



**FILIFE ALMENDAGNA RODRIGUES**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E  
ANATÔMICA DE *Physalis peruviana* L.**

**LAVRAS – MG**

**2011**

**FILIFE ALMENDAGNA RODRIGUES**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANATÔMICA DE *Physalis peruviana* L.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Moacir Pasqual

Co-orientadora

Dra. Joyce Dória Rodrigues Soares

**LAVRAS – MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Rodrigues, Filipe Almendagna.

Caracterização físico-química e anatômica de *Physalis peruviana*  
L. / Filipe Almendagna Rodrigues. – Lavras : UFLA, 2011.  
100 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Moacir Pasqual.

Bibliografia.

1. Physalis. 2. Análise físico-química. 3. Anatomia. 4.  
Fruticultura. 5. Solanaceae. I. Universidade Federal de Lavras. II.  
Título.

CDD – 634.7

**FILIFE ALMENDAGNA RODRIGUES**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANATÔMICA DE *Physalis peruviana* L.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 27 de outubro de 2011.

Dr. Evaristo Mauro de Castro	UFLA
Dr. José Darlan Ramos	UFLA
Dr. Ângelo Albérico Alvarenga	EPAMIG
Dr. Fabrício José Pereira	UFLA

Dr. Moacir Pasqual  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2011**

*A Deus, pois sem “Ele” seria praticamente impossível continuar minha caminhada.*

## **OFEREÇO**

*A minha mãe, Sebastiana Maria Aparecida Almendagna Rodrigues;*

*Aos meus parentes, em especial aos meus padrinhos Nair e Abnel;*

*Aos meus irmãos, Fábio e Fabrício.*

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), instituição na qual obtive a base acadêmica que será parte integrante e fundamental para minha vida profissional.

Ao meu orientador professor Moacir Pasqual, pela oportunidade de cursar a pós-graduação (mestrado e doutorado), pelos ensinamentos, amizade e principalmente pela confiança.

Ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudos durante minha graduação, mestrado e doutorado.

Aos laboratoristas e amigos, Vantuil, Clarete, Antônio Carlos e Evaldo.

Às secretárias Marli e Simone, sempre atenciosas e prontas para ajudar no que for preciso.

Ao professor Luís Carlos do Departamento de Ciência dos Alimentos, por ter disponibilizado o laboratório de pós-colheita de frutos e hortaliças para realização das análises físico-químicas.

Aos professores Evaristo Mauro de Castro, Fabrício José Pereira e José Darlan Ramos e ao pesquisador da EPAMIG Ângelo Albérico Alvarenga, por terem aceitado o convite para participarem da banca de tese.

A Joyce Dória Rodrigues Soares pela co-orientação, ajuda nos trabalhos e, principalmente, pela amizade criada nesses oito anos de convivência.

A Renata Alves Lara Silva, pela ajuda e ensinamentos durante os trabalhos de anatomia vegetal e também pela amizade.

Ao amigo Edwaldo dos Santos Penoni, pela amizade feita durante a pós-graduação, também pela boa vontade em ajudar e pela paciência em certos momentos.

A Aline das Graças Souza, pela amizade, prestatividade e atenção.

Aos amigos e colegas do laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e

do Setor de Fruticultura da UFLA, do alojamento da UFLA (Brejão), e da República Tokaia, Renan, Pedro e Jonathan, que, atualmente, junto a mim, compõem a república, e aos ex-integrantes da Tokaia, Roguinho e Giuliano.

A todos os meus familiares, principalmente aos meus padrinhos, Nair e Abnel, por terem acolhido meus irmãos e eu no momento em que mais precisamos, por terem dado base para seguir em frente e também por sempre me incentivarem a estudar e correr em busca de um futuro melhor.

Aos meus primos-irmãos Átila e Júnior, pela amizade e por me tratarem como irmão.

A minha mãe, Sebastiana Maria Aparecida Almendagna Rodrigues (*in memoriam*), seja onde ela esteja, deve estar muito orgulhosa de seus filhos.

Enfim, a todos que tiveram participação em alguma etapa de minha formação profissional.

Muito Obrigado.

## RESUMO

Planta de grande valor nutricional e econômico, que está sendo incorporada aos plantios de pequenos frutos, é a *Physalis peruviana* L. Essa frutífera está sendo difundida gradativamente no mercado internacional, principalmente por seu sabor e suas características medicinais, o que torna muito atrativa sua comercialização. O ponto de colheita é um fator considerado importante em todo o processo agrícola, sua determinação notadamente em *Physalis peruviana* permite máximo aproveitamento pós-colheita apresentando melhor qualidade e mínimo de perdas. Além disso, estudos envolvendo a anatomia de órgãos vegetativos tornam-se importantes, do ponto de vista agrônomo, fornecendo informações das estruturas anatômicas presentes e assim sendo possível adotar práticas culturais. Os objetivos foram determinar e correlacionar as principais características apresentadas por frutos e sementes de *Physalis peruviana*, caracterizar quimicamente frutos cultivados em casa de vegetação, identificar o estágio de maturação ideal, estudar as principais fases relacionadas com a produção dos frutos, estimar a sua produtividade na região de Lavras-MG, verificar o tipo de reserva que ocorre em sementes de *Physalis peruviana* e caracterizar anatomicamente os órgãos vegetativos. Conclui-se que a *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação apresenta boas características físico-químicas, possibilitando sua exploração econômica. A *Physalis peruviana* deve ser colhida quando o cálice estiver no estágio esverdeado e amarelo. Nessas fases os frutos apresentam maiores diâmetros e maiores acúmulos de sólidos solúveis totais. A colheita dos frutos inicia-se 100 dias após o transplântio das mudas. A temperatura influencia na época de colheita dos frutos. O ciclo da cultura da *Physalis peruviana*, da semeadura até o final da colheita, é de aproximadamente 9 meses. A semente da *Physalis peruviana* apresenta reserva lipídica. Também foi verificada grande quantidade de tricomas tectores unisseriados e multisseriados no caule e nas folhas. A

exposição da planta ao eixo leste-oeste promove maiores espessuras da nervura central e da lâmina foliar. Os estômatos são do tipo anomocítico, encontrando-se limitados à superfície abaxial da folha, sendo, portanto, as folhas classificadas como hipostomáticas.

Palavras-chave: Fruticultura. *Physalis*. Colheita. Anatomia.

## ABSTRACT

A fruit of high nutritional value and economic, which is being incorporated into the planting of small fruits is *Physalis peruviana* L., which is gradually being disseminated in the international market, mainly for its flavor and its medicinal properties, which makes it very attractive for the market and marketing. The sampling point is considered important factor throughout the agricultural process, and determining the best time to harvest the *Physalis peruviana*. allows maximum use post-harvest featuring better quality and minimal losses. In addition, studies the anatomy of vegetative organs become important, the agronomic point of view, providing information of anatomical structures present and therefore can adopt cultural practices. The objective were to determine and correlate the main features provided by fruits and seeds of *Physalis peruviana*, chemically characterize fruit grown in the greenhouse, identify the optimal maturation stage for harvesting the fruits, the main study phases related to fruit production, estimating their productivity in the region of Lavras-MG, check the booking type that occurs in seeds of *Physalis peruviana* anatomically and to characterize the vegetative organs. It is concluded that the *Physalis peruviana* grown in a greenhouse has good physical and chemical characteristics, enabling their economic exploitation. The *Physalis peruviana* should be harvested when the cup is green and yellow in the stadium. In these phases the fruits have larger diameters and larger accumulations of total soluble solids. It is possible to produce *Physalis peruviana* in a greenhouse in Lavras-MG. The fruit harvest starts 100 days after transplanting the seedlings. The temperature influences the harvesting of the fruits. The crop cycle of *Physalis peruviana*, sowing by the end of the harvest is approximately 9 months. The seeds of *Physalis peruviana* presents fat stores. They also found large amounts of multiseriate and uniseriate trichomes on the stem and leaves. The exposure of the plant to the eastern and western promotes greater thickness of the midrib and

leaf blade. The stomata are of type anomocytic, being limited to the abaxial surface of the sheet, and is therefore classified as hypostomatic.

Keywords: Fruticulture. *Physalis*. Harvest. Anatomy.

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1</b> Introdução geral.....	13
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>2.1</b>	A cultura da <i>Physalis peruviana</i> L.....	16
<b>2.2</b>	O gênero <i>Physalis</i> .....	17
<b>2.3</b>	Origem e distribuição da <i>Physalis peruviana</i> L.....	18
<b>2.4</b>	A espécie <i>Physalis peruviana</i> L.....	19
<b>2.5</b>	Cultivares e variedades.....	20
<b>2.6</b>	Composição química, propriedades nutricionais e medicinais da <i>Physalis peruviana</i> L.....	22
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25
	<b>CAPÍTULO 2</b> Caracterização físico-química de <i>Physalis peruviana</i> L. cultivadas em casa de vegetação.....	28
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	31
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	42
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43
	<b>CAPÍTULO 3</b> Caracterização do ponto de colheita de <i>Physalis peruviana</i> L. na região de Lavras-MG.....	46
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	49
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	51
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	60
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	61
	<b>CAPÍTULO 4</b> Fases fenológicas e produtividade de <i>Physalis peruviana</i> L. cultivada em casa de vegetação.....	63
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	66
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	68
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	71
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	78
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
	<b>CAPÍTULO 5</b> Anatomia de órgãos vegetativos e histoquímica de sementes de <i>Physalis peruviana</i> L.....	80
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	83
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	85
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	87
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	98
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	99

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUÇÃO GERAL**

## 1 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L. está sendo incorporada aos plantios de pequenas frutas, pois possui grande valor nutricional e econômico, o que faz com que esta seja difundida gradativamente no mercado internacional, principalmente por seu sabor e suas características medicinais, o que a torna muito atrativa para a comercialização (RUFATO et al., 2008).

Esta frutífera também é classificada como fruta nobre, a exemplo do mirtilo, framboesa, cereja, amora e pitaya. O seu consumo ainda é restrito por causa do alto valor agregado, em decorrência da produção limitada, do manejo da colheita, da exigência em mão de obra, dos cuidados no transporte e da armazenagem. Segundo Velasquez et al. (2007), o cultivo dessa frutífera é uma alternativa de economia agrícola, com boas perspectivas de comercialização no mercado nacional e internacional, devido ao elevado conteúdo nutracêutico e pela possibilidade de incorporação da espécie nos cultivos orgânicos.

O seu plantio ainda é limitado em decorrência do desconhecimento de práticas de manejo cultural, alta demanda de mão de obra e a logística entre a colheita e o mercado. Os preços elevados fazem com que seu consumo fique restrito a um nicho de mercado para pessoas com maior poder aquisitivo, podendo, no pico da safra, ter seus preços reduzidos, ficando acessíveis a uma maior faixa de consumidores (MUNIZ et al., 2011).

O cultivo de pequenas frutas no Brasil tem despertado a atenção de produtores, comerciantes e consumidores, especialmente nos últimos anos. A inserção das pequenas frutas como atividade econômica é ainda bastante incipiente e inovadora, caracterizando-se, de modo geral, pelo baixo custo de implantação e de produção, acessível aos pequenos produtores, bom retorno econômico em curto prazo, boa adaptação às condições socioeconômicas e ao ambiente local, grande exigência de mão de obra, possibilidade de cultivo no

sistema orgânico e demanda maior do que a oferta (POLTRONIERI, 2003; MUNIZ et al., 2011).

Além disso, o cultivo de pequena fruta oferece inúmeras oportunidades para a indústria no preparo de geleias, sucos, doces em pasta ou cristalizados, tortas, bolos e outros produtos em escala industrial como polpas, frutos congelados, iogurtes e sorvetes.

Os objetivos do trabalho foram determinar e correlacionar as principais características apresentadas por frutos e sementes, caracterizar quimicamente os frutos, identificar o estágio de maturação ideal para a colheita dos frutos, estudar as principais fases relacionadas com a produção, verificar o tipo de reserva que ocorre em sementes e caracterizar anatomicamente os órgãos vegetativos de *P. peruviana* cultivadas em casa de vegetação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura da *Physalis peruviana* L.

A *Physalis peruviana* L. é uma fruta exótica da família *Solanaceae*, originária da Amazônia e dos Andes, possuindo variedades cultivadas na América, Europa e Ásia. A fruta é produzida comercialmente no Equador, África do Sul, Quênia, Zimbábue, Austrália, Nova Zelândia, Havaí, Índia, Malásia, Colômbia e China. Atualmente sua produção tem se estendido aos planaltos dos países tropicais, subtropicais e aos países do Caribe, sendo a Colômbia o maior produtor mundial. No Brasil, a *Physalis* é popular no Norte e Nordeste e ainda é novidade no Sul e Sudeste. É encontrada nos supermercados, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro, entretanto grande parte é importada da Colômbia a preços elevados, visto que a produção comercial no Brasil ainda é pequena (ROCKENBACH et al., 2008).

Na maioria dos países a fruta é cultivada em quintais, para consumo direto. No entanto, seu prestígio é grande em alguns mercados internacionais, como na Europa, onde são altos os valores pagos pela fruta, que é coberta com chocolate para uso em decoração de bolos e tortas (ROCKENBACH et al., 2008). Além de possuir grande potencial como produto *in natura*, a *P. peruviana* pode ser empregada como ingrediente em saladas, pratos cozidos, sobremesas, geleias, aperitivos naturais e conservas (RAMADAN; MÖRSEL, 2003).

De acordo com González et al. (2008), essa frutífera tem provocado algumas confusões na literatura, devido à diversidade de nomes comuns existentes, sendo às vezes confundida com outras espécies. No mundo são denominados vários nomes à *P. peruviana*, na Colômbia, é conhecida como uchuva, no Japão como hosuki, no Brasil como camapú e joá-de-capote, no Equador como uvilla, no Peru como aguaymanto, na Venezuela como

topotopo e em países de língua inglesa como goldenberry ou cape goosenberry (PUENTE et al., 2011).

A *P. peruviana* também é uma planta muito utilizada na medicina popular como antibacteriano, antipirético, imunomodulatório e também no tratamento de doenças como asma, hepatite, dermatite e reumatismo (WU et al. 2005). Segundo Tomassini et al. (2000), a família Solanaceae é reconhecida pela presença de metabólitos poli-oxigenados e vitaesteróides, incluindo uma grande variedade de plantas que são econômica e farmacologicamente importantes, a exemplo da *P. angulata* L., que é largamente empregada na medicina popular de vários países, especialmente os da América do Sul.

## 2.2 O gênero *Physalis*

O gênero *Physalis* apresenta mais de 80 espécies entre plantas herbáceas perenes e anuais, muitas são comestíveis e cultivadas, outras silvestres e pouco conhecidas (PALOMINO, 2010). Porém, as estimativas quanto ao número de espécies do gênero são distintas, existindo citações recentes de cerca de 90 espécies existentes (HUNZIKER, 2001). Com exceção de *P. alkekengi* L. que é euroasiática, todas as demais espécies são americanas (HUNZIKER, 2001). O centro de diversidade da espécie *P. ixocarpa* L. se encontra no México, sendo que existem dois terços de espécies do gênero *Physalis* que são endêmicas. Na América do Sul ocorrem cerca de 12 espécies (HUNZIKER, 2001) do nível do mar até áreas de altitude, em ambientes nativos, solos modificados ou com vegetação secundária (SOARES et al., 2009). Conforme González et al. (2008), a *P. peruviana* cresce como planta silvestre nas zonas tropicais da América, tendo como centro de origem os países Andinos, principalmente a Colômbia, Peru e Equador.

A beleza da coloração das flores e a palatabilidade dos frutos fazem com que algumas espécies sejam cultivadas como ornamentais e/ou alimentícias, com destaque neste último aspecto para *P. peruviana*, assilvestrada do Peru até a Venezuela e largamente comercializada sob o nome popular de uchuva (HAWKES, 1999).

O fruto da espécie *P. pruinosa* é utilizado em conservas, *P. alkekengi*, como ornamental e espécies comestíveis como *P. angulata*, *P. mínima*, *P. ixocarpa* e *P. peruviana*, sendo esta a mais consumida, possuindo frutos açucarados (QUIROS, 1984). Existem ainda outras espécies, como *P. floridana*, *P. viscosa*, *P. pubescens*, *P. philadelphica* e *P. neesiana*.

