILVA, P.R. Mercado e comercialização de pequenas frutas. In: Seminário Brasileiro sobre pequenas frutas, 4, 2007, Vacaria/RS. **Resumos...** Vacaria. EMBRAPA uva e vinho, 2007. p.45-48.

SOARES, N.F.F.; SILVA, W.A.; PIRES, A.C.S.; CAMILLOTO, G.P.; SILVA, P.S. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.370-378, 2009.

SOUSA, M.S.B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpa de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Technology**, v.14, n.3, p.202-210, 2011.

SOUZA, W.A.de.; VILAS BOAS, O.M.G.C. A deficiência de vitamina A no Brasil: Um panorama. **Revista Panamericana de Salude Publica**, v.12, n.3, p.173-179, 2002.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993.

SWAIN, F.; HILLIS, W. The fenolic constituents of *Pumus domesticus*. **Journal of the Science of Foddo and Agriculture**, v.10, p.63-68, 1959.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal** (3ed.), 720p. 2004.

TAVARES, J.T.Q.; SILVA, C.L.; CARVALHO, L.A.; SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.G. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. **Magistra**, v.12, n.1/2, 2000.

THEOLOGIS, A.; ZAREMBINSKI, T.I.; OELLER, P.W.; LIANG, X.; ABEL, S. Modification of fruit ripening by suppressing gene expression. **Plant Physiology**, v.100, p.549-551, 1992.

TOMASSINI, T.C.B.; BARBI, N.S.; RIBEIRO, I.M.; XAVIER, D.C.D. Gênero *Physalis* – uma revisão sobre vitaesteróides. **Química nova**. v. 23, n.1, p.47-57. 2000.

United States Department of Agriculture, Human Nutrition Information Service, Dietary Guidelines Advisory Committee, and the United States Agricultural Research Service. **Report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on the Dietary Guidelines for Americans, 2000**: To the Secretary of Health and Human Services and the Secretary of Agriculture. Washington, DC, and Springfield, VA: The Committee, National Technical Information Service; 2000.

VALENCIA, M. Anatomía del fruto la uchuva (*Physalis peruviana* L.) **Acta Biológica Colombiana**. v.1, n.2, p.63-89, 1985.

VEGA, N. Normas internacionales de la exportación de uchucas desde el Puerto de Santa Marta (Tese) Escuela de Negocios y Ciencias empresariales: Universidad Sergio Arboleda. 62p. 2008. Disponível em: http://www.usergioarboleda.edu.co/santamarta/biblioteca/trabajos_grado/escuela_empresa/trabajos/normas_internacionales_exportacion.pdf. acesso em Fev. 2011.

VEIMEIREN, L.; DEVLIEGHERE, F. VAN BEEST M & DEVEDERE J. Developments in the active packaging of food. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, p.77-86, 1999.

VILLAMIZAR, F.; RAMÍREZ, A.; MENES, M. Estudio de la caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Agro-desarrollo**, v.4, n.1-2, p.305-320, 1993.

WU, S.; NG, L.; HUANG, Y.; LIN, D.; WANG, S.; HUANG, S.; LIN, C. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.28, n.6, p.963-966, 2005.

WU, S.; Ng, L.; LIN, D. *et al.* *Physalis peruviana* extract induces apoptosis in human HEP G2 cells through CD95/CD95L system and the mitochondrial signaling transduction pathway. **Cancer Letters**, v.215, p.199-208, 2004.

WU, S.J.; TSAIB, J.Y.; CHANG, S.P.; LINC, D.L.; WANG, S.S.; HUANG, S.N.; NG, L.T. Supercritical carbon dioxide extracts enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities of *Physalis peruviana*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.108, n.3, p.407-413, 2006.

ZAPATA, J.L. SALDARRIAGA, A.; LONDOÑO, M. DÍAZ, C. Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia. **Boletín Técnico 14**. Corpoica, C.I. La Selva, Rionegro, Antioquia. 40p., 2002.

ZHANG, S.; HUNTER, D.J.; FORMAN, M.R.; ROSNER, B.A.; SPEIZER, F.E.; COLDITZ, G.A; MANSON, J.E; HANKISON, S.E.; WILLETT, W.C. Dietary carotenoids and vitamins A, C and risk of breast cancer. **Journal Nate Cancer Int.** v.91, p.547-556, 1999.