



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL**

MARÍLIA HORTÊNCIA BATISTA SILVA RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA, PRODUTIVIDADE E
MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE *Physalis*
peruviana L.**

POMBAL

2018

MARÍLIA HORTÊNCIA BATISTA SILVA RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA, PRODUTIVIDADE E MATURAÇÃO DE
FRUTOS E SEMENTES DE *Physalis peruviana* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Campina Grande, como parte das exigências do
programa de Pós-Graduação em Horticultura
Tropical, para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Kilson Pinheiro Lopes
Coorientadora: Marinês Pereira Bomfim

POMBAL

2018

R696c

Rodrigues, Marília Hortência Batista Silva.

Caracterização fenológica, produtividade e maturação de frutos e sementes de *Physalis peruviana* L. / Marília Hortência Batista Silva Rodrigues. - Pombal, 2018.

69 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes, Profa. Dra. Marinês Pereira Bomfim".

Referências.

1. Solanaceae. 2. Fenofases. 3. *Physalis peruviana* L. 4. Maturidade. I. Lopes, Kilson Pinheiro. II. Bomfim, Marinês Pereira. III. Título.

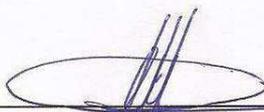
CDU 635.64 (043)

MARÍLIA HORTÊNCIA BATISTA SILVA RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO FENOLOGICA, PRODUTIVIDADE E MATURAÇÃO DE
FRUTOS E SEMENTES DE *Physalis peruviana* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Campina Grande, como parte das exigências do
programa de Pós-Graduação em Horticultura
Tropical, para a obtenção do título de mestre.

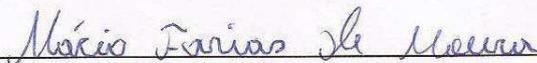
Aprovada em: 02 de maio 2018



Prof.: Dr. Kilson Pinheiro Lopes
Orientador (UAGRA/CCTA/UFCC)



Prof.ª: Dr.ª. Caciana Cavalcanti Costa
Examinadora (UAGRA/CCTA/UFCC)



Prof.: Dr. Mácio Farias de Moura
Examinador (UAG/UFRRPE)

Dedico minhas inspirações aos meus filhos Guilherme Miguel e Maykon Miguel e ao meu esposo e melhor amigo Rafael Rufino por terem me ensinado a valorizar o simples, a técnica de enfrentar desafios com honestidade e acima de tudo, a ter novamente fé.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que em meio a tantos caminhos tortuosos e incertos, escolheu o que me levou a mais essa conquista. Não só por essa vitória mais por muitas outras que certamente virão. Agradeço por Seu infinito amor, pela tranquilidade que me foi concebida nas horas de angústia, pela força que me foi enviada nos momentos de fraqueza, pela segurança que senti quando tudo parecia perdido. Pelas amizades conquistadas, pela saudade que já aperta meu coração e pela certeza que tudo valeu a pena! Sou eternamente grata pela oportunidade de conquistar mais este desafio, e pela certeza, de que o Senhor me acompanhará pelo resto de minha vida e que me fará vencedora.

A minha mãe Marinês Batista e minha irmã Marimar Silva pelo amor, incentivo a prosseguir e a minha família por compreender a ausência no dia a dia.

Agradeço ao meu orientador Dr. Kilson Pinheiro Lopes pelos valiosos ensinamentos, paciência e orientação fornecida durante o curso.

A todos os professores do CCTA-UFCG-Pombal e em especial a professora Dra. Marinês Pereira Bomfim, pelo conhecimento transmitido durante todo o percurso do mestrado.

Agradeço a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu amigo e parceiro de pesquisa Joseano Graciliano da Silva pela amizade, carinho, contribuições e oportunidade de crescimento profissional e pessoal durante toda essa jornada.

Aos meus amigos Jean, Edu, Natali, Jolinda, kariolania, Luana, Edinete, Lizaiane, Valeria, Claudio, Julieme e Yaroslávia que estiveram ao meu lado me incentivando e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém, é reconhecer que o homem jamais poderá lograr sozinho para si o dom de ser autossuficiente”

(Autor desconhecido).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química e física dos substratos usados na produção de mudas (SPM) e no cultivo (SCV) de <i>Physalis peruviana</i> L., UFCG, Pombal, PB, 2017.....	24
---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista lateral do sistema de tutoramento em plantas de *Physalis peruviana* L., cultivadas em casa de vegetação. UFCG, Pombal, PB, 2017.....25
- Figura 2.** Marcação de flores no momento da antese em plantas de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 201726
- Figura 3.** Comportamento fenológico de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio UFCG, Pombal, PB, 2017.32
- Figura 4.** Altura (A); diâmetro do caule (B) e número de folhas (C) de plantas de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio, UFCG, Pombal, PB, 2017.....34
- Figura 5.** Diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo da *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação: botão floral (A); botão floral intumescido (B); botão floral em pré-antese (C); antese (D); Floração (E); formação do fruto (F); pós-antese (G); fruto verde (H) e fruto maduro (I), UFCG, Pombal, PB, 201736
- Figura 6.** Número de botões florais (A); número de flores (B) e número de frutos (C) de plantas de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio, UFCG, Pombal, PB, 201737
- Figura 7.** Produção (A) e produtividade (B) de plantas de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio, UFCG, Pombal, PB, 201738
- Figura 8.** Aspecto visual dos diferentes estádios de maturação do cálice e do fruto de *Physalis peruviana* L., aos 20, 27, 34 e 41 DAA, UFCG, Pombal, PB, 201740
- Figura 9.** Luminosidade (A); cromaticidade (B) e ângulo hue (C) do cálice e do fruto de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 201741
- Figura 10.** Massa fresca do fruto (A); diâmetro longitudinal (B); diâmetro transversal (C) e firmeza (D) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 201743
- Figura 11.** pH (A); sólidos solúveis totais (B) e relação sólidos solúveis totais e acidez titulável (C) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 201744
- Figura 12.** Carotenoides do cálice (A); clorofilas a e b do cálice (B); vitamina C (C) e compostos fenólicos de frutos (D) de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 201746

Figura 13. Número de sementes por fruto (A) e massa fresca de sementes por fruto (B) de <i>Physalis peruviana</i> L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017	49
Figura 14. Grau de umidade (A) e massa de seca de sementes (B) de <i>Physalis peruviana</i> L., colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017	50
Figura 15. Peso de mil sementes (A) e condutividade elétrica (B) de sementes de <i>Physalis peruviana</i> L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017	51
Figura 16. Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) de sementes de <i>Physalis peruviana</i> L., colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017	52
Figura 17. Emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) de sementes de <i>Physalis peruviana</i> L., colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017	54
Figura 18. Massa seca da parte aérea - MSPA (A); massa seca da raiz - MSR (B) e massa seca total - MST (C), de plântulas oriundas de sementes de <i>Physalis peruviana</i> L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017	55