### **2.3 Origem e distribuição da *Physalis peruviana* L.**

Legge (1974) considera que o centro de origem da espécie *Physalis peruviana* L. foi nos Andes peruanos. Também é relatada como nativa do Peru e Chile, onde os frutos são comestíveis e ocasionalmente comercializados, porém não sendo uma cultura importante. Esta espécie foi introduzida pelos espanhóis na África do Sul há mais de 200 anos e distribuída no Quênia, Califórnia, Grã Bretanha, Austrália, Zimbábue, Nova Zelândia, Havá e Índia.

As plantas foram cultivadas e estabelecidas pela primeira vez no Cabo da Boa Esperança por volta do ano de 1807. Também é cultivada na África do Sul, em pequena escala no Gabão e em outros lugares da África Central. Em seguida foi levada para a Austrália, sendo que os primeiros frutos foram estabelecidos em Nova Gales do Sul. Além disso, tem sido cultivada em grande escala e naturalizada também em Queensland, Victoria, sul da Austrália, ocidente da Austrália e norte da Tasmânia. Este fruto alcançou uma ampla aceitação na Nova Zelândia, China, Índia e Malásia, mas é cultivada em pequena escala. Na Inglaterra a *Physalis* foi pela primeira vez relatada em 1774, onde

tem sido cultivada nas estradas e jardins das casas. Nas ilhas do Caribe esta fruta é pouco conhecida, embora seja nativa. As plantas foram cultivadas abundantemente ao longo das estradas e montanhas da Jamaica em 1913. É cultivada na Flórida e no oeste da Índia. As sementes têm sido adquiridas de Stanford e Nursey (MCCAIN, 1993).

#### **2.4 A espécie *Physalis peruviana* L.**

A *Physalis peruviana* L. é uma planta herbácea e perene, usualmente tratada como anual em plantações comerciais. Pode chegar de 1,5 a 2,0 m de altura, é fortemente ramificada e necessita de tutoramento devido à dificuldade de manter os ramos eretos. É uma planta robusta, com segmentos caulinares lenhosos e folhas visivelmente maiores que aquelas observadas nas espécies nativas (SOARES et al., 2009).

As raízes da *P. peruviana* são fibrosas e se encontram entre 10 a 15 cm de profundidade, o sistema radicular é ramificado atingindo de 50 e 80 cm (ANGULO, 2005). O caule principal é herbáceo, verde e composto por 8 a 12 nós, dando origem às ramificações produtivas por dicotomia. Em cada um dos nós das ramificações produtivas, nascem duas gemas, uma vegetativa e outra florífera. As folhas são aveludadas e deltóides, dispostas de forma alterna, sendo que na senescência, amarelecem e caem (MORTON, 1987; LAGOS, 2006).

Além disso, apresenta um denso indumento de tricomas simples nos ramos, folhas, flores e frutos, conferindo a estes órgãos uma superfície aveludada ao tato. As anteras são sempre azuis ou acinzentadas (SOARES et al., 2009). As flores são solitárias, pedunculadas e hermafroditas, derivam da axila dos ramos e estão constituídas de uma corola amarela em forma tubular com uma mancha roxa na base das pétalas. A floração dura aproximadamente três

dias. Na *Physalis* as flores são facilmente polinizadas por insetos e por ventos, e apresenta também autopolinização.

Os frutos são alaranjados e saborosos na maturidade e podem ser consumidos *in natura* ou em geleias e doces (SOARES et al., 2009). Também se constitui numa baga globóide, com diâmetro que oscila entre 1,25 e 2,50 cm e com massa entre 4 e 10 g; contém de 100 a 300 sementes. Cada planta produz aproximadamente dois quilos de fruto por safra. As sementes são abundantes e germinam com facilidade em solos úmidos, o que pode justificar o seu aparecimento fora das áreas de cultivo (SOARES et al., 2009).

O cálice é verde, formado por cinco sépalas, com comprimento de, aproximadamente, cinco centímetros, cobrindo o fruto completamente durante todo o seu desenvolvimento. A principal função do cálice é a proteção do fruto contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas, podendo também ser utilizado como indicador do ponto de colheita dos frutos (ÁVILA et al., 2006).

## **2.5 Composição química, propriedades nutricionais e medicinais da *Physalis peruviana* L.**

A *Physalis peruviana* L. apresenta fruto com sabor açucarado, com bons conteúdos de vitamina A e C, ferro e fósforo, além de flavonóides, alcalóides e fitoesteróides. Mais recentemente foi identificada uma substância chamada “Physalina”, que atua no sistema imunológico humano, evitando a rejeição a órgãos transplantados (RUFATO et al., 2008).

Segundo a FRUIT GARDENER, California Rare Fruit Growers, Inc., quando o fruto está maduro, as características físico-químicas e nutricionais para cada 100 g de fruto são as seguintes: 78,90% de umidade, 16 g de carboidratos, 1,01 g de cinza, 4,90 g de fibra, 0,16 g de gordura total, 0,05 g de proteína, 43

mg de ácido ascórbico, 8 mg de cálcio, 1,61 mg de caroteno, 55,30 mg de fósforo, 1,23 mg de ferro, 1,73 mg de niacina e 0,03 mg de riboflavina (ELISA; EDISON, 2008). Também relata que, além do consumo direto do fruto, pode-se utilizá-lo em preparo de doce, geleia, marmelada, manjar e creme. A *Physalis* possui propriedades nutricionais importantes, podendo citar a reconstrução e fortificação do nervo óptico. É também recomendado para preparo de sucos, infusões com folhas e consumo do fruto fresco, podendo ser consumido sem restrições e favorece o tratamento de problemas de próstata, por suas propriedades diuréticas e constitui um excelente tranquilizante devido ao conteúdo de flavonóides (ELISA; EDISON, 2008). Tomassini et al. (2000) também relatam algumas aplicações terapêuticas e atividades farmacológicas de espécies de *Physalis* como antiparasítica, antiviral, e antineoplásica. Estudos recentes têm demonstrado o potencial antibactericida de compostos secundários de diferentes espécies do gênero (KENNELLY et al., 1997; HSIEH et al., 2006).

Muitas outras propriedades medicinais têm sido atribuídas à *Physalis*, incluindo diurético antiasmático, antisséptico, fortalece o nervo óptico, tratamento de afecções da garganta e eliminação de parasitas intestinais, amebas, assim como a albumina dos rins (RAMADAN; MÖRSEL, 2003). *P. peruviana* contém alguns compostos medicinais, com propriedades antioxidantes e evita danos peroxidativos para microssomas hepáticos e hepatócitos (WANG et al. 1999). Extratos de *Physalis* também são relatados por seus efeitos anticancerígenos (WU et al., 2004). O fruto tem sido amplamente utilizado como uma excelente fonte de provitamina A, sais minerais, vitamina C e vitaminas do complexo B. O fruto contém cerca de 15% de sólidos solúveis (principalmente açúcares) e seu alto nível de frutose a torna valiosa para diabéticos. Seu alto teor de fibras é de grande importância, pectina de frutas em que atua como um regulador intestinal e um agente de desintoxicação. Tem uma atividade

antiúlcera e é eficaz na redução da taxa de colesterol (RAMADAN; MÖRSEL, 2003, 2004, 2009).

De acordo com as normas do Codex Stan (2005), os frutos de *Physalis* devem apresentar teor de sólidos solúveis de, no mínimo, 14 °Brix para serem comercializados na Colômbia; portanto, os frutos produzidos em Lages/RS apresentaram valores de sólidos solúveis próximos aos permitidos para a comercialização. Entretanto, vale ressaltar que essa característica não pode ser observada isoladamente, pois devem ser analisados outros atributos na hora da comercialização, como, por exemplo, o peso, a coloração, o diâmetro e a qualidade do fruto produzido (MUNIZ et al., 2011).

Rodriguez (1995), no Chile, verificou valores de sólidos solúveis de 12,1 °Brix em frutos oriundos de plantas tutoradas no sistema espaldeira, os quais também não se enquadrariam dentro das normas do Codex Stan (2005). Além disto, esses valores variam conforme as condições climáticas de cada região de cultivo (MUNIZ et al., 2011).

## **2.6 Colheita e produção da *Physalis peruviana* L.**

A colheita da *Physalis peruviana* L. inicia-se quando pelo menos 40% do cálice começa a secar. O sistema de colheita e a forma como é realizada influenciam diretamente sobre a incidência e severidade das lesões mecânicas. As operações de colheita, seja manual ou mecanizada, têm importantes repercussões sobre a qualidade do produto colhido. Para se obter melhores resultados, devem-se seguir as seguintes recomendações: determinar o momento ideal de colheita, segundo o grau de maturidade e as condições climatológicas e métodos de colheita efetivos (ELISA; EDSON, 2008).

Uma vez iniciada a colheita, a mesma é contínua e os repasses devem ser semanais, de acordo com as exigências do mercado ou as condições

climáticas. O ciclo completo da cultura dura aproximadamente de 8 a 9 meses e a forma mais apropriada para colher os frutos é manualmente, porém em algumas variedades é mais prático usar tesouras. É importante evitar o desprendimento do cálice, porque é a proteção natural do fruto e aumenta as possibilidades de armazenamento por períodos longos. No momento da colheita, o principal índice levado em conta é a cor da epiderme do fruto. Em um trabalho realizado na Universidade Nacional da Colômbia, foi elaborada uma escala de cores de 1 a 6 (verde escuro a alaranjado intenso) para orientar a colheita. A *Physalis* deve ser colhida quando se encontrar nos graus três e quatro (alaranjado com riscos verdes a alaranjado claro) (RUFATO et al., 2008).

A *Physalis* é uma fruta climatérica, ou seja, após a colheita do fruto, ocorre elevação na taxa respiratória, devido à produção autocatalítica de etileno. O grau de maturação é um fator extremamente importante no momento da colheita, pois determina a composição das frutas, hortaliças e outros vegetais, influenciando sobre a qualidade e a capacidade de conservação. A colheita no momento ideal é imprescindível para que se consiga a máxima vida útil do produto, apesar de que a maioria das frutas alcança ótima qualidade sensorial quando são colhidas maduras, momento em que completam a maturidade fisiológica (ELISA; EDISON, 2008). Com isso, determinar-se a colheita do fruto seguindo o grau de maturação adequado é de grande importância para que o produto atinja o mercado ou a indústria em perfeitas condições.

Com um manejo adequado e planejado, o cultivo pode permanecer em produção por até 2 anos, de acordo com a região e o clima predominante. Porém, a partir do segundo ano, existe uma redução da produtividade como também da qualidade dos frutos. A utilização de técnicas adequadas de manejo da cultura, como adubação, espaçamento, tutoramento, desbaste, condução, poda, dentre outras práticas culturais, contribuem para melhorar a qualidade e a aparência da *Physalis* (MUNIZ et al., 2011).

É de extrema importância a escolha e adoção de um sistema de condução que permita melhor aeração entre as plantas e melhor aproveitamento da luminosidade, contribuindo para o crescimento e o desenvolvimento da planta, havendo equilíbrio entre a parte vegetativa e a produtiva, produzindo frutos de maior tamanho e qualidade, e aumentando o rendimento da cultura (MUNIZ et al., 2011).

## REFERÊNCIAS

ANGULO, R. **Uchuva el cultivo**. Bogotá: UTADEO, 2005. 78 p.

ÁVILA, A. J. et al. Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. **Acta Agronómica Colombiana**, Palmira, v. 55, n. 4, p. 29-38, 2006.

CODEX STAN. **Norma del codex para la uchuva**. Ciudad del México, 2005. 14 p.

ELIZA, B. P. P. **Estudio del comportamiento poscosecha de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) sin capuchón**. 2008. 196 p. Tesis (Doctorado en Ingeniería Agroindustrial) - Universidad Técnica del Norte, Casilla, 2008.

GONZÁLEZ, O. T. et al. Caracterización morfológica de cuarenta y seis accesiones de uchuva (*Physalis peruviana* L.), en Antioquia, Colombia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 708-715, maio/jun. 2008.

HAWKES, J. G. The economic importance of the family Solanaceae. In: NEE, M. et al. (Ed.). **Solanaceae IV: advances in biology and utilization**. Kew: The Royal Botanic Gardens, 1999. p. 1-8.

HSIEH, W. T. et al. *Physalis angulata* induced G2/M phase arrest in human breast cancer cells. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 44, n. 7, p. 974-983, Jan. 2006.

HUNZIKER, A. T. **Genera Solanacearum**. Rugell: Gantner Verlag, 2001. 500 p.

KENNELLY, E. J. et al. Induction of quinone reductase by withanolides isolated from *Physalis philadelphica* (tomatillos). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 10, p. 3771-3777, Oct. 1997.

LAGOS, T. C. **Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis en parentales de uvilla o uchuva *Physalis peruviana* L.** 2006. 129 f. Tesis (Doctorado en Genética y Mejoramiento de Plantas) - Universidad Nacional de Colombia, Palmira, 2006.

LEGGE, A. P. Notes on history cultivation and uses of *Physalis peruviana* L. **Journal of the Royal Horticultural Society**, London, v. 99, n. 7, p. 310-314, 1974.

MCCAIN, R. Goldenberry, passion fruit, and white sapote: potential fruits for cool subtropical areas. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Ed.). **New Crops**. New York: Wiley, 1993. p. 479-486.

MORTON, J. F. **Cape gooseberry, in fruits of warm climates**. Winterville: Creative Resource Systems, 1987. 434 p.

MUNIZ, J. et al. Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2011. No prelo.

PALOMINO, C. E. M. **Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira**. 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em Genética y Mejoramiento de Plantas) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010.

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

PUENTE, L. A. et al. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. **Food Research International**, Essex, v. 44, n. 7, p. 1733-1740, July 2011.

QUIROS, C. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 6, p. 872-874, 1984.

RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Goldenberry: a novel fruit source of fat soluble bioactives. **Information**, New York, v. 15, p. 130-131, Aug. 2004.

\_\_\_\_\_. Oil extractability from enzymatically-treated goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace: range of operational variables. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 435-444, Dec. 2009.

\_\_\_\_\_. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 4, p. 969-974, Jan. 2003.

ROCKENBACH, I. I. et al. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 271-276, 2008.

RODRIGUEZ, C. D. L. **Efectos de la conduccion y fertilizacion sobre la produccion, crecimiento e desarrollo em uvilla**. 1995. 76 f. Monografía (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Universidad del Chile, Santiago, 1995.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da Physalis**. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas: UFPEL, 2008. 101 p.

SOARES, E. L. de C. et al. O gênero *Physalis* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 60, p. 323-340, 2009.

TOMASSINI, T. C. B. et al. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 47-57, jan./fev. 2000.

VELASQUEZ, H. J. C.; GIRALDO, O. H. B.; ARANGO, S. S. P. Estudio preliminar de La resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 60, n. 1, p. 3785-3796, 2007.

WANG, I. K.; LIN-SHIAU, S. Y.; LIN, J. K. Induction of apoptosis by apigenin and related flavonoids through cytochrome c release and activation of caspase-9 and caspase-3 in leukaemia HL-60 cells. **European Journal of Cancer**, London, v. 35, n. 10, p. 1517-1525, Oct. 1999.

WU, S. J. et al. Antihepatoma activity of *Physalis angulata* and *P. peruviana* extracts and their effects on apoptosis in human Hep G2 cells. **Life Sciences**, Elmsford, v. 74, n. 16, p. 2061-2073, Mar. 2004.

\_\_\_\_\_. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 28, n. 6, p. 963-966, Dec. 2005.

**CAPÍTULO 2**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE *Physalis peruviana* L.  
CULTIVADA EM CASA DE VEGETAÇÃO**

## RESUMO

Uma frutífera de grande valor nutricional e econômico, que está sendo incorporada aos plantios de pequenos frutos, é a *Physalis* (*Physalis peruviana* L.), a qual está sendo difundida gradativamente no mercado internacional, principalmente por seu sabor e suas características medicinais, o que a torna muito atrativa para o mercado e comercialização. O objetivo do trabalho foi determinar e correlacionar as principais características apresentadas por frutos e sementes e caracterizar quimicamente frutos de *P. peruviana* cultivados em Lavras-MG em casa de vegetação. Avaliaram-se nos frutos de *P. peruviana*, cultivados em casa de vegetação, os caracteres diâmetros transversal e longitudinal do fruto, massa do fruto, massa do fruto com cálice, massa de sementes por fruto, massa de 100 sementes, massa de 1000 sementes e número de sementes por fruto, sendo que essas características foram avaliadas quando o cálice estava no estágio amarelo. Também foram avaliados a firmeza, coloração dos frutos, sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH, açúcares solúveis totais, pectina total e solúvel. A *P. peruviana* cultivada em casa de vegetação apresenta boas características físico-químicas, de acordo com os padrões já estabelecidos para a cultura, possibilitando sua exploração econômica.

Palavras-chave: Fruticultura. *Solanaceae*. *Physalis*.

### ABSTRACT

A fruit of high nutritional value and economic, which is being incorporated into the planting of small fruits is the *Physalis* (*Physalis peruviana* L.), which is gradually being disseminated in the international market, mainly for its flavor and its medicinal properties, which makes very attractive to the market and marketing. The objective of this study was to determine and correlate the main features provided by fruits and seeds and chemically characterize fruit of *P. peruviana* cultivated in Lavras-MG in a greenhouse. Were evaluated in fruits of *Physalis peruviana* L., grown in a greenhouse, with yellow cup in the stadium, the characters transversal and axial fruit, fruit mass, fruit mass with cup, seed mass per fruit, mass of 100 seeds, 1000 seed mass and number of seeds per fruit. In addition to firmness, size and weight, color of the fruit, soluble solids, titratable acidity, pH, total soluble sugars, total and soluble pectin. The *Physalis peruviana* L. grown in a greenhouse has good physical and chemical characteristics, according to the standards already established for the crop, enabling their economic exploitation.

Keywords: Fruticulture. *Solanaceae*. *Physalis*.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma frutífera de grande valor nutricional e econômico, que está sendo incorporada aos plantios de pequenos frutos é a *Physalis* (*Physalis peruviana* L.), a qual está sendo difundida gradativamente no mercado internacional, principalmente por seu sabor e suas características medicinais, o que a torna muito atrativa para o mercado e comercialização (RUFATO et al., 2008).

A *Physalis* também é classificada como fruta fina, a exemplo do mirtilo, framboesa, cereja, amora e pitaya. O seu consumo ainda é restrito devido ao alto valor agregado, em decorrência da produção limitada, do manejo da colheita, da exigência em mão de obra, dos cuidados no transporte e do armazenamento. Além disso, apresenta fruto com sabor açucarado, bons conteúdos de vitamina A e C, ferro e fósforo, flavonóides, alcalóides e fitoesteróides (TOMASSINI et al., 2000).

Hoje em dia, a maior parte da produção de frutas destina-se a atender à demanda por frutas frescas, para consumo *in natura*. Entretanto, existe uma lacuna na produção de frutas para atender o mercado dos processados, uma vez que há demanda para o mercado de frutas processadas, como conservas, sucos, geleias e doces (LOUSADA JUNIOR et al., 2006). A geleia de fruta, além de ser um produto de boa aceitação e de alto valor agregado, possui um mercado bastante promissor (FERREIRA et al., 2011).

Quase todos os tipos de fruta podem ser transformados em geleias, mesmo aquelas com baixo teor de pectina ou acidez. A adição desses componentes, ou ainda a combinação de frutas com características específicas e desejadas desses componentes é permitida pela legislação brasileira na elaboração de geleias (FERREIRA et al., 2011).

As características físico-químicas relacionadas ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, constituem atributos de qualidade à comercialização e utilização da polpa na elaboração de produtos industrializados (OLIVEIRA et al., 1999).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi determinar e correlacionar as principais características apresentadas por frutos e sementes e caracterizar quimicamente frutos de *Physalis peruviana* L. cultivados em Lavras-MG em casa de vegetação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, sendo o primeiro realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e o segundo no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG.

Frutos de *Physalis peruviana* L., cultivados em casa de vegetação foram colhidos de plantas com cinco meses de idade, apresentando cálice no estágio amarelo, em seguida, foram coletados e levados para o laboratório, onde foram avaliados os seguintes caracteres: diâmetro transversal e longitudinal do fruto ((mm) com auxílio de paquímetro digital) e massa do fruto, massa do fruto com cálice, massa de sementes por fruto, massa de 100 sementes (g) secas à sombra por 24 horas, por meio de balança analítica de precisão, e número de sementes por fruto.

Para a análise do diâmetro longitudinal do fruto, diâmetro transversal do fruto, massa do fruto e massa do fruto com cálice foram utilizadas 8 repetições contendo 10 frutos. Para o número de sementes por fruto foram 5 repetições de 10 frutos, e para o cálculo da massa de 100 sementes foram coletadas aleatoriamente 100 sementes, sendo os dados obtidos por meio de balança analítica de precisão.

Também foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (5% de probabilidade) entre as variáveis diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, massa do fruto, massa do fruto com cálice, massa de sementes, número de sementes e sólidos solúveis totais (SST) dados em °Brix, utilizando uma gota do extrato da polpa da *Physalis*, através de um refratômetro digital com correção de temperatura para 20°C. Os dados foram analisados através do software Excel, versão 2007.

Para o segundo experimento, foram utilizados frutos de *Physalis peruviana* L., oriundos de plantas cultivadas em vasos em casa de vegetação (Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais/DAG/UFLA), colhidos no mês de julho de 2011. Os frutos foram inicialmente selecionados pelo estágio de coloração do cálice, utilizando-se frutos no estágio amarelo (Figura 1).



Figura 1 Frutos de *Physalis peruviana* L. apresentando o cálice no estágio de coloração amarelo. UFLA, Lavras, 2011.

Após seleção, os frutos foram separados em repetições de 5 frutos cada e em seguida realizadas as avaliações das seguintes características:

- a) Firmeza: foi determinada individualmente no fruto inteiro na região equatorial, com auxílio de um penetrômetro Magness – Taylor com sonda de 5/6 polegadas de diâmetro. A velocidade da carga celular foi de 20 cm min<sup>-1</sup>. Os resultados expressos em Newton (N).
- b) Coloração: a coloração foi medida nos lados opostos do fruto com auxílio de um colorímetro Minolta CR 400, no modo CIE L\*a\*b. A coordenada L\* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores entre 0 (totalmente preta) e 100 (totalmente branca); a coordenada a\*

pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente; a coordenada  $b^*$ , com intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo). Ângulo Hue ( $h^\circ$ ), calculado pela fórmula  $h^\circ = \arctg(b^*/a^*)$  e varia de  $0^\circ$  (vermelho),  $90^\circ$  (amarelo),  $180^\circ$  (verde) e  $270^\circ$  (azul).

- c) Sólidos Solúveis Totais: determinados por refratometria, conforme normas (AOAC, 1990), utilizando-se o refratômetro digital e os resultados expressos em  $^\circ$ Brix.
- d) Acidez Titulável Total: obtida pela técnica preconizada pela AOAC (1990), e expressa em porcentagem do ácido predominante.
- e) pH – avaliado por potenciometria em eletrodo de vidro, segundo técnica da AOAC (1990).

Além das características citadas acima, também foram analisados açúcares solúveis totais (AST), determinados, por meio de espectrofotômetro, a 620 nm, pelo método de Antrona (DISCHE, 1962) expressos em g de glicose por 100 g de tecido, e pectina total (PT) e solúvel (PS), extraídas de acordo com a técnica de McCready e McComb (1952), e determinadas, por espectrofotômetro, a 520 nm, segundo técnica de Bitter e Muir (1973), sendo os resultados expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos de *Physalis peruviana* L. avaliados no presente estudo apresentaram médias de diâmetros transversal (DT) e longitudinal (DL), respectivamente, 16,89 mm e 18,17 mm. Quanto à massa do fruto (MF) foi encontrado em média 2,843 g por fruto, massa do fruto com cálice (MFC) em média de 3,050 g, massa de sementes (MS) por fruto igual a 0,124 g. Já com relação à massa de sementes foram calculados a média de 100 sementes de 0,095 g e número médio de sementes por fruto de 135 (tabela 1).

Tabela 1 Características biométricas (DT: Diâmetro Transversal; DL: Diâmetro Longitudinal; MF: Massa do Fruto; MFC: Massa do Fruto com Cálice; MS: Massa de Sementes por fruto; M100: Massa de 100 sementes; NS: Número de Sementes) avaliadas em frutos de *Physalis peruviana* L. UFLA, Lavras, 2011.

Características	Média por fruto
Diâmetro Transversal (DT)	16,89 mm
Diâmetro Longitudinal (DL)	18,17 mm
Massa do Fruto (MF)	2,843 g
Massa do Fruto com Cálice (MFC)	3,050 g
Massa de Sementes (MS) por fruto	0,124 g
Massa de 100 sementes	0,095 g
Número de Sementes (NS)	135

Na tabela 2 são descritos os coeficientes de correlação entre as diferentes características estudadas. Observa-se correlação altamente positiva entre as variáveis MF e MFC (0,9623), ou seja, quanto maior massa do fruto

com o cálice, maior será a massa do fruto. O estudo das correlações entre caracteres é aplicável em praticamente todos os campos de pesquisa. A correlação simples permite apenas avaliar a magnitude e o sentido da associação entre dois caracteres, mas não fornece as informações necessárias sobre os efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a uma variável dependente de maior importância (LOPES; FRANKE, 2009).

Tabela 2 Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as diferentes características (DT: Diâmetro Transversal; DL: Diâmetro Longitudinal; MF: Massa do Fruto; MFC: Massa do Fruto com Cálice; MS: Massa de Sementes; NS: Número de Sementes e SST: °Brix) avaliadas em frutos de *Physalis peruviana* L. UFLA, Lavras, 2011.

Variável	DT	DL	MF	MFC	MS	NS	SST
DT	1,0000	0,8372*	0,9149*	0,9395*	-0,0962 <sup>ns</sup>	-0,1929 <sup>ns</sup>	-0,1317 <sup>ns</sup>
DL		1,0000	0,8965*	0,8919*	-0,1969 <sup>ns</sup>	-0,2085 <sup>ns</sup>	0,1032 <sup>ns</sup>
MF			1,0000	0,9623*	-0,2800 <sup>ns</sup>	-0,3104*	-0,0737 <sup>ns</sup>
MFC				1,0000	-0,1202 <sup>ns</sup>	-0,2199 <sup>ns</sup>	-0,0965 <sup>ns</sup>
MS					1,0000	0,9720*	-0,2801 <sup>ns</sup>
NS						1,0000	-0,0744 <sup>ns</sup>
SST							1,0000

<sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5%, pelo teste t.

Correlacionando-se DL e DT, com a MF foram observadas correlações significativas e positivas, respectivamente, 0,91491 e 0,89655, ou seja, DL e DT variaram de forma direta em relação a MF. Já as variáveis MS e NS apresentam correlações negativas com as variáveis DT, DL, MF e MFC.

As maiores correlações encontradas (0,9623 e 0,9720) foram entre a MF e MFC e MS e NS. A massa correlaciona-se bem com o tamanho do fruto, e

constitui uma característica da variedade. Ao atingir pleno desenvolvimento, o fruto deve apresentar massa variável dentro dos limites típicos da variedade, as quais são bastante variáveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Há correlação significativa (0,9720) entre MS e NS. Dessa forma, pode-se inferir que quanto maior a massa de sementes por fruto maior será o número de sementes por fruto. Já MF e NS apresentam correlações significativas e negativas, ou seja, essas variáveis variaram de forma inversa. Quanto maior o NS maior será a MF, porém, maior quantidade de sementes por fruto resulta em uma menor quantidade de polpa no fruto, o que se torna indesejável.

Para o atributo cor foram verificados valores para os dois lados do fruto, respectivamente, 55,77, 7,01 e 33,48 para o lado 1 e 57,27, 7,65 e 34,69 para o lado 2, ou seja, os frutos apresentam coloração tendendo para luminosidade branca (coloração clara), a\* mais verde e b\* mais amarelada (Tabela 3). A coloração do fruto é o atributo que mais atrai o consumidor. Produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 3 Variáveis físico-químicas avaliadas em frutos de *Physalis peruviana* L. UFLA, Lavras, 2011.

Variáveis	Valor
L* (Lado 1)	55,77
a* (Lado 1)	7,01
b*(Lado 1)	33,48
h° (Lado 1)	78,17
L* (Lado 2)	57,27
a*(Lado 2)	7,65
b* (Lado 2)	34,69
h° (Lado 2)	77,56
Firmeza	20,25 N
Sólidos Solúveis (SST)	13,81 °Brix
Acidez Titulável Total (ATT)	1,57%
Ratio (SST/ATT)	8,80
pH	3,46

Foram encontrados, nas análises químicas de pH, acidez titulável total (ATT) e sólidos solúveis totais (SST), respectivamente, 3,46, 1,57% e 13,81 °Brix (Tabela 3). Estes parâmetros são comumente utilizados como indicativo da qualidade do fruto (CARDOSO et al., 2006), refletindo no estágio de maturação dos mesmos, sendo a sua concentração e composição componentes indispensáveis ao sabor do fruto (SANTANA et al., 2004; ARAÚJO et al., 2009). Segundo Bohatch et al. (2001), durante o processo de maturação, a acidez do fruto diminui e o teor de sólidos solúveis aumenta.

Segundo as normas da ICOTEC NTC 4580 (1999) para comercialização da *Physalis*, a razão SST/ATT (ratio) deve ser  $\geq 6,0$  correspondendo ao índice de maturação mínimo permitido para comercialização. No entanto, esta variável deve estar associada a outras características de qualidade, como o conteúdo de

sólidos solúveis totais, em que o valor mínimo deve ser de 14 °Brix (LIMA et al., 2009).

No presente trabalho, razão (SST/ATT) foi de 8,80, ou seja, os frutos estão no ponto ideal para comercialização. Além disso, a razão (SST/ATT) fornece uma indicação de qualidade/maturação do fruto. Desse modo, quando se obtém uma razão muito baixa, há indicação de que se trata de um fruto mais ácido do que desejável. Quando se observa um elevado valor, está-se diante de um fruto em estado de maturação mais avançado. Tais condições influenciam diretamente o sabor dos frutos das solanáceas (BORGUINI, 2002; LIMA et al., 2009).

Os Frutos de *Physalis peruviana* L. cultivados em casa de vegetação apresentaram 20,25 N para a variável firmeza. Esta variável está diretamente relacionada com a força necessária para que o produto atinja uma dada deformação, dando uma ideia das transformações na estrutura celular, da coesão das células e das alterações bioquímicas. A firmeza está diretamente associada não só com a composição e estrutura das paredes celulares, como também com a manutenção de sua integridade. As enzimas hidrolíticas como pectinametilesterase, poligalacturonase, celulase e outras glucanidrolases e transglucosidades das paredes celulares atacam os carboidratos estruturais e são, em grande parte, responsáveis pela perda de firmeza dos tecidos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Geralmente, quanto menor a firmeza da polpa, menor o conteúdo de suco, pois fruto menos firme tende a apresentar polpa mais farinácea e mais seca quando comparada a um fruto firme (LUNARDI et al., 2004), contudo frutos com baixa firmeza de polpa apresentaram maior teor de pectinas solúveis (KETSIA; DAENGGANIT, 1999). Segundo Velasques et al. (2007), a firmeza é o melhor indicador prático da maturação de uma fruta, como o caso da *Physalis*,

pois esta avaliação determina os níveis ótimos para consumo, transporte e manejo do produto.

Em decorrência da degradação da clorofila e do desenvolvimento acentuado de pigmentos carotenóides e/ou flavonóides, o fruto torna-se mais macio e mais colorido. E assim, acentuam-se sabor, odor, cor e textura, tornando o fruto aceitável ao consumo. Os açúcares podem ser avaliados qualitativamente e quantitativamente por métodos químicos ou cromatográficos e, dessa forma, as modificações relativas ao aumento da doçura decorrentes da maturação das frutas podem ser estabelecidas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação às variáveis pectina total, pectina solúvel e açúcares solúveis totais foram encontrados no presente estudo, respectivamente, 279,119 mg, 124,835 mg e 12,107 g. Majumber e Mazumdar (2002) relatam que em *Physalis peruviana* L. também ocorre aumento da solubilização de substâncias pécnicas durante o amadurecimento dos frutos. Maiores índices de pectina total são importantes para a conservação da fruta em pós-colheita, visto que as pectinas influenciam a textura do fruto; e também no custo de processamento industrial, devido à menor necessidade de adição de pectina comercial e redução do tempo de fabricação do doce em massa (PAIVA et al., 1997), a exemplo de geleia. De acordo com Torrezan (1997) a consistência da geleia é consequência de dois fatores da estrutura: geleificação, ligada à concentração de pectina, e rigidez, relacionada à concentração de açúcar e ácido.