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice 1.** Valores médios para os dados de temperaturas (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica durante a condução (fevereiro a julho) do experimento com *Physalis peruviana* L., em função dos dias após o transplântio, cultivada em casa de vegetação, UFCG, Pombal, PB, 201765
- Apêndice 2.** Análise de variância para a variável altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIÂM), número de folhas (NFOLHAS), botões florais (NBF), flores (NFLORES) e frutos por planta (NFRUTOS) em função dos períodos de avaliação após o transplântio de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 2017.....66
- Apêndice 3.** Análise de variância para a variável produção e produtividade em função dos períodos de avaliação após o transplântio de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 2017.....66
- Apêndice 4.** Análise de variância para a variável luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo hue (°h) do cálice e do fruto, massa fresca do fruto (MFF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF) e firmeza (Firm) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.67
- Apêndice 5** Análise de variância para a acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS) e relação sólidos solúveis totais e acidez titulável (SS/AT), carotenoides (C), clorofilas a (Ca) e b (Cb), vitamina C (Vit.C) e compostos fenólicos (CF) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.....67
- Apêndice 6.** Análise de variância para o número de sementes por fruto (NS/F), massa fresca de sementes por fruto (MFS/F), grau de umidade (GU), massa seca de sementes (MSS), condutividade elétrica (CE), germinação (GERM) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.68
- Apêndice 7.** Análise de variância para o peso de mil sementes de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.68
- Apêndice 8.** Análise de variância de emergência (EMG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plântulas, oriundas de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 201769

SUMÁRIO

RESUMO.....	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO.	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.	14
2.1 Características gerais da cultura.....	14
2.1.1 Origem e importância econômica da <i>Physalis peruviana</i> L	14
2.1.2 Classificação botânica e morfologia da planta.....	15
2.1.3 Aspectos fisiológicos da <i>Physalis peruviana</i> L.....	17
2.2 Fenologia.....	18
2.3 Maturação de frutos e sementes.	20
2.4 Qualidade pós-colheita.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Localização do experimento.	22
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	23
3.3 Produção de mudas condução da cultura	23
3.4 Características avaliadas 25	
3.4.1 Etapa 01 - Caracterização fenológica e produtividade da <i>P. peruviana</i> L.....	25
3.4.2 Etapa 02 - Caracterização da maturidade fisiológica dos frutos de <i>P. peruviana</i> L.....	26
3.4.3 Etapa 03 - Caracterização da maturação fisiológica das sementes de <i>P. peruviana</i> L.....	28
3.5 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	32
4.1 Etapa 01 - Caracterização fenológica e produtividade da <i>P. peruviana</i> L.....	32
4.2 Etapa 02 - Caracterização da maturidade fisiológica dos frutos de <i>P. peruviana</i> L.....	39
4.3 Etapa 03 - Caracterização da maturação fisiológica das sementes de <i>P. peruviana</i> L. ...	48
5 CONCLUSÕES.....	55
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
7 APÊNDICES	65

RESUMO

RODRIGUES, Marília Hortência Batista Silva. **Caracterização fenológica, produtividade e maturação de frutos e sementes *Physalis peruviana* L.** 2018. 69p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical). Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

A *Physalis peruviana* L. apresenta grande valor nutricional e viabilidade econômica, tornando-se uma alternativa para o pequeno e médio produtor e uma inovação para a horticultura brasileira. No entanto, algumas informações sobre o seu cultivo, ainda são escassas. Diante disto, objetivou-se caracterizar as fases fenológicas, produtividade e maturação de frutos e sementes de *Physalis peruviana* L. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na fazenda experimental da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal e dividido em três etapas. A primeira etapa correspondeu a caracterização fenológica e produtividade da cultura, conduzido em delineamento em bloco casualizado, com cinco repetições, constituídas de cinco plantas cada repetição. Na segunda e terceira etapa, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde o tratamento consistiu em diferentes estádios de maturação do fruto e da semente (20, 27, 34 e 41 dias após a antese - DAA), com quatro repetições. Determinou-se as fases fenológicas por meio da altura, diâmetro do caule, número de folhas, botões florais, flores e frutos por planta, produção e produtividade. Na segunda etapa, para caracterizar a qualidade dos frutos realizou-se calorimetria do cálice e do fruto (luminosidade, cromaticidade e ângulo hue), massa fresca, diâmetro (transversal e longitudinal) do fruto, firmeza, pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável, relação sólidos solúveis totais e acidez titulável do fruto, carotenoides, clorofila (a e b) do cálice, vitamina C e compostos fenólicos dos frutos. Na terceira, para caracterizar a qualidade fisiológica das sementes, determinou-se o número e massa fresca de sementes por fruto, grau de umidade, massa seca da semente, peso de mil sementes, condutividade elétrica, germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas e massa seca de plantas (aérea, raiz e total). Os dados obtidos nas etapas foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial. A fase vegetativa da *Physalis peruviana* L. é encerrada num período compreendido entre 10 a 143 dias após o transplantio (DAT) e a fase reprodutiva se estende até os 161 DAT. A colheita dos frutos inicia aos 71 DAT, com produtividade média de 2.340,95 kg ha⁻¹. Os frutos destinados ao consumo devem ser colhidos após os 35 DAA, quando apresentarem coloração amarelo e ótimas qualidades organolépticas e nutricionais. As sementes de *Physalis peruviana* atingem a sua maturidade fisiológica após os 34 DAA, quando os frutos encontram-se completamente maduros, apresentando cálice e fruto de coloração amarelo e o máximo de qualidade fisiológica.

Palavras-chave: Solanaceae. fenofases. qualidade. maturidade. vigor.

ABSTRACT

RODRIGUES, Marília Hortência Batista Silva. **Phenological characterization, productivity and maturation of fruits and seeds** *Physalis peruviana*. 2018. 69p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture). Federal University of Campina Grande, Pombal-PB.

The *Physalis peruviana* L. presents great nutritional value and economical viability, becoming an alternative for the small and medium producer and an innovation for the Brazilian horticulture. However, some information on her cultivation, are still scarce. Before this, it was aimed at to characterize the phenological phases, productivity and maturation of fruits and seeds of *Physalis peruviana* L. The experiment was greenhouse, in the experimental farm of the Federal University of Campina Grande, campus Pombal and divided in three stages. The first stage corresponded the phenological characterization and productivity of the culture, driven in delineamento in block casualizado, with five repetitions, constituted of five plants each repetition. In Monday and third stage, was adopted the completely randomized desing, where the treatment consisted at different stadiums of maturation of the fruit and of the seed (20, 27, 34 and 41 days after the anthesis - DAA), with four repetitions. The phenological phases were determined by height, diameter of the stem, number of leaves, floral buttons, flowers and fruits for plant, production and productivity. In the second stage, to characterize the quality of the fruits was carried out calorimetry of the chalice and the fruit (luminosity, chromaticity and hue angle), fresh mass, diameter (transverse and longitudinal) of the fruit, firmness, pH, total soluble solids, titratable acidity, relationship total soluble solids and titratable acidity of the fruit, carotenoids, chlorophyll (the and b) of the chalice, vitamin C and phenolic composed of the fruits. In the third, to characterize the physiologic quality of the seeds, she was determined the number and fresh mass of seeds for fruit, humidity degree, mass dries of the seed, weight of a thousand seeds, electric conductivity, germination, index of germination speed, emergency of plantules, index of speed of emergency of plantules and mass dries of plants (aerial, root and total). The data obtained in the stages were submitted to the variance analysis and polynomial regression. The vegetative phase of the *Physalis peruviana* L. is contained in a period understood among 10 to 143 days after the transplant (DAT) and the reproductive phase extends until 161 DAT. The crop of the fruits begins 71 DAT, with medium productivity of 2.340,95 kg ha⁻¹. The fruits destined to the consumption should be picked after 35 DAA, when they present coloration yellow and great qualities organoleptic and nutritional. The seeds of *Physalis peruviana* reach her maturity physiology after 34 DAA, when the fruits are completely ripe, presenting chalice and yellow coloration fruit and the maximum of physiologic quality.