#### **4 CONCLUSÃO**

A *Physalis peruviana L.* cultivada em casa de vegetação apresenta boas características físico-químicas, de acordo com os padrões já estabelecidos para a cultura, possibilitando sua exploração econômica.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. R. et al. Caracterização físico-química de frutos de biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.). **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 225-230, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington, 1990. 1275 p.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1973.
- BOHATCH, A.; MARCHI, J. F.; CASAGRANDE, A. **Transformação artesanal de frutas: sucos, néctares e polpas**. Curitiba: EMATER-PR, 2001. 44 p. (Série Produtor, 82).
- BORGUINI, R. G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.
- CARDOSO, S. C. et al. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 269-274, 2006.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed.). **Carbohydrates chemistry**. New York: Academic, 1962. v. 1, p. 477-512.
- FERREIRA, R. M. de A. et al. Qualidade sensorial de geleia mista de melancia e tamarindo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 202-206, 2011.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. **NTC 4580: frutas frescas, uchuva, especificaciones**. Bogotá, 1999. 15 p.
- KETSA, S.; DAENGGANIT, T. Firmness and activities of polygalacturonase, pectinesterase, b-galactosidase and cellulase in ripening durian harvest at different stages of maturity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 181-188, Apr. 1999.

LIMA, C. S. M. et al. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, jul./ago. 2009.

LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Análise de trilha dos componentes do rendimento de sementes de trevo branco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 10, p. 1865-1869, dez. 2009.

LOUSADA JUNIOR, J. E. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

LUNARDI, R. et al. Avaliação da suculência e da solubilização de pectinas em maçãs 'gala' armazenadas em atmosfera controlada, em função de diferentes pressões parciais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 95-101, jan./fev. 2004.

MAJUMBER, K.; MAZUMDAR, B. C. Changes of pectin substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to three enzyme activity and evolution of ethylene. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, n. 4, p. 91-101, Aug. 2002.

MCCREADY, P. M.; MCCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Oct. 1952.

OLIVEIRA, M. E. B. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, set./dez. 1999.

PAIVA, M. C.; MANICA, I.; FIORAVANÇO, J. C. Caracterização química dos frutos de quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 57-63, jan./fev. 1997.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da Physalis**. Pelotas: UFPEL, 2008. 101 p.

SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, 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**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 217-222, abr./jun. 2004.

TOMASSINI, T. C. B. et al. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 47-57, jan./fev. 2000.

TORREZAN, R. **Preparo caseiro de geleias**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997. 15 p.

VELASQUEZ, H. J. C.; GIRALDO, O. H. B.; ARANGO, S. S. P. Estudio preliminar de La resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 60, n. 1, p. 3785-3796, 2007.

### **CAPÍTULO 3**

#### **CARACTERIZAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DE *Physalis peruviana* L. NA REGIÃO DE LAVRAS-MG**

## RESUMO

O ponto de colheita é um fator considerado importante em todo processo agrícola, sendo que a determinação dessa característica permite máximo aproveitamento pós-colheita do produto vegetal por apresentar melhor qualidade e mínimo de perdas. O objetivo do trabalho foi identificar o estágio de maturação ideal para a colheita do *Physalis peruviana* L. na região de Lavras-MG. Frutos de *Physalis peruviana* L., cultivados em casa de vegetação, foram colhidos, levados para o laboratório e classificados em cinco estádios de maturação. Foram avaliadas a massa do fruto com cálice e massa do fruto (g), diâmetros transversais (mm) e longitudinais (mm) do fruto e conteúdo de SST (°Brix). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, contendo dois frutos por repetição. Maior massa de fruto de *Physalis peruviana* L. ocorreu no estágio amarelo (3,103 g), não diferindo significativamente dos estádios amarelo-esverdeado e amarelo-amarronzado. Maiores diâmetros transversal (17,45 mm) e longitudinal (18,55 mm) ocorreram em frutos com coloração do cálice amarelo e menores diâmetros transversais, 16,16 mm e 15,93 mm, ocorreram, respectivamente, nos estádios verde-amarelado e cálice verde. Maiores conteúdos de sólidos solúveis totais foram observados em frutos com cálice amarelo-esverdeado (13,01 °Brix), amarelo (13,81 °Brix) e amarelo-amarronzado (14,21 °Brix), já o menor conteúdo de SSTs (11,26 °Brix) ocorreu no estágio de cálice verde. A *Physalis peruviana* L. deve ser colhida a partir dos estádios amarelo esverdeado até amarelo-amarronzado, uma vez que, nessas fases, os frutos apresentam maiores massas, diâmetros e acúmulos de sólidos solúveis totais.

Palavras-chave: Frutos. Colheita. Sólidos solúveis totais.

## ABSTRACT

The point of harvest is considered important factor throughout the agricultural process, and determining the best harvest time allows maximum use of post-harvest plant product because it has better quality and minimum losses. The objective was to identify the optimal stage of maturity for harvest of *Physalis peruviana* L. in the region of Lavras-MG. Fruits of *Physalis peruviana* L., grown in a greenhouse, were collected, taken to the laboratory and classified into five stages of maturation. We evaluated the mass of the fruit with calyx and fruit mass (g), transverse diameter (mm) and longitudinal (mm) of the fruit and TSS content (°Brix). The experimental design was completely randomized design with five replications with two fruits per replicate. Greater mass of the fruit of *Physalis peruviana* L. in the stadium was yellow (3.103 g), not significantly different stages of greenish-yellow and yellow-brown. Largest transversal diameter (17.45 mm) and longitudinal (18.55 mm) occurred in the calyx colored fruits yellow and smaller transverse diameters, 16.16 mm and 15.93 mm, occurred respectively in the stadiums and yellowish-green calyx green. Major contents of SSTs were observed in fruit with greenish-yellow cup (13.01 °Brix), yellow (13.81 °Brix) and brownish yellow (14.21 °Brix); the lowest content of SSTs (11.26 °Brix) occurred at the stage of the cup green. The *Physalis peruviana* L. must be collected from the stadiums greenish yellow to yellow-brown, since these phases have higher fruit mass, diameter and accumulation of total soluble solids.

Keywords: Fruit. Harvest. Total soluble solids.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Physalis peruviana* L. pertence à família Solanaceae, é originária da Amazônia e dos Andes e possui variedades cultivadas na América, Europa e Ásia. Além disso, apresenta grande potencial econômico, sendo classificada como fruta fina, a exemplo do mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya. O seu consumo ainda é restrito, devido ao alto valor agregado em decorrência da produção limitada, do manejo da colheita, da exigência em mão de obra, dos cuidados no transporte e do armazenamento. Segundo Tomassini et al. (2000), a família solanácea é reconhecida pela presença de metabólitos polioxigenados e vitaesteróides, incluindo uma grande variedade de plantas que são econômica e farmacologicamente importantes, a exemplo do *Physalis angulata* L., que é largamente empregada na medicina popular de vários países, especialmente os da América do Sul.

Esta fruta caracteriza-se pelo sabor doce e expressivo conteúdo de vitamina A, C, ferro e fósforo, sendo que o principal grupo de esteróides encontrados no gênero *Physalis* são as fisalinas. Tomassini et al. (2000) também relatam aplicações terapêuticas e atividades farmacológicas de espécies de *Physalis* como antiparasítica, antiviral, e antineoplásica.

A *Physalis* é uma fruta climatérica, ou seja, após a colheita do fruto, ocorre elevação na taxa respiratória, devido à produção autocatalítica de etileno (Rufato et al., 2008). Os frutos climatéricos são frutos que podem amadurecer na planta ou fora dela se colhidos maduros. Normalmente os frutos são colhidos nesse estágio, no qual o fruto não depende mais das reservas da planta-mãe, utilizando apenas os substratos acumuladas durante o seu desenvolvimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A colheita da *Physalis* no sul do Brasil inicia-se quando os frutos apresentam coloração alaranjada e cálice amarelo (RUFATO et al, 2008). Estas

informações são fundamentais para que se possa definir o momento ideal para a colheita, aumentando a vida útil do fruto e dando um maior retorno econômico ao produtor.

O ponto de colheita é fator considerado importante em todo processo agrícola, sendo que a determinação do melhor período de colheita permite máximo aproveitamento pós-colheita do produto vegetal por apresentar melhor qualidade e mínimo de perdas. A qualidade pós-colheita relaciona-se ao conjunto de atributos ou propriedades que tornam produtos agrícolas apreciados como alimento. Esses atributos, por sua vez, dependem do mercado de destino, como comercialização pós-colheita, armazenamento, consumo *in natura* ou processamento (CHITARRA, 1994). Muitas vezes a decisão da colheita ocorre em função do preço do produto, desconsiderando que características fisiológicas, como acúmulo de matéria seca, são importantes na conservação posterior do produto.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho identificar o estágio de maturação ideal para a colheita da *Physalis peruviana* L. na região de Lavras-MG.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, situado no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Frutos de *Physalis peruviana* L., obtidos de plantas cultivadas em casa de vegetação, com cinco meses de idade, foram colhidos, levados para o laboratório e classificados em cinco estádios de maturação, de acordo com a coloração do cálice (LIMA et al., 2009), por meio da seleção visual (Tabela 1 e Figura 1). Posteriormente, avaliaram-se massa do fruto com cálice e massa do fruto (g), por meio de balança analítica de precisão, diâmetros transversais e longitudinais do fruto (mm), com o uso de paquímetro digital e conteúdo de SST (sólidos solúveis totais) expresso em °Brix, utilizando uma gota do extrato da polpa da *Physalis*, através de um refratômetro digital com correção de temperatura para 20°C.

Tabela 1 Classificação do estágio de maturação da *Physalis peruviana* L. de acordo com a coloração do cálice. UFLA, Lavras, 2011.

Estádio	
1	Cálice verde
2	Cálice verde-amarelado
3	Cálice amarelo-esverdeado
4	Cálice amarelo
5	Cálice amarelo-amarronzado

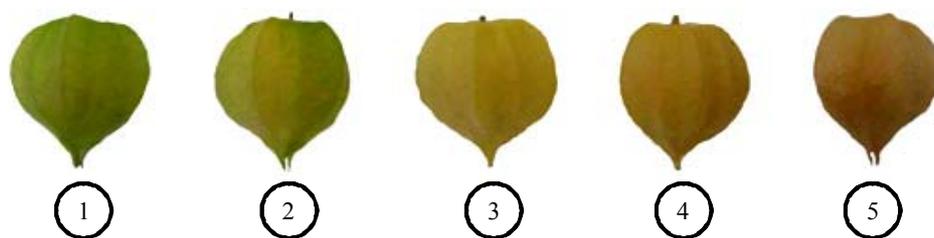


Figura 1 Coloração do cálice de *Physalis peruviana* L. Sendo: 1) Verde; 2) Verde-amarelado; 3) Amarelo-esverdeado; 4) Amarelo e 5) Amarelo-amarronzado. UFLA, Lavras, 2011.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, contendo dois frutos por repetição. Foram utilizados 5 tratamentos (verde, verde-amarelado, amarelo-esverdeado, amarelo e amarelo-amarronzado). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a variável massa do fruto com cálice (Figura 2) não foi verificada diferença significativa com relação à coloração do cálice, porém quando se analisou isoladamente a massa de fruto foi possível observar que frutos colhidos em diferentes fases apresentam diferenças na massa do fruto (Figura 3).

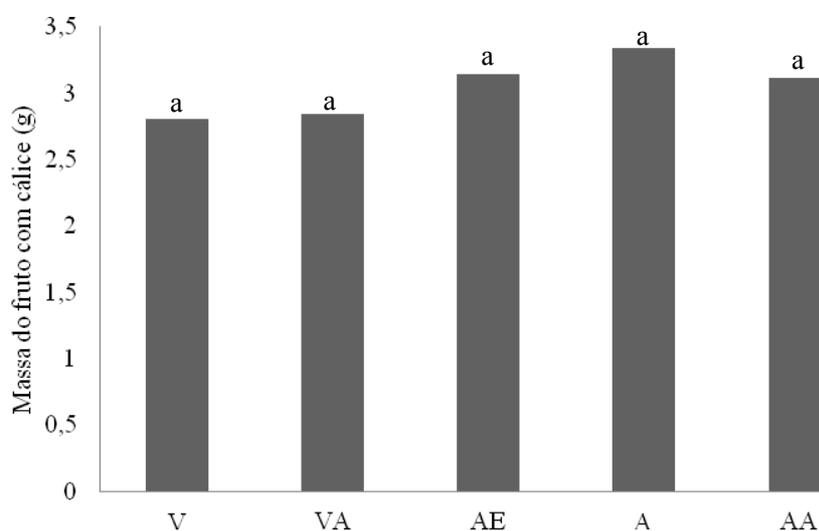


Figura 2 Massa do fruto com cálice *Physalis peruviana* em diferentes estádios de coloração do cálice. Sendo: V - verde; VA - verde-amarelado; AE - amarelo-esverdeado; A - amarelo; AA - Amarelo-amarronzado. UFLA, Lavras, 2011.

A massa correlaciona-se bem com o tamanho do fruto, e constitui-se uma característica da variedade. Ao atingirem o pleno desenvolvimento, o fruto deve apresentar massa variável dentro dos limites típicos da variedade, as quais são bastante variáveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Palomino (2010) caracterizou 29 acessos de *P. peruviana* na Colômbia, verificando que massa de

fruto, massa de fruto com cálice e °Brix são dependentes do acesso avaliado. A massa de fruto variou de 3,32 a 4,07 g, massa de fruto com cálice de 3,77 a 4,51 e °Brix de 13,24 a 17,87.

Com relação à massa de frutos de *P. peruviana* L. não houve diferenças significativas entre os estádios amarelo, amarelo-esverdeado e amarelo-amarronzado (Figura 3). De acordo com Costa et al. (2004), a massa do fruto está relacionada diretamente com o seu grau de desenvolvimento e maturação do fruto, sendo que frutos maduros apresentam valores superiores aos verdes. Além disso, também existem fatores fisiológicos e ambientais que podem interferir na massa dos frutos durante o processo de maturação (LEMOS, 2006).

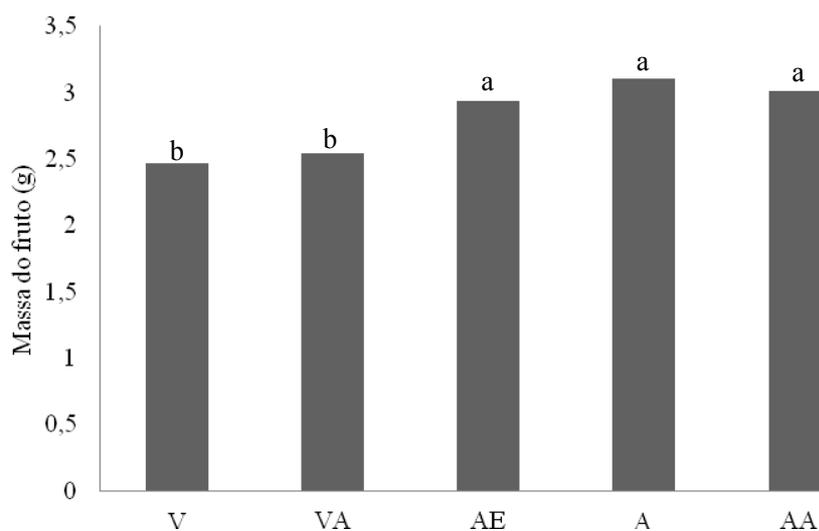


Figura 3 Massa do fruto de *Physalis peruviana* em diferentes estádios de coloração do cálice. Sendo: V - verde; VA - verde-amarelado; AE - amarelo-esverdeado; A - amarelo; AA - Amarelo-amarronzado. UFLA, Lavras, 2011.

Menor massa foi obtida no estágio verde, não diferindo do verde-amarelado (Figura 3). Conforme Ávila et al. (2006), os frutos no estágio verde apresentam massa e diâmetro inferiores aos demais estádios. Já Lima et al. (2009), trabalhando com *P. peruviana*, também encontraram menor massa de fruto (4,93 g) no estágio verde. Estes resultados são superiores aos encontrados no presente estudo, porém as plantas foram cultivadas no campo, em sistema “V” invertido e triangular. Os frutos de *Physalis peruviana*, nos estádios de coloração do cálice verde e verde amarelo, apresentaram massas menores quando comparadas com estádios mais avançados (amarelo-esverdeado, amarelo e amarelo amarronzado), isto se deve, provavelmente, em virtude de frutos verdes não terem atingido ainda sua completa maturação fisiológica (COSTA et al., 2004; ÁVILA et al., 2006).

Maiores diâmetros transversal (17,45 mm) e longitudinal (18,55 mm) foram observados em frutos com cálice amarelo e menores diâmetros transversais, 16,16 mm e 15,93 mm, ocorreram, respectivamente, nos estádios de cálice verde-amarelado e verde (Figura 4 e 5). Segundo Souza et al. (2011), o diâmetro longitudinal e diâmetro transversal devem ser analisados conjuntamente, pois os mesmos definem o formato do fruto.

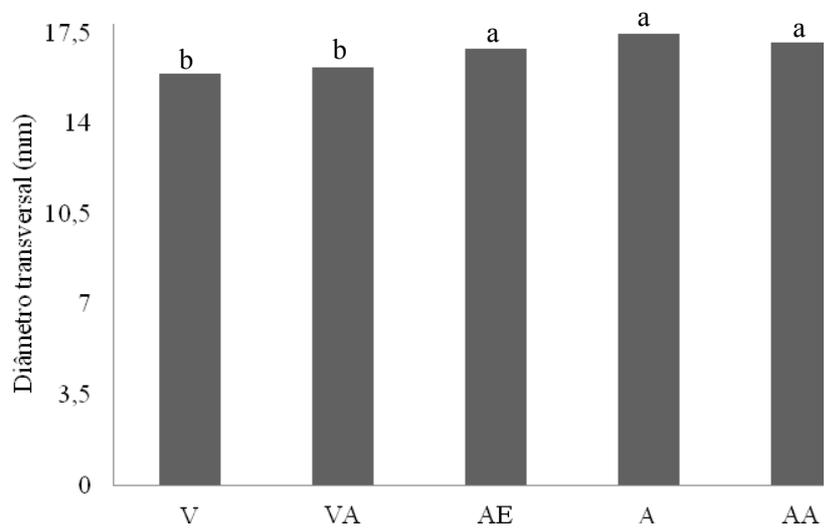


Figura 4 Diâmetro transversal do fruto de *Physalis peruviana* em diferentes estádios de coloração do cálice. Sendo: V - verde; VA - verde-amarelado; AE - amarelo-esverdeado; A - amarelo; AA - Amarelo-amarronzado. UFLA, Lavras, 2011.

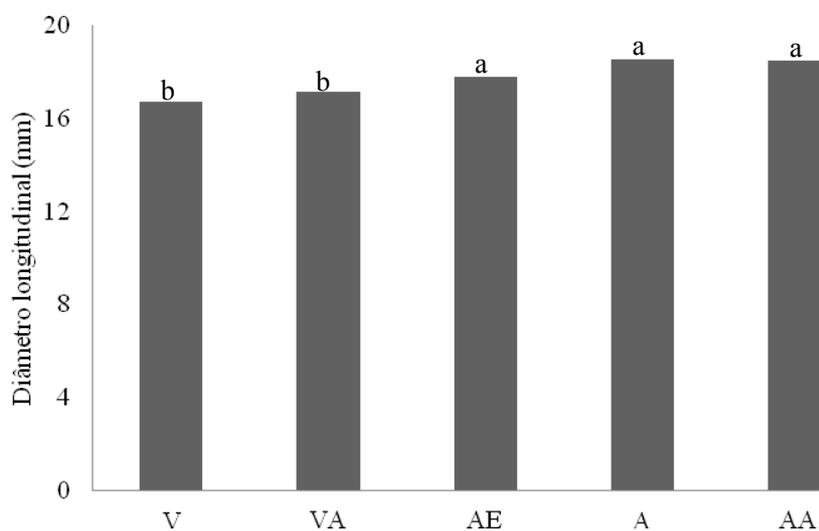


Figura 5 Diâmetro longitudinal do fruto de *Physalis peruviana* em diferentes estádios de coloração do cálice. Sendo: V - verde; VA - verde-amarelado; AE - amarelo-esverdeado; A - amarelo; AA - Amarelo-amarronzado. UFLA, Lavras, 2011.

A mensuração do diâmetro transversal e longitudinal torna-se importante principalmente para produtos destinados ao consumo *in natura* e apenas em alguns casos, é de utilidade nos produtos para processamento (geleias, sorvetes, doces, iogurtes e sorvetes), como, por exemplo, frutos pequenos, que são antieconômicos para extração de suco, uma vez que é necessário maior número de frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Verifica-se, na figura 6, aumento no conteúdo de sólido solúveis totais (°Brix) em função dos estádios de maturação e coloração do cálice, contudo não houve diferença significativa entre os estádios amarelo-esverdeado, amarelo e amarelo-amarronzado.

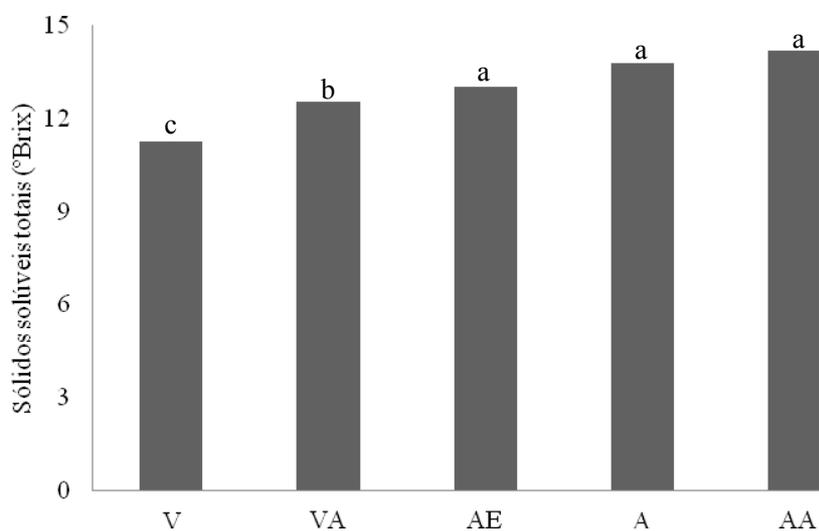


Figura 6 Sólidos solúveis totais de *Physalis peruviana* em diferentes estádios de coloração do cálice. Sendo: V - verde; VA - verde-amarelado; AE - amarelo-esverdeado; A - amarelo; AA - Amarelo-amarronzado. UFLA, Lavras, 2011.

O amadurecimento é um conjunto de processos que ocorrem desde o último estágio de desenvolvimento, até as etapas iniciais da senescência, resultando em características de estética e qualidade do fruto. Nessa fase há aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos, aumentando a doçura do fruto, com redução de acidez e adstringência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Maiores conteúdos de sólidos solúveis totais (°Brix) foram observados em frutos com cálice amarelo-esverdeado (13,01), amarelo (13,81) e amarelo-amarronzado (14,21), já o menor °Brix (11,26) ocorreu no estágio de cálice verde (Figura 6). O °Brix é utilizado como índice de maturação dos frutos e indica a quantidade de açúcar que se encontra dissolvido no suco (CHAVES et al., 2004), além disso, o °Brix apresenta uma tendência de aumento com a

maturação, seja por biossíntese, pela degradação excessiva de polissacarídeos ou, ainda, pela excessiva perda de água do fruto (CHITARRA, CHITARRA, 2005). Kluge e Minami (1997) afirmam que a variação nos conteúdos de sólidos solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos e, ocorrendo perda de massa há favorecimento no conteúdo de sólidos solúveis, ou seja, maior será o °Brix. Com isso é possível definir a melhor época de colheita de frutos, podendo-se prolongar a vida útil do fruto.

#### **4 CONCLUSÃO**

A *Physalis peruviana* L. deve ser colhida quando o cálice apresentar coloração amarelo-esverdeado até amarelo-amarronzado. Nessas fases, os frutos apresentam maiores massas, diâmetros e acúmulos de sólidos solúveis totais.

## REFERÊNCIAS

- ÁVILA, A. J. et al. Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. **Acta Agronômica Colombiana**, Palmira, v. 55, n. 4, p. 29-38, 2006.
- CHAVES, M. da C. V. et al. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-10, ago. 2004.
- CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COSTA, N. P. da et al. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.), colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 65-71, mai./ago. 2004.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Boa Vista, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.
- KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Santa Clara'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1/2, p. 39-44, 1997.
- LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão 'Magali R'**. 2006. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.
- LIMA, C. S. M. et al. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, jul./ago. 2009.
- PALOMINO, C. E. M. **Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira**. 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Fitogenéticos Neotropicales) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2010.

RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da Physalis**. Pelotas: UFPEL, 2008. 101 p.

SOUSA, A. de A. et al. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v. 5, n. 2, p. 113-118, mai./ago. 2011.

TOMASSINI, T. C. B. et al. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 47-57, jan./fev. 2000.

## **CAPÍTULO 4**

### **FASES FENOLÓGICAS E PRODUTIVIDADE DE *Physalis peruviana* L. CULTIVADA EM CASA DE VEGETAÇÃO**

## RESUMO

A *Physalis peruviana* L. é uma frutífera classificada como fruta fina, a exemplo de mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya. Apresenta grande potencial econômico, porém seu consumo ainda é restrito, devido ao alto valor agregado em decorrência da produção limitada, do manejo da colheita, da exigência em mão de obra, dos cuidados no transporte e do armazenamento. No Brasil, o cultivo da *P. peruviana* ainda é recente e tem sido cultivado e pesquisado principalmente na região Sul do país. Sendo assim, os objetivos foram estudar as principais fases relacionadas com a produção da *P. peruviana* e estimar a sua produtividade na região de Lavras-MG. Realizaram-se avaliações das fases fenológicas da *P. peruviana*, número de folhas, botões florais e flores por planta e produção. É possível produzir *P. peruviana* em casa de vegetação na região de Lavras-MG. A colheita dos frutos inicia-se 100 dias após o transplântio das mudas. A temperatura influencia na época de colheita dos frutos. O ciclo da cultura da *P. peruviana* da semeadura até o final da colheita é de aproximadamente 9 meses. A produtividade estimada da *P. peruviana* é de 955 kg ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: Fruticultura. Fenologia. Colheita.

## ABSTRACT

The *Physalis peruviana* L. is a fruitful classified as fine fruit, like blueberry, raspberry, cherry, blackberry and pitaya. Presents great economic potential, but its use is still limited due to the high added value due to limited production, the management of the harvest, the requirement of manpower, care in transport and storage. In Brazil, the cultivation of *Physalis peruviana* L. is still new, and has been cultivated and studied mainly in the South. Therefore, the objectives were to study the main phases related to the production of *Physalis peruviana* L. and estimate its productivity in the region of Lavras-MG. Evaluations were made of the phenological phases of *Physalis peruviana* L., number of leaves, buds and flowers per plant and production. It is possible to produce *Physalis peruviana* L. in a greenhouse in Lavras-MG. The fruit harvest starts 100 days after transplanting the seedlings. The temperature influences the harvesting of the fruits. The crop cycle of *Physalis peruviana* L., sowing by the end of the harvest is approximately 9 months. The estimated productivity of *Physalis peruviana* L. is 955.048 kg ha<sup>-1</sup>.

Keywords: Fruticulture. Phenologic. Harvest.

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie *Physalis peruviana* L. é uma solanácea, originária da Amazônia e dos Andes, possuindo variedades cultivadas na América, Europa e Ásia. Além disso, apresenta grande potencial econômico, sendo classificada como fruta fina, a exemplo de mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya. O seu consumo ainda é restrito, devido ao alto valor agregado em decorrência da produção limitada, do manejo da colheita, da exigência em mão de obra, dos cuidados no transporte e do armazenamento (LIMA et al., 2009).

Com isso, a *P. peruviana* está sendo incorporada nos plantios de pequenos frutos e consumida no Brasil como fruta exótica a preço bastante elevado, aproximadamente R\$ 35,00 o quilograma (LIMA et al., 2009). Segundo Schneider et al. (2007), a produção de pequenos frutos é caracterizada pelo baixo custo de implantação, bom retorno econômico, boa adaptação às condições socioeconômicas e ambientais, grande exigência de mão de obra, possibilidade de cultivo no sistema orgânico e demanda maior que a oferta.

A Colômbia é o maior produtor mundial de *P. peruviana* produzindo 11.500 toneladas de frutos por ano, porém apenas 50% dessa produção são destinadas à exportação, o restante é utilizado em outros fins, como produtos desidratados, pois o fruto não atinge o tamanho padrão para exportação (CASTRO et al., 2008).

A *Physalis* é muito popular nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, mas ainda é recente na região Sudeste. Os frutos podem ser encontrados em mercados locais, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, porém grande parte dos frutos consumidos é proveniente da importação da Colômbia a preços elevados, uma vez que a produção brasileira ainda é pequena. (RODRIGUES et al., 2009).

A fenologia é determinada por fases que marcam o aparecimento ou o desaparecimento de órgãos vegetativos e reprodutivos, tais como a emergência de plantas, aparecimento de brotos, flores e frutos. Contudo, o conhecimento da fenologia de espécies introduzidas ainda é baseado nas observações de estágios de desenvolvimento extremamente visíveis, por exemplo, a germinação das sementes, brotação das gemas, desenvolvimento das folhas e floração. A organização das datas fenológicas proporciona informações importantes sobre a duração média das diferentes fases fenológicas das distintas espécies em uma área, sobre o local e as diferenças determinadas pelo clima nas datas de início destas fases (LARCHER, 2000).

Além disso, o conhecimento das fases fenológicas possibilita o escalonamento da produção, aumento do período de oferta de frutos ao mercado e adaptação das tecnologias disponíveis na região (ANTUNES et al., 2008). O objetivo do trabalho foi estudar as principais fases relacionadas com a produção da *P. peruviana* e estimar a sua produtividade na região de Lavras-MG.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, na região de Lavras-MG, região Sul do estado de Minas Gerais, a 918 m de altitude, latitude 21°14'S e longitude 45°00'GRW. Segundo a classificação climática de Köppen (1948), o clima regional é do tipo Cwa, com características Cwb, apresentando duas estações definidas: seca, com temperaturas mais baixas de abril a setembro, e chuvosa, com temperaturas mais elevadas, de outubro a março. O experimento foi realizado entre os meses de janeiro a setembro de 2011. A temperatura máxima e mínima registrada no período de janeiro a setembro foram respectivamente, 33,2 e 7,6 °C.

A semeadura da *P. peruviana* foi realizada em janeiro de 2011 em bandejas contendo substrato comercial Tropstrato®. Após a germinação, quando as plantas apresentavam aproximadamente 15 cm de comprimento, estas foram transplantadas, no dia 15 de fevereiro, para vasos de plástico preto com capacidade para 4L, contendo o mesmo substrato utilizado na fase de germinação. O sistema de condução utilizado foi espaldeira com 3 fios de arame galvanizado, sendo o primeiro fio situado a 0,5 m do solo, o segundo a 1,0 m e o terceiro a 1,5 m. O espaçamento foi de 1,5 m entre plantas e 1,5 m na linha, sendo 5 linhas com 7 plantas em cada linha, totalizando-se 35 plantas (Figura 1).



Figura 1 Sistema de condução adotado para *Physalis peruviana* em casa de vegetação. UFLA, Lavras, 2011.

Todas as brotações laterais que surgiram durante o desenvolvimento da planta foram retiradas, mantendo apenas o ramo principal. Posteriormente, a planta foi conduzida com dois ramos em cada fio de arame.

Foram observadas as fases fenológicas (fase vegetativa, floração e frutificação) de *P. peruviana*, sendo realizadas semanalmente durante os meses de fevereiro a setembro de 2011. Também foram avaliados número de folhas, botões florais e flores por planta, além da produção ( $\text{kg planta}^{-1}$  e  $\text{kg ha}^{-1}$ ). Número de folhas e botões florais foram quantificados do 27º ao 102º dia. Já

número de flores foi avaliado do 42º ao 102º dia. As temperaturas mínima, média e máxima (16, 22 e 27 °C respectivamente,) foram registradas durante os meses de janeiro a junho.