Key-word: Solanaceae. phenophases. quality. maturity. energy.

1 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L. pertence à família Solanaceae, conhecida vulgarmente como camapum, fisális ou juá-de-capote, vem sendo incorporado ao grupo de pequenas frutas com alto potencial produtivo para regiões tropicais e subtropicais, despertando interesse na comercialização *in natura* e processamento de frutos por apresentar grande valor nutricional e econômico agregado a todas as partes da planta (NOVOA et al., 2006; RUFATO et al., 2008). O seu custo de produção é acessível aos pequenos produtores, devido seu cultivo ocupar pequenas áreas e possuir um retorno econômico consideravelmente elevado (LIMA, et al., 2010). Por estas razões, essa espécie vem gerando interesse por ser vista como uma excelente alternativa ao pequeno e médio produtor rural (RUFATO et al., 2008).

No Brasil, a *P. peruviana* é consumida como fruta fina e produzida em pequena escala. No entanto, apresenta potencialidades de interesse nutricional e farmacológico por possuir substâncias bioativas naturais, baixa acidez, considerável teor de β -caroteno, vitamina C e sólidos solúveis, carotenoides, flavonoides, fisalinas, terpenos, além de apresentarem atividades antibacterianas benéficas à saúde do homem (LOPES et al., 2006; LICODIEDOFF; KOSLOWSKI; RIBANI, 2013).

Os frutos de fisalis são encontrados no comércio do país a um preço elevado, principalmente na região sul e sudeste, e mais recentemente tem expandido sua comercialização na região nordeste, porém a maior parte dos frutos comercializados no país são oriundos de importação da Colômbia, que é o maior produtor deste fruto no mundo, pois a produção no Brasil ainda é incipiente, sendo cultivada, principalmente, na região Sul do Brasil devido às condições de climáticas adequadas (RODRIGUES et al., 2009; LIMA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2013). Apesar de ser relatado seu cultivo na região norte e nordeste, não existem ou são poucos os trabalhos encontrados na literatura que mencionem o seu comportamento fenológico em condições de clima e altitude como as encontradas na região nordeste.

O semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar clima quente na maior parte do ano, baixos índices pluviométricos, contudo, apresenta solos férteis, fotoperíodo de até 12h00 horas de luz e baixa incidência de pragas e doenças fúngicas, o que pode favorecer ao cultivo de espécies frutíferas (SILVA et al., 2011), dentre elas a fisális, cuja propagação e obtenção de mudas geralmente se dar via seminífera.

O estudo do comportamento fenológico determina, os eventos biológicos repetitivos e sua relação com as mudanças no meio biótico e abiótico. Portanto, avaliar a fenologia de uma cultura, em diferentes regiões, é extremamente importante, pois é um parâmetro que pode auxiliar o produtor para escalonar toda a produção, definindo a melhor época de semeadura, de aplicação de determinados insumos, de tratamentos fitossanitários, bem como a época da colheita (GADIOLI et al., 2000; CALLE et al., 2010).

A espécie apresenta hábito de crescimento indeterminado, produzindo simultaneamente estruturas vegetativas e reprodutivas, encontrando-se em uma mesma planta, frutos em diferentes estádios de maturação, durante o seu ciclo. Essa característica, dificulta a determinação da época ideal da colheita dos frutos destinados à comercialização, bem como dificultam a caracterização do período de maturidade fisiológica de suas sementes, com máxima qualidade e vigor, necessária a multiplicação desta espécie que se dá predominantemente via seminal (PEREIRA et al., 2014). Neste contexto, objetivou-se caracterizar a fenologia, produtividade e maturação de frutos e sementes de *Physalis peruviana* L. cultivada em casa de vegetação no semiárido paraibano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características gerais da cultura

2.1.1 Origem e importância econômica da *Physalis peruviana* L.

A fisális (*Physalis peruviana* L.) é uma espécie originária da América e pertence à família Solanaceae. Em seu gênero *Physalis*, estão incluídas aproximadamente 120 espécies, distribuídas principalmente nas zonas tropicais e temperadas do continente Americano (PUENTE, 2011).

Existe uma série de nomes populares associados a esta cultura, variando nas diferentes regiões do mundo. Na Colômbia, é conhecida como uchuva, no Japão de hosuki, nos Estados Unidos é goldenberry e no Brasil, possui uma infinidade de nomes, como balão-rajado, balãozinho, bate testa, bucho-de-rã, camambu, camapu, joa-de-capote, joa-de-balão, mata fome, saco-de-bode, entre outros (FERNANDES, 2012).

Esta espécie é facilmente reconhecida pela morfologia peculiar e frutificação, que são caracterizadas pela presença de um cálice frutífero, o qual se expande, envolvendo totalmente o

fruto (SOARES et al., 2009). De acordo com Nagai et al. (2014) *Physalis* é uma palavra grega, onde “*Phisa*” significa bolha ou bexiga, fazendo referência ao cálice que envolve os frutos.

A espécie tem despertado interesse econômico em todo o mundo, onde o fruto é apreciado tanto pelo sabor, quanto por possuir consideráveis teores de vitamina A e C, ferro e fósforo, além de flavonóides, alcalóides e fitoesteróides (RUFATO et al., 2008). Diante do cenário da fruticultura brasileira, os frutos de fisalis podem apresentar-se como exóticos, com agregado e significativo valor comercial (LIMA et al., 2009).

Segundo Cruz, Souza Filho e Pelacani (2015), os frutos desta espécie, no Brasil, são encontrados principalmente nas grandes redes de supermercados advindos da Colômbia, visto que a produção comercial no Brasil ainda é incipiente.

O cultivo desta espécie constitui uma excelente alternativa para o pequeno e médio produtor brasileiro, por ser uma planta rústica e de boa adaptabilidade. O rendimento produtivo pode variar, conforme o ambiente e intensidade de cultivo, onde as plantas dão seu máximo no primeiro ano, dependendo da região onde são exploradas, sendo que na região Sul é considerada como planta anual, devido às baixas temperaturas, que ocorrem principalmente no período de inverno, já em regiões quentes, pode ser explorada comercialmente por até dois anos (MUNIZ et al., 2011).

Os produtos derivados da fisalis são uma alternativa interessante para a agroindústria. Conforme Rufato et al. (2013), a fisalis pode ser consumida *in natura* e em saladas, dando um toque agridoce às comidas. Em alguns países, é consumida em forma de geleias, bebidas lácteas, iogurtes e também é utilizada para elaboração de licores. Os frutos são utilizados no preparo de doces finos e na decoração de tortas. Porém, também podem ser encontradas em conservas e em forma de sorvete.