Após 100 dias do transplântio (início em 15 de fevereiro - transplântio e colheita em 01 de junho), quando o cálice estava amarelado e o fruto alaranjado, iniciou-se a colheita dos frutos (mantendo-se o cálice, pois este é a proteção natural do fruto, aumentando-se a vida útil do fruto) utilizando-se luva e tesoura de poda. Foram realizadas 11 colheitas, sendo uma por semana, durante todo período de colheita.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, observa-se o comportamento da planta nas diferentes fases de seu desenvolvimento, desde o surgimento do botão floral à formação do fruto.

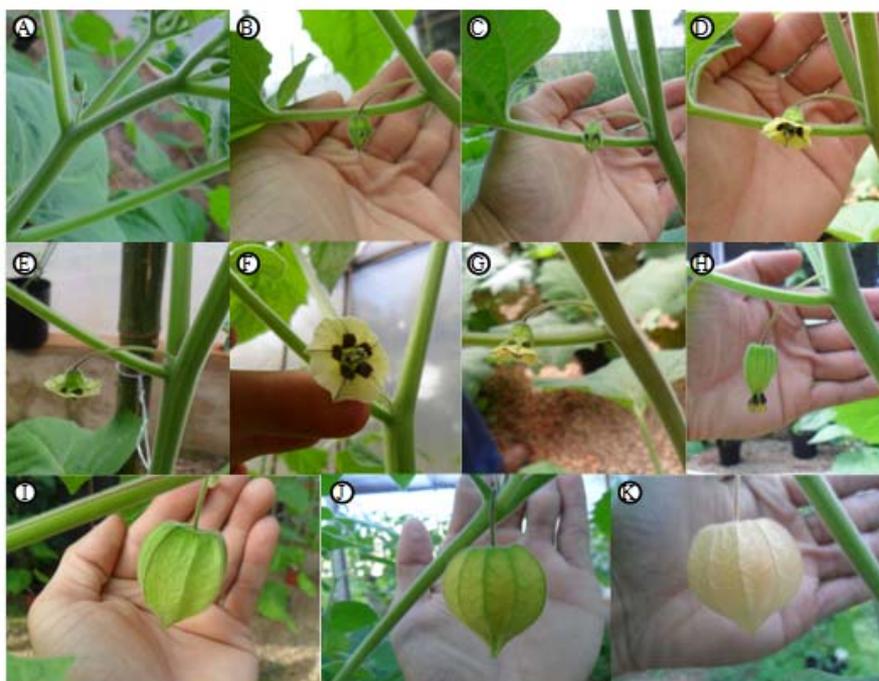


Figura 2 Diferentes fases de desenvolvimento da *Physalis peruviana* em casa de vegetação, desde a formação do botão floral até a frutificação. A - botão floral visível; B - botão floral intumescido; C - botão em pré-antese; D - antese; E e F - floração; G - pós-antese; H - fase de formação do fruto; I - fruto quase formado; J - fruto verde e K - fruto maduro. UFLA, Lavras, 2011.

Na Tabela 1, observa-se o comportamento fenológico de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. Pode-se verificar que as fases que apresentam maior duração são floração e frutificação, já a menor é vegetativa.

Tabela 1 Comportamento fenológico de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. UFLA. Lavras, 2011.

Mês	Fases fenológicas			
Setembro				Frutificação
Agosto			Floração	Frutificação
Julho			Floração	Frutificação
Junho			Floração	Frutificação
Maiο		Fase vegetativa	Floração	Frutificação
Abril		Fase vegetativa	Floração	Frutificação
Março		Fase vegetativa	Floração	Frutificação
Fevereiro		Fase vegetativa	Floração	Frutificação
Janeiro	Plantio	Fase vegetativa	Floração	Frutificação
	Plantio	Fase vegetativa	Floração	Frutificação

O número de folhas em *Physalis peruviana* L. aumentou de acordo com a idade da planta, ou seja, quanto maior a idade, maior o número de folhas. No primeiro mês após o transplante registrou-se presença, em média, de 4 folhas por planta. Já a maior emissão de folhas ocorreu do 57º ao 72º dia, incrementando em média 56 folhas por planta. Este resultado pode estar relacionado com a temperatura do ar pois, durante o período de avaliação do presente estudo, registraram-se as temperaturas máxima e mínima diária, sendo que nos meses de março, abril e maio ocorreu queda da temperatura mínima

(Figura 3), o que pode ter influenciado na emissão de novas folhas (Figura 4A) uma vez que a temperatura do ar é o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento dos vegetais (GRAMIG; STOLTENBERG, 2007).

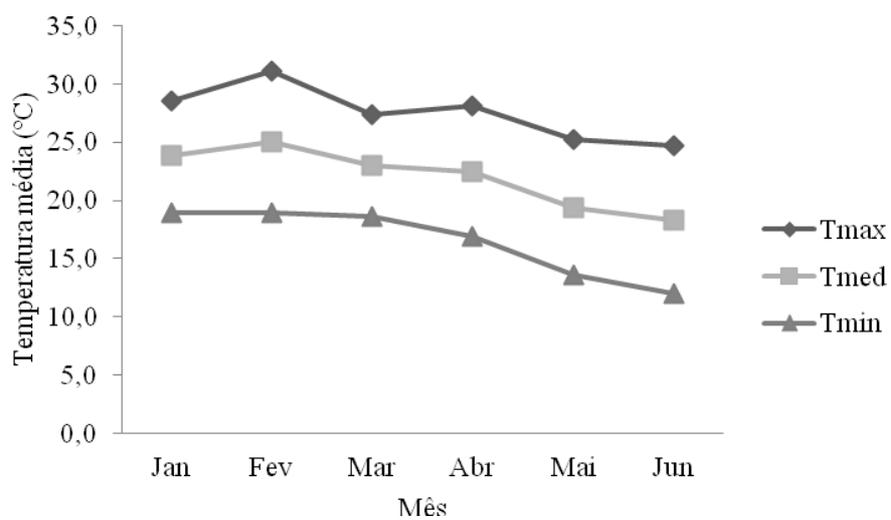


Figura 3 Temperatura mínima, média e máxima de cada mês de avaliação. UFLA, Lavras, 2011.

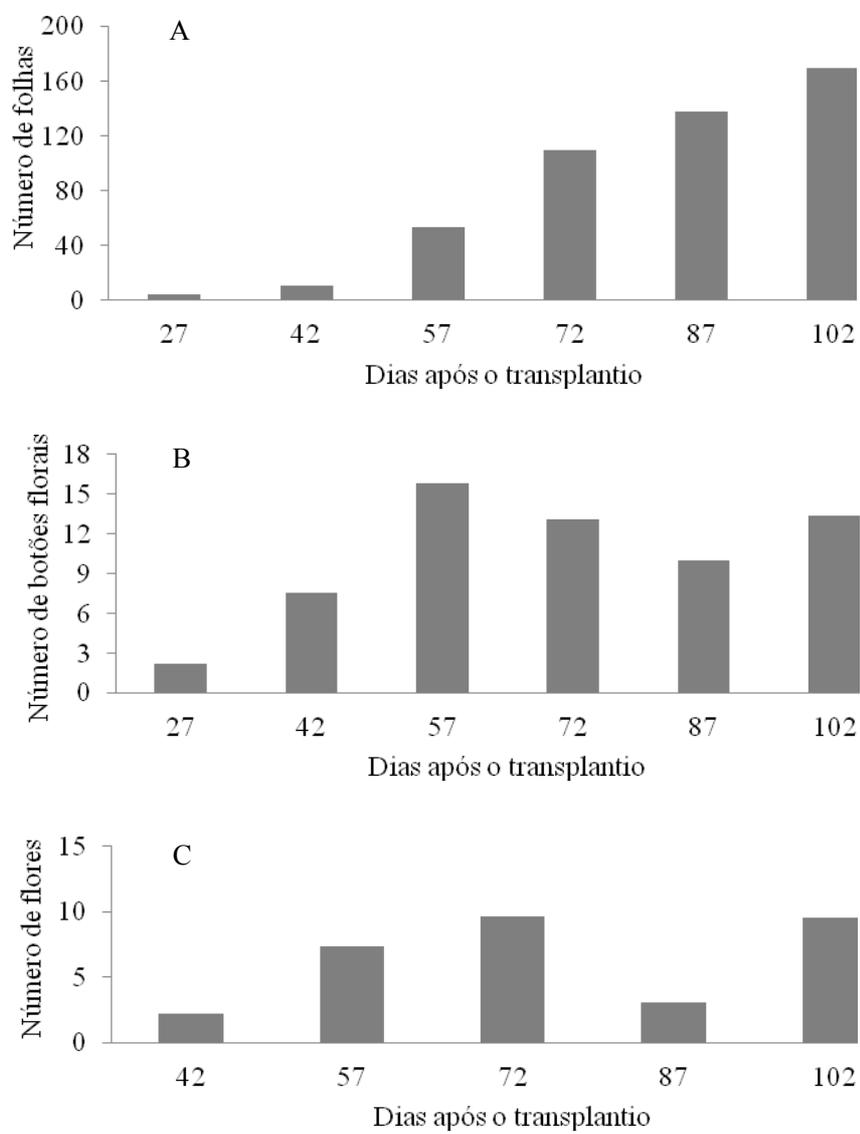


Figura 4 Número de folhas (A), número de botões florais (B) e número de flores (C) de *Physalis peruviana* em função do tempo. UFLA, Lavras, 2011.

Setiyono et al. (2005) descobriram que o desenvolvimento fenológico, além de ser influenciado pela temperatura, pode interagir com outros fatores como energia solar, idade da planta, radiação, relações fonte-dreno e duração do fotoperíodo.

A presença de botão floral na planta indica que possivelmente ocorrerá a formação do fruto, possibilitando fazer um manejo adequado, podendo escalonar a produção, facilitando o manejo e conseqüentemente a colheita. Com isso, pode-se agregar um maior valor ao produto. Na Figura 5, observa-se as diferentes fases que ocorrem na *P. peruviana* durante o seu florescimento até o início do intumescimento do fruto.

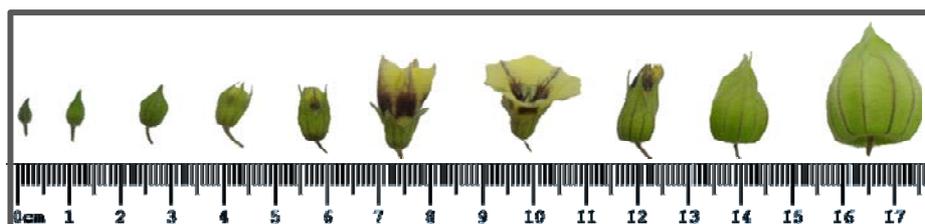


Figura 5 Diferentes fases de desenvolvimento da *Physalis peruviana* em casa de vegetação, do florescimento ao intumescimento do fruto. UFLA, Lavras, 2011.

Os primeiros botões florais surgiram no 27º dia após o transplântio das mudas, já o aparecimento da flor ocorreu no 42º dia, ou seja, 15 dias após a formação do botão floral. Maior incremento no número de botões florais foi verificado no 57º dia, porém a partir deste período, houve queda no número de botões. Já aos 102 dias novamente aumentou o número de botões (Figura 4B).

Observa-se que do 72º ao 87º dia ocorreu queda tanto no número de folhas quanto no número de botões florais, porém do 87º dia ao 102º a planta

voltou a emitir folhas e botões florais (Figura 4B) com maior intensidade, provavelmente devido à adaptação da planta a baixas temperaturas.

Na Figura 4C, verifica-se redução no número de flores no 87º após o transplântio quando comparado com as avaliações anteriores. Enquanto que aos 102 dias o número de flores volta a aumentar (em média de 9 flores por planta). Isto pode ter ocorrido provavelmente devido à queda de temperatura registrada no respectivo período de avaliação (Figura 3).

O ciclo completo da cultura da *P. peruviana*, da sementeira até o final da colheita durou aproximadamente 9 meses. Com início da colheita no mês de junho de 2011, prolongando-se até o final do mês de agosto de 2011. Durante esses 3 meses (90 dias), verificou-se que a quantidade de frutos colhidos variou de semana a semana. Sendo a maior produção registrada na sétima colheita (22 de julho). Já na 4ª (24 de junho), 9ª (12 de agosto) e 10ª (19 de agosto) colheitas ocorreram menores incrementos com relação à produção (Figura 6). Como houve queda na emissão de folhas e botões florais, por causa da queda de temperatura, não ocorreu a colheita dos frutos nos dias 15 e 29 de julho, devido aos mesmos não terem atingido o estágio de maturação ideal para a colheita (fruto com cálice no estágio de coloração amarelo).

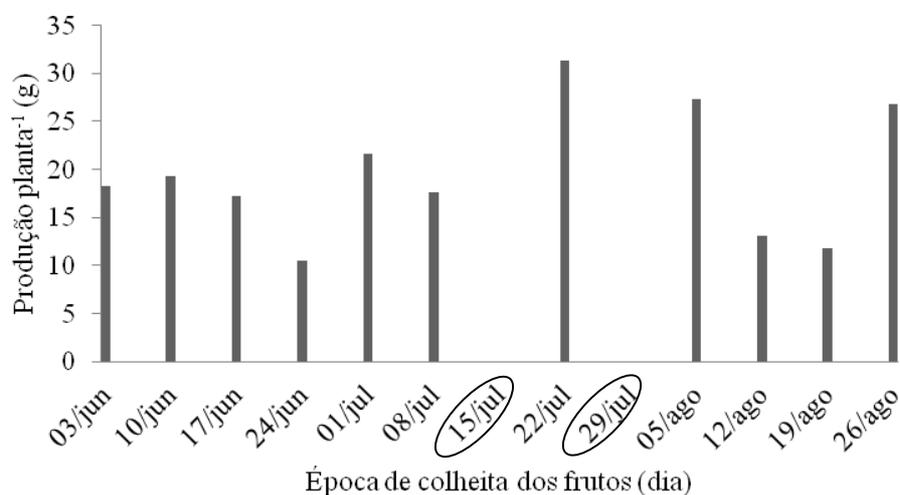


Figura 6 Produção de *P. peruviana*, cultivado em casa de vegetação, em diferentes épocas de colheita. UFLA, Lavras, 2011.

A produção média de frutos de *P. peruviana* foi de 215 g planta<sup>-1</sup>, já a produtividade estimada foi de 955 kg ha<sup>-1</sup>. Esses dados foram obtidos de plantas cultivadas em vasos de 4 L. Possivelmente, a utilização de vasos com maiores capacidades e não adoção de poda de brotos laterais poderiam gerar maior produtividade da *Physalis* cultivada em casa de vegetação.

No mês de setembro de 2011, foi realizada poda de todos os botões florais emitidos, possibilitando estabelecer o final da colheita. Fato que deve ser registrado é que a *Physalis* é uma planta que a partir do momento que se inicia a produção, a mesma dura um bom período de tempo, comportando-se como planta perene, podendo produzir acima de dois anos. Segundo Rufato et al. (2008), a partir do momento que se inicia a colheita, a mesma é contínua, devendo ser realizado o repasse semanalmente, de acordo com as exigências do mercado ou as condições climáticas. Dessa forma, é possível ao produtor obter bom retorno econômico.

#### 4 CONCLUSÕES

È possível produzir *Physalis peruviana* em casa de vegetação na região de Lavras-MG. A colheita dos frutos inicia-se 100 dias após o transplântio das mudas. A temperatura influencia na época de colheita dos frutos. O ciclo da cultura da *Physalis peruviana*, da sementeira até o final da colheita é de aproximadamente 9 meses. A produtividade estimada da *P. peruviana* é de 955 kg ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L. E. C. et al. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1011-1015, ago. 2008.
- CASTRO, A.; RODRIGUEZ, L.; VARGAS, E. Dry gooseberry (*Physalis peruviana* L.) with pretreatment of osmotic dehydration. **Vitae - Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, Medellín, v. 15, n. 2, p. 226-231, 2008.
- GRAMIG, G. G.; STOLTENBERG, D. E. Leaf appearance base temperature and phyllochron for common grass and broad leaf weed species. **Weed Technology**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 249-254, jan. 2007.
- KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. Ciudad del Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 123 p.
- LIMA, C. S. M. et al. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, jul./ago. 2009.
- RODRIGUES, E. et al. Minerals and essential fatty acids of the exotic fruit *Physalis peruviana* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 642-645, 2009.
- RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da Physalis**. Pelotas: UFPEL, 2008. 101 p.
- SCHNEIDER, E. P. et al. Ações para o desenvolvimento da produção orgânica de pequenas frutas na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 245-248, out. 2007.
- SETIYONO, T. et al. Soybean phenology: simulating node-appearance (V-stages) using non-linear temperature and chronological function related to reproductive stage. In: ASA-CSSA-SSSA INTERNATIONAL ANNUAL MEETINGS, 10., 2005, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 2005. 1 CD-ROM.

**CAPÍTULO 5**

**ANATOMIA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E HISTOQUÍMICA DE  
SEMENTES DE *Physalis peruviana* L.**

## RESUMO

Estudos envolvendo a anatomia de órgãos vegetativos tornam-se importantes, do ponto de vista agrônomo, fornecendo informações das estruturas anatômicas presentes e assim sendo possível adotar práticas culturais. Sendo assim, os objetivos do trabalho foram verificar o tipo de reserva que ocorre em sementes de *Physalis peruviana* L. e caracterizar anatomicamente os órgãos vegetativos (raiz, caule e folha). Foram realizados teste histoquímico e caracterização anatômica de órgãos vegetativos. Para o teste histoquímico utilizaram-se as sementes, sendo submetidas a cortes transversais (regiões apical, mediana e basal) utilizando-se corantes e reagentes específicos, como comassie, cloreto de ferro III, lugol e Sudan IV. Para anatomia de órgãos vegetativos utilizaram-se folhas e caules. As folhas e os caules utilizados nas análises anatômicas foram coletados em quatro regiões da planta de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. A semente da *Physalis peruviana* apresenta reserva lipídica, nas folhas e caule ocorre grande quantidade de tricomas tectores unisseriados e multisseriados e a estrutura desses órgãos segue o padrão típico para a *Solanaceae* com folhas mesomorfas e hipostomáticas e caule eustélico. A exposição da planta ao eixo leste-oeste promove maiores espessuras da nervura central, da lâmina foliar e desenvolvimento de xilema e floema secundários no caule favorecendo características que podem auxiliar no melhor crescimento e desenvolvimento dessa espécie.

Palavras-chave: Fruticultura. *Physalis*. Anatomia.

### ABSTRACT

Studies of the anatomy of vegetative organs become important, the agronomic point of view, providing information of anatomical structures present and therefore can adopt cultural practices. Thus, the research objectives were to verify the booking type that occurs in seeds of *Physalis peruviana* L. anatomically and to characterize the vegetative organs (root, stem and leaf). Histochemical tests were performed and anatomical characterization of vegetative organs. For the histochemical test used the seeds, being subjected to cross-sections (apical, middle and basal) using dyes and specific reagents such as Comassie, iron chloride III, lugol and Sudan IV. For anatomy of vegetative organs were used leaves and stems. The leaves and stems used in the analysis were collected in four anatomical regions of the plant *Physalis peruviana* grown in a greenhouse. The seeds of *Physalis peruviana* lipid reserves present in the leaves and stem is large amount of trichomes uniseriate and multiseriate and structure of organs follows the pattern typical for *Solanaceae* with leaves and stem mesomorphic and hypostomatic eustele. The exposure of the plant to east-west axis promotes greater thickness of the midrib of the leaf blade and developing secondary xylem and phloem in the stem favoring features that can assist in better growth and development of this specie.

Keywords: Fruticulture. *Physalis*. Anatomy.

## 1 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L. (*Solanaceae*) é uma espécie cujos frutos podem ser classificados como frutas finas, a exemplo de outras espécies como o mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya. O seu consumo ainda é restrito por causa do alto valor agregado, em decorrência da produção limitada, do manejo da colheita, da exigência em mão de obra, dos cuidados no transporte e da armazenagem. Segundo Velasquez et al. (2007), o cultivo dessa frutífera é uma alternativa agrícola, com boas perspectivas de comercialização no mercado nacional e internacional, devido ao elevado conteúdo nutracêutico e pela possibilidade de incorporação da espécie nos cultivos orgânicos.

O seu plantio ainda é limitado em decorrência do desconhecimento de práticas de manejo cultural, alta demanda de mão de obra e a logística entre a colheita e o mercado. Os preços elevados fazem com que seu consumo fique restrito a um nicho de mercado para pessoas com maior poder aquisitivo, podendo, no pico da safra, ter seus preços reduzidos, ficando acessíveis a uma maior faixa de consumidores (MUNIZ et al., 2011).

A família Solanaceae é uma das maiores e mais importantes dentre as Angiospermas, com 92 gêneros e cerca de 2.300 espécies, tendo a América do Sul como um dos principais centros de diversidade e endemismo (HUNZIKER, 2001). No Brasil está representada por 32 gêneros e 350 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005).

O gênero *Physalis* possui cerca de 90 espécies, com distribuição pantropical, ocorrendo desde o sul da América do Norte até a América do Sul, com centros de diversidade no México, Estados Unidos e na América Central (HUNZIKER, 2001), tendo algumas espécies cultivadas por sua importância na alimentação humana (SILVA; AGRA, 2005).

Com isso, estudos envolvendo a anatomia de órgãos vegetativos tornam-se importantes, do ponto de vista agrônomo, fornecendo informações das estruturas anatômicas presentes e assim sendo possível adotar práticas culturais.

Os objetivos do trabalho foram verificar o tipo de reserva que ocorre em sementes de *Physalis peruviana* e caracterizar anatomicamente os órgãos vegetativos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros, folhas, caule e raízes de *Physalis peruviana* L. foram colhidos em casa de vegetação na época de maturação fisiológica, em Lavras-MG. Posteriormente, os frutos foram transportados para o Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura (DAG/UFLA), onde foram despolidos para a retirada das sementes.

No Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Biologia da UFLA, foram realizados testes histoquímicos e caracterização anatômica de órgãos vegetativos. Para o teste histoquímico as sementes foram submetidas a secções transversais nas regiões apical, mediana e basal, sendo considerada basal a região calazal. Essas secções foram realizadas em micrótomo de mesa tipo LPC para determinar o tipo de reserva e presença de compostos fenólicos, utilizando-se corantes específicos sendo: o azul de comassie para detectar a presença de proteínas, cloreto de ferro III para compostos fenólicos, lugol para amido e Sudan IV para substâncias lipídicas segundo metodologias propostas por Kraus e Arduin (1997). As secções foram montadas em glicerina 50% em lâmina e lamínula segundo metodologia para o preparo de lâminas semipermanentes (Johansen, 1940). As observações foram realizadas em microscópio de luz Olympus CX41 acoplado à câmera digital, e com as quais foram realizadas fotomicrografias.

Para anatomia de órgãos vegetativos foram coletadas as duas primeiras folhas completamente expandidas e fragmentos de cerca de 5 cm de ramos ortotrópicos caulinares, sendo estes materiais fixados e armazenados em etanol 70% até o momento da realização das análises no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da UFLA. As folhas e os caules utilizados nas análises anatômicas foram coletados nas regiões voltadas para os quatro pontos cardeais de planta cultivada em casa de vegetação (DAG/UFLA).

As seções transversais foram obtidas da região mediana das folhas, utilizando-se micrótomo de mesa. Logo após, as seções foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio (50%), lavadas em água destilada e submetidas ao processo de coloração com solução de safrablau (safranina 1% e azul de astra 0,1%) e as lâminas montadas em glicerina a 50% (MELO et al., 2007).

As seções paradérmicas foram obtidas na epiderme adaxial e abaxial na região mediana foliar, utilizando-se lâmina de aço. Posteriormente, as seções foram clarificadas em solução de hipoclorito de sódio (50%), lavadas em água destilada e coradas com safranina 1% (MELO et al., 2007), e as lâminas montadas em glicerina a 50%. Os dados de densidade estomática (D), diâmetro polar (DP), diâmetro equatorial (DE) e DP/DE foram obtidos a partir de dez medições para cada parâmetro analisado.

As fotomicrografias foram realizadas utilizando-se câmera digital Canon PowerShot A620 acoplada ao microscópio KEN-A-VISION TT18. As análises anatômicas foram realizadas utilizando-se o Software Imagetool 3.0 da UTHSCSA.

Os dados das seções paradérmicas (D, DP, DE e DP/DE) foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 e Tabela 1 está presente o resultado obtido pelo teste histoquímico, observando-se nas sementes de *Physalis peruviana* a presença de lipídios, devido à reação positiva ao teste com Sudan IV nas diferentes regiões de corte na semente (apical, mediana e basal). O comportamento dos reagentes utilizados no estudo foi semelhante nas três regiões, onde foi possível verificar a grande quantidade de lipídios nas células. Os testes para a presença de proteínas, amido e compostos fenólicos foram negativos para todas as regiões amostradas (Tabela 1).

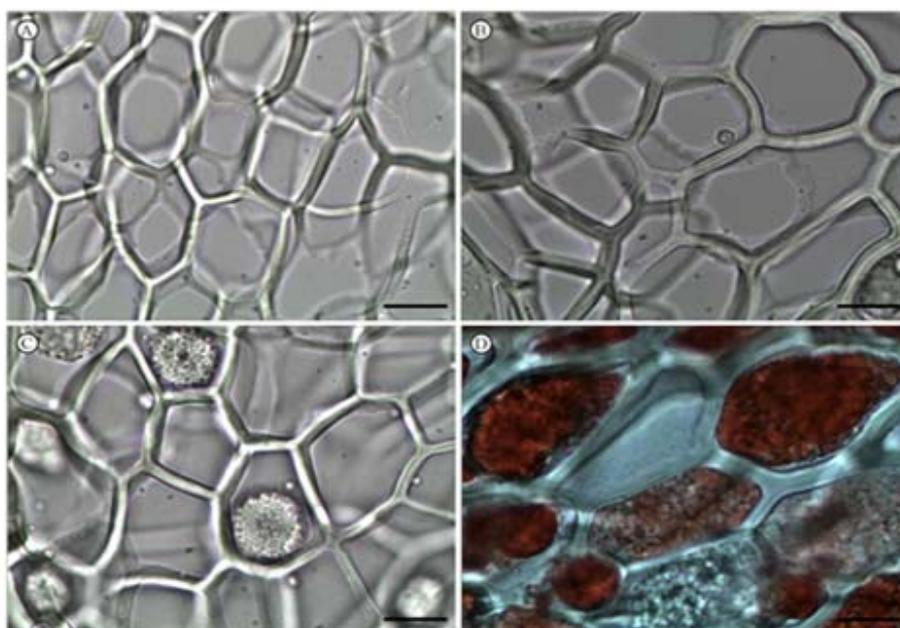


Figura 1 Representação dos testes histoquímicos de secções transversais do tecido de reserva em sementes de *Physalis peruviana* em diferentes corantes específicos. A) azul de comssaie; B) cloreto de ferro III; C) lugol; D) sudan IV. Barra = 20  $\mu$ m. UFLA, Lavras, 2011.

Tabela 1 Reação de diferentes corantes nos tecidos de reserva em diferentes regiões da semente de *Physalis peruviana*. UFLA, Lavras, 2011.

Região	Corante específico			
	Proteína	Composto fenólico	Amido	Lipídeo
Apical	-	-	-	+
Mediana	-	-	-	+
Basal	-	-	-	+

Legenda: (-) negativo e (+) positivo.

A folha da *Physalis peruviana* apresenta mesofilo dorsiventral, com uma camada de parênquima paliçádico logo abaixo da epiderme da face adaxial e em seguida parênquima esponjoso (Figura 2). As folhas voltadas para o sul se apresentam com espessura do limbo menos espesso em relação às folhas dos demais pontos cardeais, sendo que as folhas voltadas para o eixo leste-oeste se apresentaram com tecidos mais diferenciados e com espessura do limbo maior. Quanto maior a espessura do mesofilo, ou o número de camadas celulares do clorênquima, maior a eficiência da fotossíntese, uma vez que esse tecido é responsável por esse processo. Entretanto, a exposição à radiação excessiva pode levar a danos por fotoinibição e fotoxidação do aparato fotossintético (ARAÚJO et al., 2009). Dessa forma, as folhas localizadas no eixo leste-oeste parecem apresentar características que favorecem a tolerância a uma maior quantidade de radiação sendo típicas de folhas de sol, como maior espessura do mesofilo, maior quantidade de tricomas e clorênquima mais desenvolvido (CASTRO et al., 2009). Esses resultados permitem verificar que as folhas de *Physalis peruviana* apresentam plasticidade anatômica nas folhas, podendo adaptar esses órgãos para otimizar a captação de radiação e realização de fotossíntese.

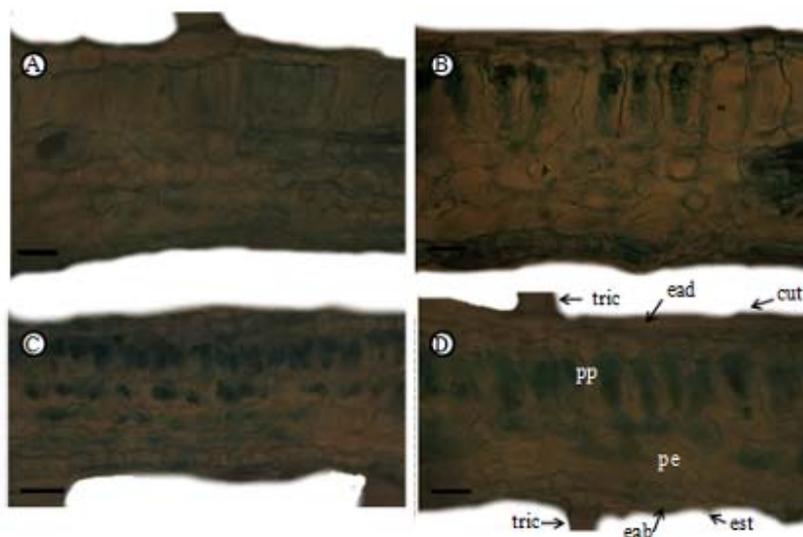


Figura 2 Seções transversais da lâmina foliar de *Physalis peruviana* em diferentes regiões da planta. A) Norte; B) Leste; C) Sul e D) Oeste. Legendas: tric= tricoma; cut= cutícula; ead= epiderme da face adaxial; pp= parênquima paliçádico; pe= parênquima esponjoso; eab= epiderme da face abaxial; est= estômato. Barra = 20  $\mu$ m. UFLA, Lavras, 2011.

A região da nervura central da folha (Figura 3), em seção transversal, possui epiderme uniestratificada, presença de colênquima angular logo abaixo da epiderme e sistema vascular composto de xilema voltado para a face adaxial e floema para a face abaxial. Ocorre uma porção de parênquima fundamental abaixo do colênquima e no entorno do sistema vascular. Na Figura 5, pode-se observar que a espessura da nervura central é maior em folhas presentes no eixo leste-oeste quando comparadas às regiões norte e sul, isto se deve ao fato de serem as regiões que mais recebem luz, apresentando maior desenvolvimento, a exemplo do ocorrido na lâmina foliar. Esse maior desenvolvimento da nervura central permite verificar ainda um maior desenvolvimento dos tecidos vasculares

observando-se claramente uma maior quantidade de xilema e floema. Isso pode atribuir maior capacidade de condução de água e fotoassimilados permitindo um maior aproveitamento dos nutrientes e energia para as folhas das plantas voltadas para esse posicionamento. O colênquima é o tecido responsável pela sustentação de órgãos jovens em plantas, podendo estar presente nos limites inferiores e superiores do órgão, ou ainda formar anéis de colênquima, dependendo da espécie (CASTRO et al., 2009). A presença de colênquima é importante para manter a estrutura foliar e permitir que essas recebam adequadamente a radiação.