2.1.2 Classificação botânica e morfologia da planta

A fisalis pertence ao Reino Plantae, Subreino Embryobionta, Classe Magnoliopsida, Subclasse Dicotyledoneae, Família Solanaceae, Gênero *Physalis* (SANTIAGUILLO, CEDELLO e CUERVAS, 2010).

É uma planta herbácea e perene, porém, é considerada como anual nas plantações comerciais. Pode chegar de 1,5 a 2,0 m de altura, apresenta muitas ramificações, sendo, portanto, necessário realizar o tutoramento devido à dificuldade de manter estes ramos eretos (SOARES et

al., 2009). Apresenta hábito de crescimento indeterminado, logo não possui estágios de floração e frutificação bem definidos, produzindo simultaneamente estruturas vegetativas e reprodutivas, encontrando-se, na mesma planta, frutos em diferentes estádios de maturação, durante o seu ciclo (SANTA ROSA, 2012).

O caule principal é herbáceo, verde, constituído por 8 a 12 nós, que darão origem às ramificações produtivas por dicotomia. Em cada um destes nós, surgem duas gemas, uma vegetativa e outra florífera (MORTON, 1987; LAGOS, 2006; RUFATO et al., 2008; SOARES et al., 2009). O sistema radicular da *fisalis* é fibroso e mede entre 10 a 15 cm aproximadamente, e suas ramificações secundárias podem atingir 50 a 80 cm (ÂNGULO, 2005). As folhas são alternas, pubescentes e com tricomas simples glandulares, estes, também revestem os ramos, flores e frutos, o que lhes conferem uma superfície aveludada ao tato (MORTON, 1987; LAGOS, 2006; RUFATO et al., 2008; SOARES et al., 2009). A *fisalis* possui flores pediceladas, com 1,2 cm, monóicas, completas, solitárias e em formato de campânulas, com diâmetro de 1,2 a 1,4 cm, cálice gamossépalo e verde. Este gênero possui corola gamopétala, com cinco pétalas amareladas no centro. Possuem cinco estames epipétalos com comprimento entre 6-7 mm, com filamento preto e anteras de lobos amarelo-esverdeado. O estilete é preto, com comprimento de 9 mm e estigma e ovário amarelado. O período de florescimento intenso da *fisalis* ocorre durante o verão, com frutos do tipo baga, encerrados pelo cálice fechado, com aproximadamente 10 estrias, possui venação reticulada com comprimento de 4,1 cm e largura de 2,5 cm, completamente amarelo quando maduros (CHOTHANI; VAGHASIYA, 2012).

De acordo como Lima et al. (2012), o cálice que envolve o fruto desempenha papel fundamental durante os primeiros 20 dias de desenvolvimento, referente à formação e translocação de carboidratos, especialmente açúcares como a sacarose. Além desta função, o cálice também protege o fruto contra condições climáticas extremas (alta insolação, baixa temperatura e geadas), danos mecânicos, pragas e doenças (FISCHER; HERRERA; ALMANZA-MERCHAN, 2011). Os frutos possuem cor alaranjada, sendo considerado uma baga globóide, com diâmetro que oscila entre 1,25 e 2,50 cm e com massa de 4 a 10 g, contendo em média de 100 a 300 sementes (SOARES et al., 2009). A produção dos frutos inicia a partir do 3º e 4º meses após a semeadura, estendendo-se por aproximadamente seis meses (LORENZI; MATOS, 2008).

Conforme ressaltou Souza (2009), as sementes de *fisalis* são elipsoides e comprimidas, quando imaturas possuem cor esbranquiçadas, e quando estão completamente maduras, possuem cor castanho alaranjada. O tegumento é glabro e reticulado na semente seca. Esta espécie possui

sementes com grande potencial germinativo, tendo preferência por solos úmidos e sombreados (LORENZI; MATOS, 2008). Sendo a sementes a estrutura de multiplicação da espécie e o insumo base da instalação de campos produtivos.

Conforme Rodrigues (2016), a *Physalis* apresenta três hábitos de crescimento, o rasteiro, o ereto e o semiereto. O rasteiro é caracterizado pelo fato das hastes das plantas crescerem geralmente 0,40 m, eretas ao solo e à medida que se desenvolvem, estendem-se sobre a superfície do solo. O ereto caracteriza-se por possuir aspecto arbustivo, em que as hastes das plantas crescem verticalmente. O semiereto possui características intermediárias entre os dois outros hábitos de crescimento, porém, apresenta ramificações laterais com crescimento ereto.

2.1.3 Aspectos fisiológicos da *Physalis peruviana* L.

As condições climáticas influenciam de maneira significativa no crescimento da *Physalis*. De acordo com Lima et al. (2010), temperaturas de aproximadamente 30°C tendem a favorecer o crescimento vegetativo. No entanto, temperaturas mais amenas, de aproximadamente 14°C, estimulam a floração, frutificação e brotação, conseqüentemente, o ciclo da cultura tende a ser mais curto (BRIGHENTI, 2011).

Rufato et al. (2008) relataram que a necessidade hídrica da *Physalis* é de 800 mm, durante o período de crescimento. A precipitação deve oscilar entre 1000 a 2000 mm, bem distribuídos durante todo o ano, com uma umidade relativa média de 70 a 80%. No entanto, alta pluviosidade no cultivo desse gênero pode tornar o ambiente propício ao surgimento de doenças e prejudicar a polinização, originando plantas amareladas e com pouca área foliar.

Levando em consideração a péssima qualidade da água de irrigação disponível na maioria das áreas do semiárido, Silva (2017), estudou a fenologia e a produtividade de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação, sob níveis salinos na Paraíba, e constatou que a espécie se mostrou tolerante a água de irrigação até 3,0 dS m⁻¹, o qual promoveu efeitos negativos sobre as características fenológicas da espécie. Demonstrando também que a espécie cumpre seu ciclo produtivo em, aproximadamente, 115 dias após o transplântio (DAT), com fase vegetativa de 32 DAT e, fase reprodutiva se estendendo até os 120 DAT, com possibilidade de ciclos posteriores.

O crescimento e o desenvolvimento das plantas podem ser influenciados por diversos fatores, dentre eles, a luz, por ser fonte primária de energia, que está relacionada a fotossíntese. Pois, as plantas possuem habilidades para modificar seu desenvolvimento em resposta ao ambiente

luminoso (PERINI et al., 2011). Logo a luminosidade ideal para o cultivo da fisalis é de 1500 a 2000 horas de luz/ano (RUFATO et al., 2013).

Silva et al. (2016) avaliando a influência da luz, na produção de mudas de diferentes espécies de *Physalis*, sob telas de várias colorações, observaram que nenhuma das espécies avaliadas teve a germinação de suas sementes inibida pela presença da luz, caracterizando assim um comportamento fotoblástico positivo ou indiferente, no entanto, o desenvolvimento inicial das plantas foi afetado pelo espectro luminoso, o qual a *P. peruviana*, se desenvolveu melhor quando cultivada sob telado branco ou vermelho com 50% de sombreamento.