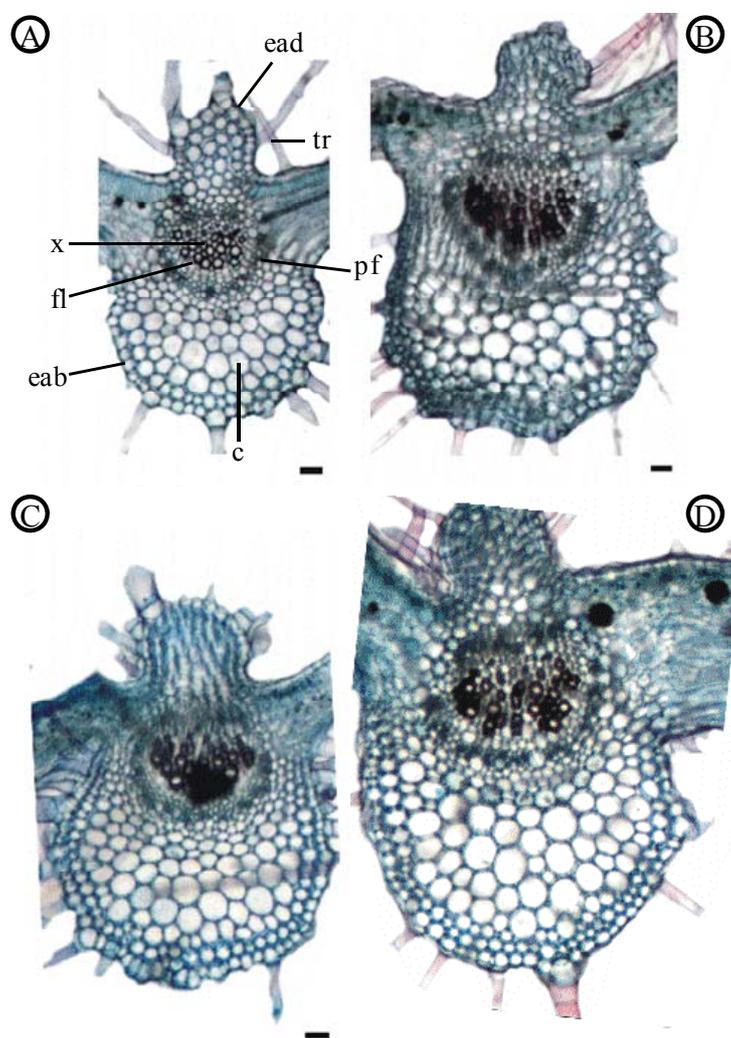


Figura 3 Seções transversais da nervura central da folha de *Physalis peruviana* em diferentes regiões da planta. A) Norte; B) Leste; C) Sul e D) Oeste. Legendas: tric= tricoma; x= xilema; f= floema; pf= parênquima fundamental. Barra = 50 µm. UFLA, Lavras, 2011.

Os estômatos da *Physalis peruviana* são do tipo anomocítico (Figura 4A), distribuem-se de forma aleatória nas folhas, encontram-se limitados à

superfície abaxial da folha, sendo, portanto, a folha classificada como hipostomática. Já Silva e Agra (2005), realizando estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* e *Physalis angulata*, verificaram que a lâmina foliar da *Physalis angulata* é anfiestomática e os estômatos do tipo anisocítico e esporadicamente anomocítico em ambas as faces, ocorrendo em maior número na face abaxial. Esse fato é importante, pois pode auxiliar na correta identificação da espécie permitindo utilizar essa característica para auxiliar na separação de *Physalis peruviana* e *Physalis angulata*, pois o tipo e a distribuição dos estômatos possuem valor taxonômico.

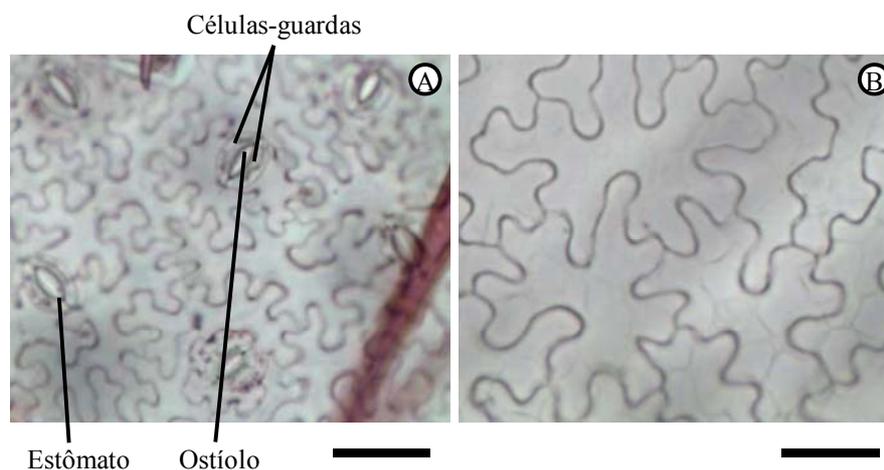


Figura 4 Seções paradérmicas da folha de *Physalis peruviana*. A) Face abaxial e B) Face adaxial. Barra = 50  $\mu\text{m}$ . UFLA, Lavras, 2011.

As células estomáticas encontram-se elevadas em relação à epiderme (Figura 5). Nas folhas, a frequência estomática foi, em média, de 56 estômatos por  $\text{mm}^2$  na posição norte, 77 na sul, 59 na leste e 60 na oeste (Tabela 2). Os estômatos são estruturas importantes para a produção vegetal, pois representam a porta de entrada e escoamento dos gases para a fotossíntese, processo

primordial relacionado à produtividade vegetal. As diferentes espécies de plantas variam quanto ao número, frequência, tamanho, distribuição e forma dos estômatos, o que conseqüentemente interfere na capacidade fotossintética destas. Mesmo em uma única planta, as folhas variam quanto aos estômatos, dependendo de sua forma e posição das folhas na copa (SILVA et al., 2005).

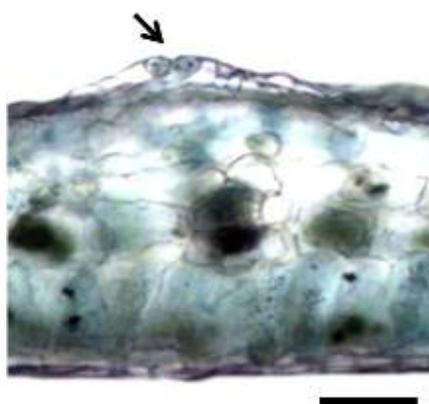


Figura 5 Seção transversal da folha de *Physalis peruviana*. Seta ilustra o estômato situado em nível acima das demais células epidérmicas. Barra = 20  $\mu\text{m}$ . UFLA, Lavras, 2011.

Houve diferença significativa para a densidade estomática e DE (Tabela 2). Maior densidade ocorreu na posição sul sendo 37,5% maior em relação às demais posições das folhas. Já para a relação entre os diâmetros polar e equatorial, não houve diferença significativa entre as posições analisadas (Tabela 2). O diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE) estão relacionados com a funcionalidade dos estômatos, pela relação DP e DE, e quanto maior a relação, mais funcional será o estômato (CASTRO et al., 2009). De acordo com Khan et al. (2002), a forma elíptica é característica de estômatos funcionais, enquanto a forma arredondada, frequentemente, é associada a estômatos que não apresentam funcionamento normal. Segundo Rocha (2005),

quanto maior a relação diâmetro polar/diâmetro equatorial (DP/DE), mais elipsóide é o estômato, podendo resultar em maior funcionalidade. Contudo, a funcionalidade dos estômatos de *Physalis peruviana* não se modificou nas diferentes posições das folhas na planta demonstrando a mesma capacidade funcional para a captação de CO<sub>2</sub> e conseqüente aproveitamento desse gás na fotossíntese.

Tabela 2 Características estomáticas da superfície abaxial de folhas de *Physalis peruviana* em diferentes regiões na planta. D: Densidade de estômatos, DP: Diâmetro Polar e DE: Diâmetro Equatorial. UFLA, Lavras, 2011.

Região	D (estômatos/mm <sup>2</sup> )	DP (µm)	DE (µm)	DP/DE
Norte	56 b	32,71 a	18,72 b	1,63 a
Sul	77 a	31,72 a	22,94 a	1,38 a
Leste	59 b	34,81 a	24,66 a	1,42 a
Oeste	60 b	32,52 a	22,16 a	1,47 a
CV (%)	15,61	8,62	17,20	15,14

O eixo norte-sul recebe tipicamente menos radiação que o eixo leste-oeste devido ao deslocamento do sol ao longo do dia. Como observado, os estômatos de *Physalis peruviana* são protudentes estando mais expostos às modificações na camada limítrofe que podem levar a um excesso de transpiração, sendo que as folhas dessas plantas apresentam claras características de mesomorfas e não parecem tolerar condições de deficiência hídrica, uma vez que os estômatos são responsáveis pela maior parte da transpiração nos vegetais (CASTRO et al., 2009). Dessa forma, como a região sul recebe menos radiação, essa característica permitiu o desenvolvimento de maior densidade estomática,

pois a transpiração não seria tão intensa nessa região com menor intensidade de radiação. As demais regiões demonstraram menores densidades estomáticas pois recebem mais radiação que a sul.

A *Physalis peruviana* é uma espécie que apresenta grande quantidade de tricomas, presentes no caule e nas folhas. Nas folhas, ocorre a presença de tricomas tectores unisseriados e multisseriados, tanto na epiderme da face abaxial quanto adaxial (Figura 6). Estes tricomas possuem a função de evitar a transpiração excessiva, oferecendo barreira contra ventos que podem diminuir a umidade relativa na superfície foliar e na proteção contra o excesso de água na superfície foliar (CASTRO et al., 2009). Os tricomas, tal como a cutícula e estômatos, também se manifestam de diferentes maneiras de acordo com as condições ambientais em que as plantas se desenvolvem (SILVA et al., 2005).

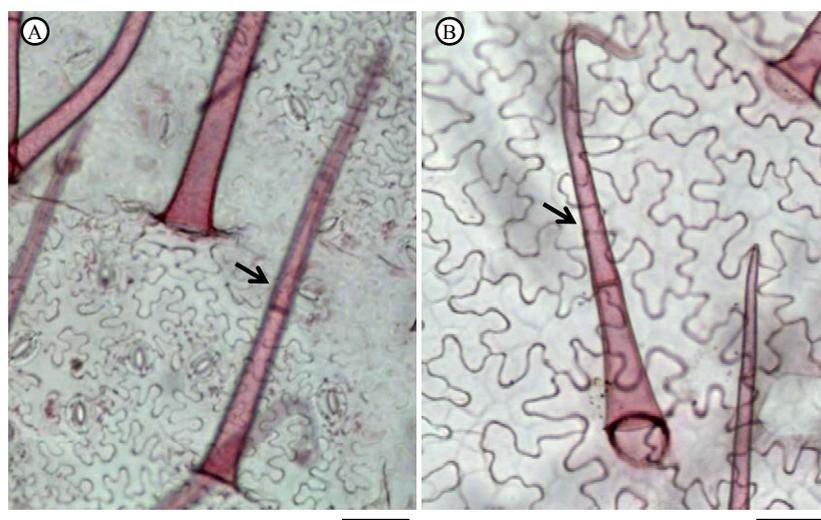


Figura 6 Seções paradérmicas da folha de *Physalis peruviana*. A) face abaxial; B) face adaxial, as setas indicando os tricomas. Barra = 50  $\mu$ m. UFLA, Lavras, 2011.

O caule da *Physalis peruviana* (Figura 7) possui epiderme unisseriada, recoberta pela cutícula e também apresenta tricomas. Já internamente à epiderme encontra-se o córtex, que apresenta de três a quatro camadas de células do colênquima e parênquima cortical com células achatadas decorrentes do início do desenvolvimento dos tecidos vasculares secundários. O sistema vascular composto por feixes colaterais abertos delimita um caule eustélico típico com os feixes vasculares arranjados de forma circular no entorno da medula, formada de parênquima medular com células grandes e isodiamétricas. O sistema vascular na região amostrada já se encontra em início do desenvolvimento dos tecidos vasculares secundários, formados por floema mais externo e xilema mais interno sendo produzidos pelo câmbio vascular formado por uma camada de células. Particularmente, nos ramos voltados para a direção leste, ocorreu a formação do xilema e floema secundários em uma quantidade bem superior ao caule encontrado nas demais regiões (Figura 7). Na epiderme do caule observa-se a presença de tricomas tectores unisseriados e multisseriados. O caule é o órgão da planta que sustenta folhas e as estruturas de reprodução, estabelecendo contato entre esses órgãos e raízes (SAJO; CASTRO, 2009). Além disso, é responsável pela condução de água e minerais das raízes para as folhas via xilema e das substâncias produzidas nas folhas via floema para as demais partes da planta (CASTRO et al., 2009). Dessa forma, o desenvolvimento de estruturas relacionadas com uma maior capacidade de condução de água, nutrientes e fotoassimilados pode atribuir uma maior funcionalidade ao caule das plantas. Como observado, a orientação leste-oeste favoreceu um desenvolvimento mais rápido dos tecidos vasculares secundários, pode permitir uma maior sustentação e condução para o caule sendo que essa orientação pode ser mais adequada ao cultivo.

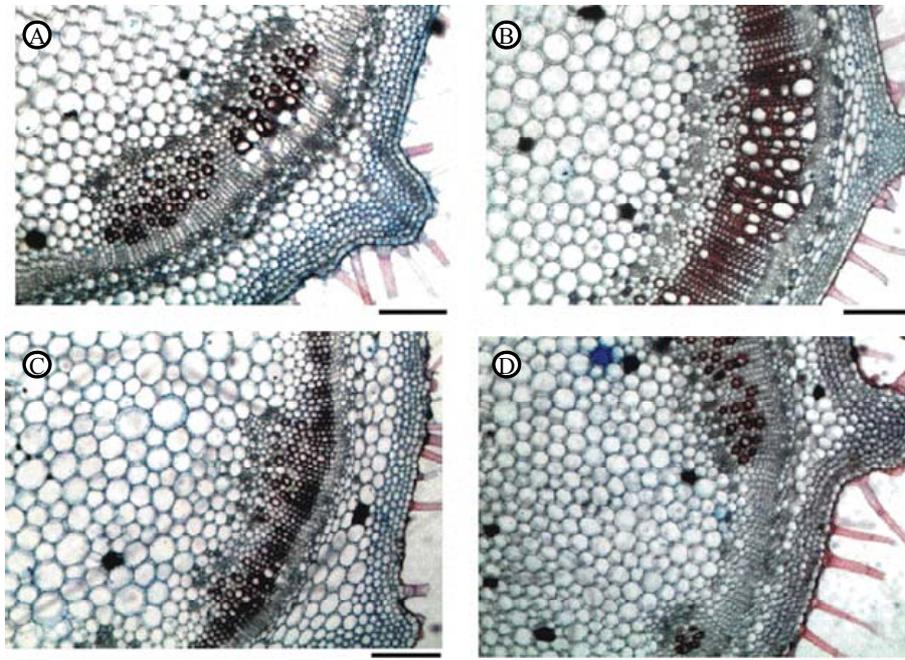


Figura 7 Seções transversais do caule de *Physalis peruviana* em diferentes regiões da planta. A) Norte; B) Leste; C) Sul e D) Oeste. Barra = 100  $\mu\text{m}$ . UFLA, Lavras, 2011.

#### 4 CONCLUSÕES

A semente da *Physalis peruviana* apresenta reserva lipídica, nas folhas e caule ocorre grande quantidade de tricomas tectores unisseriados e multisseriados e a estrutura desses órgãos segue o padrão típico para a família *Solanaceae* com folhas mesomorfas e hipoestomáticas e caule eustélico. A exposição da planta ao eixo leste-oeste promove maiores espessuras da nervura central, da lâmina foliar e desenvolvimento de xilema e floema secundários no caule favorecendo características que podem auxiliar no melhor crescimento e desenvolvimento dessa espécie.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. G. de et al. Qualidade de luz na biometria e anatomia foliar de plântulas de *Cattleya loddigesii* L. (Orchidaceae) micropropagadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2506-2511, set./out. 2009.
- CASTRO, E. M. de; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Boa Vista, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.
- HUNZIKER, A. T. **The genera of Solanaceae**. Ruggell: G. Verlang, 2001. 500 p.
- KHAN, P. S. S. V. et al. Growth and net photosynthetic rates of *Eucalyptus tereticornis* Smith under photomixotrophic and various photoautotrophic micropropagation conditions. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Amsterdam, v. 71, n. 2, p. 141-146, Apr. 2002.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. 2<sup>nd</sup> ed. Bombay: McGraw-Hill Book, 1940. 523 p.
- MELO, H. C. et al. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, Água Funda, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007.
- MUNIZ, J. et al. Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2011. No prelo.
- ROCHA, H. S. **Luz e sacarose na micropropagação da bananeira “Prata Anã”**: alterações morfoanatômicas. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- SAJO, M. G.; CASTRO, N. M. Caule. In: APEZZATODA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, B. M. (Ed.). **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 283-302.

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

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira baseada em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2005. 640 p.

VELASQUEZ, H. J. C.; GIRALDO, O. H. B.; ARANGO, S. S. P. Estudio preliminar de La resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 60, n. 1, p. 3785-3796, 2007.