No que se refere ao desenvolvimento vegetativo e trocas gasosas de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação e a campo, Zeist et al. (2014) observaram que o ambiente de cultivo não influencia nas trocas gasosas, no entanto, o casa de vegetação proporciona maior volume de copa, maior número de frutos, conseqüentemente maior produção de frutos, bem como maior peso e diâmetro destes.

Outro aspecto que influencia no desenvolvimento das sementes de fisalis é o estágio de maturação dos frutos e sementes, onde Carvalho et al. (2014), ao avaliar frutos de *Physalis angulata* colhidos em diferentes estádios de maturação, observaram influência direta deste parâmetro sobre a qualidade fisiológica das sementes, em que *Physalis angulata*, apresentou máxima germinação quando os frutos foram colhidos com cálice com coloração verde. Porém, Carvalho et al. (2014), observaram que há dificuldade na conservação da viabilidade das sementes, havendo assim uma perda expressiva dessa viabilidade aos 45 dias de armazenamento, tanto em câmara fria, quanto em ambiente refrigerado, independente do tipo de embalagem utilizada.

2.2 Fenologia

Desde os primórdios da história que são realizadas observações fenológicas. Na China, por exemplo, há um calendário fenológico há mais de dois mil anos. E muitas das informações tradicionais dos agricultores, advém da observação dos fenômenos meteorológicos e fenológicos. A avaliação e determinação das etapas do desenvolvimento dos vegetais, sempre foi questão de grande interesse agrônomo (LARCHER, 2000).

O estudo do comportamento fenológico determina sistematicamente, os eventos biológicos repetitivos (fenofases) e sua relação com as mudanças no meio biótico e abiótico. Logo, trata-se de um estudo que mensura as fases do desenvolvimento visível dos vegetais,

compreendendo desde a germinação das sementes, emissão de folhas, flores e frutos até a senescência destes órgãos (CALLE et al., 2010). A dinâmica fenológica das espécies vegetais é indispensável para a elaboração de estratégias de conservação e manejo destas espécies (FALCÃO; CLEMENTE; GOMES, 2003).

A sistemática da fenologia do florescimento pode ser afetada por diversos fatores ambientais, como a umidade, a temperatura e a radiação (MICHALSKI; DURKA, 2007). A temperatura, afeta no desenvolvimento da flor e pode ocasionar uma variação no florescimento em determinado período do ano (MURZA; DAVIS, 2005).

Nas condições climáticas do Rio Grande do Sul, Betemps et al. (2014), ao avaliarem a *Physalis peruviana*, observaram que a mesma necessita de 106 dias após o transplântio para o início da emissão de botões florais e mais dois dias para antese, enquanto que a colheita foi realizada aos 42 dias após a abertura da flor. Todo este ciclo, após o transplântio, correspondeu a um período de 150 dias.

Rodrigues et al. (2013), ao avaliarem a fenologia da *Physalis peruviana*, verificaram que o aparecimento dos primeiros botões florais e abertura de flores podem surgir entre os 27 e 42 dias após o transplântio, podendo a colheita ser realizada aos 60 dias após a antese, quando os cálices encontram-se com a coloração amarelo.

Portanto, avaliar a fenologia de uma cultura, em diferentes regiões, é extremamente importante, pois é uma característica que pode auxiliar o produtor para escalonar toda a produção, definindo a melhor época de semeadura, de aplicação de determinados insumos, de tratamentos fitossanitários, bem como a época da colheita (GADIOLI et al., 2000).

No Brasil, alguns estudos foram realizados visando a caracterização fenológica da *Physalis peruviana*, no entanto, estes trabalhos têm sido realizados principalmente na região Sul do país (RUFATO et al., 2008; RODRIGUES et al., 2013; BETEMPS et al., 2014). Estudos sobre aspectos fenológicos desta espécie, nas demais regiões do Brasil, ainda são incipientes. De acordo com Antunes et al. (2008), informações sobre a fenologia de uma cultura são importantes tanto para recomendar um novo cultivo em determinada região, bem como para determinar as condições climáticas em que a espécie se desenvolve melhor, diminuindo significativamente os riscos de insucesso no campo.

2.3 Maturação de frutos e sementes

As fases de desenvolvimento dos frutos são caracterizadas por alterações, tanto na estrutura como na fisiologia e na bioquímica das células, que culminam com a maturação, o amadurecimento e, finalmente, a senescência (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004). Logo, características externas do fruto como coloração e tamanho são fundamentais na definição do momento adequado para realizar a colheita, aumentando a vida útil do fruto, permitindo assim máximo aproveitamento pós-colheita. As mudanças na coloração são utilizadas para definir a qualidade e classificar os diferentes estádios de maturação dos frutos, devido à facilidade de utilização no campo (FACHINELLO; NACHTIGAL, 2009).

Em geral, o desenvolvimento do fruto e da semente ocorre simultaneamente e de forma sincronizada (CARVALHO; NAKAGAMA, 2012), cujo acompanhamento, é feito com base em alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas ligadas à tecnologia de sementes, procurando definir o ponto de maturidade da semente e estabelecer bases para determinar com segurança o ponto ideal da colheita (MARCOS FILHO, 2015).

Para hortaliças de frutos carnosos como a *Physalis peruviana*, a maturidade fisiológica das sementes, geralmente, coincide com o início da mudança de coloração dos frutos. No entanto, é possível verificar, por resultados de pesquisas, que, mesmo antes da completa maturação dos frutos, ou seja, antes de sua completa mudança de coloração, as sementes atingem a maturidade fisiológica (DIAS, 2001). Segundo Dias (2005), podendo ser completada quando, os frutos são submetidos a um período de repouso, resultando em maior qualidade fisiológica e maior rendimento.

A partir do momento que ocorre a antese das flores, o conhecimento do processo de maturação de sementes é necessário, quando se busca obter um material de qualidade, esse estudo deve ser sempre considerado nos programas de sementes seja qual for à finalidade, melhoramento, conservação ou produção de mudas (IOSSI et al., 2007).

Para Camacho et al. (2012), a qualidade fisiológica das sementes está relacionada de forma direta com o momento da colheita. Pois, se for realizada em épocas inadequadas, quando as sementes ainda encontram-se imaturas as mesmas irão apresentar menor capacidade germinativa e vigor, quando comparadas às sementes maduras.

O sistemático processo de maturação da maioria das sementes pode ser dividido em três fases. A primeira corresponde ao crescimento inicial do embrião, com intensas divisões celulares e histodiferenciação dos principais tecidos. Na fase intermediária, ocorre grande acúmulo de reservas,

com a síntese de compostos como amido, proteínas e lipídeos. A fase final culmina com a paralisação na translocação dos fotoassimilados e desidratação das sementes (CARVALHO; NAKAGAMA, 2012). Nesse momento, a semente deve ser colhida, para evitar o rápido processo de deterioração no campo. Pois, a atividade respiratória nessa fase é elevada, aumentando a metabolização de substâncias de reservas, e conseqüentemente, liberação de grande quantidade de energia, que poderia ser utilizada para suprir o eixo embrionário (BEWLEY et al., 2013).

Rodriguez-Burgos et al. (2011), estudando o desenvolvimento de sementes de *Physalis ixocarpa*, observaram que, o ponto ideal de colheita dos frutos, visando a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica ocorreu aos 56 DAA, e para corte, com fins comerciais, aos 35 DAA. Porém, segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o parâmetro que identifica o momento ideal da colheita é a avaliação física de frutos e sementes, principalmente, a coloração.

Diante disto, fica evidenciado uma relação intrínseca, entre as mudanças nas características dos frutos e das sementes, ao longo da maturação, sendo, portanto, um indicador de colheita, que possibilita a obtenção de um material uniforme e de qualidade.

2.4 Qualidade pós-colheita

A qualidade pode ser definida como um conjunto de características que englobam aspectos técnicos mensuráveis e que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, todas as características atreladas a *Physalis peruviana* são influenciadas diretamente pelo estágio de maturação dos frutos onde se a colheita for realizada no momento adequado de maturidade, os frutos serão de maior qualidade vegetal, bem como um produto de alta durabilidade (DAMATTO JUNIOR et al., 2010).

A fisalis é uma fruta climatérica, ou seja, após a colheita do fruto, seu metabolismo acelera e a taxa respiratória também aumenta, devido a produção autocalítica de etileno (RUFATO et al., 2008). Estes frutos podem amadurecer na planta ou fora dela se colhidos imaturos. Normalmente os frutos são colhidos quando estão ligados apenas fisicamente a planta, cuja, translocação de reservas já foi cessada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O fruto maduro está sujeito à várias alterações que incluem modificações na estrutura da parede celular (firmeza), degradação da pigmentação (clorofila e síntese de licopeno), alterações no aroma, sabor, composição nutricional, metabolismos de ácidos orgânicos, amidos e açúcares, na atividade enzimática (pectolíticas) e na maturação das sementes (MOORE et al., 2002).

De acordo com Camargo et al. (2009), os atributos de qualidade dos produtos hortícolas podem ser mensurados por meio de parâmetros físicos, químicos, nutricionais e sensoriais, juntamente com sua integridade, cor, frescor e textura. Atrelado a isso, diversos fatores influenciam as propriedades químicas e físicas de um produto agrícola: a cultivar, o tipo de solo, o clima, o sistema de produção (orgânico ou convencional) e o ponto de colheita (CAMARGO et al., 2009).

Lima et al. (2012), estudando a caracterização do ponto de colheita da *Physalis peruviana*, observaram que o estágio de maturação dos frutos possui influência direta sobre a qualidade físico química destes, podendo a colheita ser realizada quando o cálice do fruto apresentar coloração do amarelo-esverdeado até amarelo-amarrozado, por coincidir com a fase em que os frutos apresentam maiores diâmetros e acúmulos de sólidos solúveis totais.

Ao avaliar a atividade antioxidante de frutos de *Physalis peruviana* em dois estádios de maturação dos frutos, Licodiedoff, Koslowski e Ribani, (2013), observaram redução de vitamina C, aumento da acidez titulável, da relação sólidos solúveis e acidez titulável e do pH devido o avanço do desenvolvimento dos frutos.

De acordo com Rufato et al. (2008), na região sul do Brasil, a colheita da fisalis ocorre quando os frutos apresentam coloração alaranjada e cálice amarelo. Sendo, portanto, informações necessárias para que se possa definir o momento adequado para a colheita, onde além de aumentar a vida útil do fruto também aumenta o retorno econômico ao produtor. A coloração contribui para o máximo aproveitamento pós-colheita, por buscar a colheita de frutos de melhor qualidade e com mínimo de perdas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A primeira etapa deste trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação, na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, situada na cidade de São Domingos-PB, localizada a oeste da Paraíba, com coordenadas de 6°48'41.7"S de latitude e 37°56'13.8"W de longitude, a 190 m de altitude. Conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO; SONCIN, 1982), o clima é do tipo BSh, representando clima semiárido quente e seco, com precipitação média de 700 a 900 mm ano⁻¹, temperatura média anual de 26,1°C e evaporação média anual de 1000 a 1100 mm (FRANCISCO; SANTOS, 2017).

A segunda e terceira etapa do experimento foram realizadas nos Laboratório de Análise de Alimentos e no de Análise de Sementes e Mudanças, respectivamente, na Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal.

3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para a primeira etapa, que correspondeu a caracterização fenológica e produtividade da cultura, conduzido em delineamento em bloco casualizado, com cinco repetições, constituídas de cinco plantas cada repetição.

Na segunda e terceira etapas, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde o tratamento consistiu em diferentes estádios de maturação (20, 27, 34 e 41 dias após a antese), com quatro repetições, exceto para a variável peso de mil sementes, o qual utilizou-se oito repetições.

3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E CONDUÇÃO DA CULTURA

Foram utilizadas sementes extraídas de frutos, em completo estágio de maturação e devidamente sadios, adquiridos comercialmente em João pessoa-PB. Os frutos foram abertos com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15 e as sementes extraídas manualmente, lavadas em água corrente sob peneira e desinfestadas com solução a 2% de hipoclorito de sódio por cinco minutos, para eliminação de contaminantes e permaneceram por 30 minutos sobre uma folha de papel toalha para eliminar o excesso de água.

A semeadura foi realizada a 0,5 cm de profundidade, em recipientes de polipropileno com capacidade para 50 ml, devidamente perfurados, preenchidos com substrato comercial Basaplant®, cujas características químicas encontram-se na Tabela 1. As mudas foram acondicionadas em casa de vegetação, com dimensões de 24 x 10 x 3,5 x 4,5 m (comprimento, largura, pé direito e altura central, respectivamente) e cobertura em filme difusor de 120 micras de espessura com aditivos anti-UV. As mesmas foram irrigadas três vezes ao dia, com auxílio de regador, sendo posteriormente transplantadas para vasos plásticos, quando apresentaram quatro folhas definitivas, o que ocorreu aos 30 dias após a semeadura.

Foram empregados 25 vasos, e adicionado uma planta por vaso. Os mesmos possuíam capacidade para 12 L, com um furo na base e preenchidos inicialmente com 200 g de brita nº 1 e 10

dm³ de substrato composto de solo, areia e esterco, nas proporções 2:1:1, cujas características químicas e físicas estão apresentadas na Tabela 1.

Para a determinação do volume de água necessário, foi empregado a seguinte formula de lizimetria de drenagem:

$$V_i = \frac{V_a - V_d}{1 - FL}$$

Onde: Vi = Volume a ser irrigado; Va = Volume aplicado; Vd = Volume drenado após 24 horas da aplicação; FL = Fator de lixiviação (10%).

O volume de água aplicado foi realizado de acordo com a capacidade de campo inicial, e com base na equação acima, aplicou-se apenas o volume não drenado durante toda a condução do experimento, mantendo o solo sempre próximo da capacidade de campo.

As correções químicas do substrato utilizado nos vasos, foram realizadas após o transplântio, tomando-se como base as recomendações para a cultura do tomateiro (FILGUEIRA, 2003; THOMÉ; OSAKI, 2010) e os resultados da análise química do substrato. Foram realizadas aplicações de MgSO₄.4H₂O e CaSO₄ (1 Mol L⁻¹) aos 21 e 35 DAT, usando 1,5 ml dm⁻³ de solo, e duas aplicações de adubo misto contendo N, P, K, Ca e S (10, 10, 10, 4 e 11%, respectivamente) aos 28 e 42 DAT usando 1,5 g dm⁻³ de solo. Como cobertura morta, cada vaso recebeu 100 g de bagaço de grama seca e triturada, visando à manutenção da umidade e temperatura do solo.

Tabela 1. Composição química e física dos substratos usados na produção de mudas (SPM) e no cultivo (SCV) de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 2017.

	pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²
	Água (1:2,5)	-----mg dm ⁻³ -----		-----cmol _c dm ⁻³ -----				
SPM	5,5	257,30	-	2,00	0,43	8,57	0,05	2,69
SCV	7,4	733,39	-	2,73	1,20	0,00	0,00	1,23
	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.	Areia	Silte	Argila	Classe textural
	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----			
SPM	1,46	3,89	12,46	233,51	878	113	9	-
SCV	1,09	6,25	6,25	10,34	789	155	56	Franca arenosa

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de Bases Trocáveis; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black.

A posição da linha de cultivo adotada no experimento foi Leste-Oeste, com cinco fileiras, espaçadas a 1,5 m entre linhas e 1,0 m entre plantas. O sistema de condução das plantas foi em espaldeira, com dois ramos principais, utilizando-se três fios de arame galvanizado, distanciados

a 0,5 m de altura, a contar da borda do vaso, dispostos longitudinalmente, para o correto tutoramento dos ramos (MUNIZ et al., 2011), conforme apresentado na Figura 1. Para tanto, foram realizadas podas de formação a partir dos 0,45 m de altura e desbrota quinzenal dos ramos laterais.

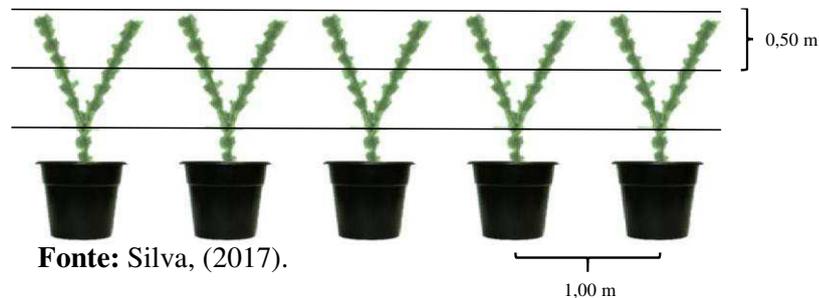


Figura 1. Vista lateral do sistema de tutoramento em plantas de *Physalis peruviana* L., cultivadas em casa de vegetação. UFCG, Pombal, PB, 2017.

Os tratos fitossanitários ocorreram por intermédio de pulverizações com inseticidas dos grupos químicos neonicotinoide (1 g L^{-1}) e avermectinas ($0,5 \text{ mL L}^{-1}$), através de pulverizadores costal manual com capacidade de 20 litros e bico tipo leque sem impacto, para o controle de mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e ácaro vermelho (*Tetranychus urticae*), respectivamente.

Capinas manuais foram realizadas nos vasos para evitar a competição com a cultura principal. Observado o início da antese aos, as plantas foram agitadas manualmente para estimular a autopolinização. Diariamente, a contar do transplântio e durante toda a condução do experimento, foram tomadas medidas da temperatura e a umidade relativa do ar dentro do viveiro, com auxílio de termohigrômetro, e da precipitação pluviométrica através de um pluviômetro, na área conforme apresentado no Apêndice 1.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.4.1 Etapa 01 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E PRODUTIVIDADE DA *Physalis peruviana* L.

As fases fenológicas (vegetativa, floração e frutificação) da *P. peruviana* foram analisadas semanalmente, a partir dos 14 DAT (fevereiro a julho), totalizando 23 avaliações. Foi avaliado:

Altura da planta: foi medida entre o colo da planta e a gema localizada na extremidade do ramo mais alto, através de uma trena graduada em centímetros e fixada em um cano de PVC rígido.

Diâmetro do caule: determinado a partir do nível do solo, no colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital e os resultados expresso em milímetros.

Número de folhas: foi quantificado a partir da primeira folha da parte inferior, até o meristema apical do último ramo. Para tanto, foram consideradas apenas aquelas que apresentavam o limbo totalmente expandido.

Número de Botões florais, flores e frutos: Realizou-se a contagem do número total das variáveis por planta.

Produção e Produtividade: levando em consideração que não houve produção e produtividade dos 14 aos 70 DAT, essas avaliações iniciaram a partir dos 77 aos 168 DAT, sendo estimado com base no número de frutos colhidos por planta. Para a produção, os valores foram expressos em g.planta⁻¹. Para produtividade, levou-se em consideração o espaçamento adotado no experimento. Os resultados foram expressos em Kg ha⁻¹ e estimada de acordo com a equação:

$$\frac{\text{Número de frutos colhidos} \times \text{Peso médio do fruto (g)}}{10.000 \text{ m}^2 \text{ área}} = \text{Produtividade (Kg ha}^{-1}\text{)}$$

3.4.2 Etapa 02 - CARACTERIZAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA DOS FRUTOS DE *Physalis peruviana* L.

Durante a fase de florescimento, as flores foram devidamente etiquetadas no dia da antese (abertura da flor), utilizando-se fios de lã no pecíolo da flor, com cores distintas para cada estágio de maturação a ser avaliado (Figura 2).

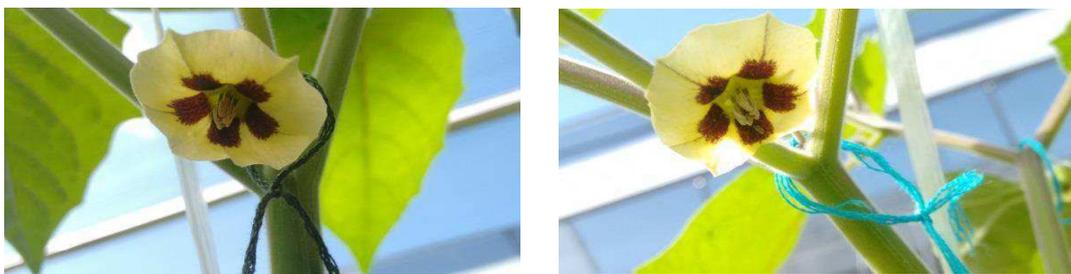


Figura 2. Marcação de flores no momento da antese em plantas de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 2017.

As colheitas dos frutos, nos diferentes estádios de maturação pré-estabelecidos (20, 27, 34 e 41 DAA) foram realizadas manualmente e de forma aleatória em diversas posições na planta, colocados em sacos de papel alumínio e acondicionados em caixa de isopor com gelo. Posteriormente foram transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos da UFCG/CCTA, em Pombal-PB, onde foram submetidos as seguintes avaliações:

Massa fresca: foram pesadas quatro repetições com dez frutos cada, utilizando-se balança analítica de precisão (0,001).

Diâmetro do fruto: com auxílio de um paquímetro digital, foi determinado o diâmetro transversal (região mediana) e longitudinal (do ápice à base) do fruto (mm.fruto^{-1}), sendo os resultados expressos para cada variável em valores médios por fruto.

Colorimetria do fruto e do cálice: os frutos foram separados dos cálices, e para ambos foi determinado a coloração através da reflectometria, utilizando-se um reflectômetro marca Konica Minolta, modelo CR-10, pressionado de modo a manter firme contato com a superfície do fruto, para ser efetuada a leitura. A determinação da coloração pelo sistema CIE fornece três coordenadas, L^* , a^* e b^* , que permitem ao observador determinar com exatidão a coloração do objeto em estudo. A coordenada L^* refere-se ao nível de luminosidade, representando quão clara ou escura é a amostra, variando numa escala de zero (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). A coordenada a^* define o eixo que varia entre o verde (-60) e o vermelho (+60), com valores negativos refletindo a predominância do verde e os positivos do vermelho. A coordenada b^* , com intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -60 (azul) a +60 (amarelo). As leituras foram realizadas aleatoriamente em três pontos na região equatorial do fruto e os parâmetros de coloração expressos pela luminosidade (L^*), que determina o brilho; pela cromaticidade (croma), que é a relação entre os valores de a^* e b^* , ou seja, sua intensidade e ângulo Hue ($^{\circ}h^*$), representando a tonalidade, assumindo 0 (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde), 270° (azul) e 360° (negro) (PINHEIRO, 2009).

Teor de Pigmentos: para a análise de clorofilas a e b e carotenoides, foram pesados quatro amostras de 0,200g do cálice de *Physalis peruviana* aos 20, 27, 34, 41 DAA, os mesmos eram armazenados em envelopes de papel alumínio e acondicionados em freezer até a análise. Os pigmentos foram extraídos em acetona 80% e quantificados por espectrofotometria, como descrito por Lichtenthaler (1987), sendo os resultados expressos em mg.100g^{-1} .

Firmeza: foi determinada com o auxílio de um Penetrômetro digital (Soil Control) utilizando ponteira de 6 mm, mediante compressão exercida sobre a polpa, na região central do fruto. Foi realizado uma leitura de cada fruto. Os resultados foram expressos em Newton (N.fruto⁻¹).

Sólidos Solúveis Totais: determinado através do extrato da polpa de *P. peruviana*, utilizando o refratômetro digital com compensação automática de temperatura, sendo os valores expresso em °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Potencial Hidrogeniônico: foi determinado a partir de 1 g do extrato da polpa da *P. peruviana*, acrescidos de 10 ml de água destilada utilizando-se um potenciômetro digital de bancada (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Vitamina C: estimado por titulação, utilizando-se 2 ml do extrato da polpa de *P. peruviana*, acrescido de 48 ml de ácido oxálico 0,5% e titulado com solução de Tillmans até atingir coloração rosa, conforme método (365/IV) descrito pelo (Instituto Adolfo Lutz 2008). Os dados foram expressos em mg.100g⁻¹.

Acidez Titulável: foi medida em 2 ml do extrato da polpa de *P. peruviana*. A solução contendo a amostra foi titulada com NaOH 0,1 N até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína, confirmado pela faixa de pH do indicador de 8,2 (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Os dados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Titulável: foi obtido dividindo-se os valores de sólidos solúveis pelos valores da acidez titulável.

Compostos Fenólicos: foram estimados a partir do método de Folin e Ciocalteu descrito por Waterhouse (2016), por meio da mistura de 500 µL do suco filtrado do extrato da polpa de *Physalis peruviana*. com 1.625 µL de água destilada, 125 µL do reagente Folin-Ciocalteu e 250 µL de carbonato de cálcio, seguido de agitação e repouso por 5 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765nm e os resultados expressos em equivalente do ácido gálico (EAG) mg.100g⁻¹ de massa fresca.

3.4.3 Etapa 03 - CARACTERIZAÇÃO DA MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE *Physalis peruviana* L.

Frutos colhidos nos diferentes estádios de maturação (20, 27, 34, 41 DAA) foram encaminhados ao Laboratório de Análise de Sementes e Mudanças e procedido a extração das sementes. Nesta etapa as avaliações consistiram de:

Número de sementes por fruto e massa fresca das sementes por fruto: foram utilizadas quatro repetições constituídas de 5 frutos cada. Após a retirada manual da mucilagem do fruto, foi quantificado o número de sementes por frutos. Com auxílio de uma balança analítica de precisão (0,001 g) foi determinado a massa fresca das sementes por fruto.

Grau de umidade: A quantificação da umidade das sementes foi analisada através do método descrito na ISTA (2004) submetendo 200 sementes (4 repetições de 50 sementes) a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por 17 ± 1 horas. O conteúdo de água foi verificado através da formula:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{100 (P - p)}{t - p}$$

Onde: P= peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida; p= peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca; t= tara, peso do recipiente e sua tampa.

Massa seca de sementes: foi realizado juntamente com o teor de água das sementes, o qual consistiu do peso médio final das quatro subamostras de 50 sementes. Os resultados foram expressos em miligramas (mg).

Teste de Germinação: as sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas tipo gerbox com duas folhas de papel mata borrão ao fundo, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, utilizando quatro repetições de 50 sementes. Os testes foram conduzidos em germinador (BOD-Eletrolab®) com fotoperíodo de 12 horas ajustados na temperatura alternada 20-30 °C (SOUZA, 2015). As avaliações foram realizadas do sétimo dia ao vigésimo primeiro após a semeadura, contando e retirando diariamente do substrato as plântulas normais de cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Índice de velocidade de Germinação (IVG): foi calculado por meio do somatório de contagens diárias do número de sementes germinadas, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a equação de Maguire (1962) com a seguinte formula:

$$IVG = \frac{1}{1} + \frac{2}{2} + \dots + \frac{n}{n}$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2,...Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem e N1, N2,... Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Teste de emergência: a sementeira foi realizada em bandejas plásticas com capacidade de 7L, preenchidas com substrato comercial (Basaplante®) e areia na proporção de 1:1, utilizando-se 50 sementes por repetição. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação na fazenda experimental localizada em São Domingos-PB. As irrigações ocorreram duas vezes ao dia com auxílio de um regador. Realizou-se contagens diárias do número de plântulas emergidas, até o vigésimo primeiro dia após a sementeira e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Índice de velocidade de emergência: foi calculado por meio do somatório de contagens diárias do número de sementes emergidas, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a emergência, de acordo com a equação proposta por Maguire (1962) com a seguinte fórmula:

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; E1, E2,...En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem e N1, N2,... Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Massa seca de plântulas: as plântulas da avaliação anterior foram separadas em parte aérea e raiz, colocadas em sacos de papel *kraft*, separadas por repetição, previamente identificadas e secadas em estufa regulada a 65 °C, até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. A massa seca total foi determinada pelo somatório da massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, sendo todos os resultados expressos em mg.

Condutividade elétrica: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram pesadas com balança de precisão, imersas em 25ml de água destilada e mantidas em incubadora BOD, a 25°C, por 24 horas (VIDIGAL et al. 2008). Após esse período, a condutividade

elétrica de cada solução foi determinada em condutivímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S.cm.g}^{-1}$ de sementes.

Peso de mil sementes: determinou-se pela contagem, ao acaso, de oito repetições de 100 sementes, que foram pesadas utilizando-se balança analítica de precisão (0,001 g), sendo os valores expressos em miligramas (mg), conforme Brasil (2009).

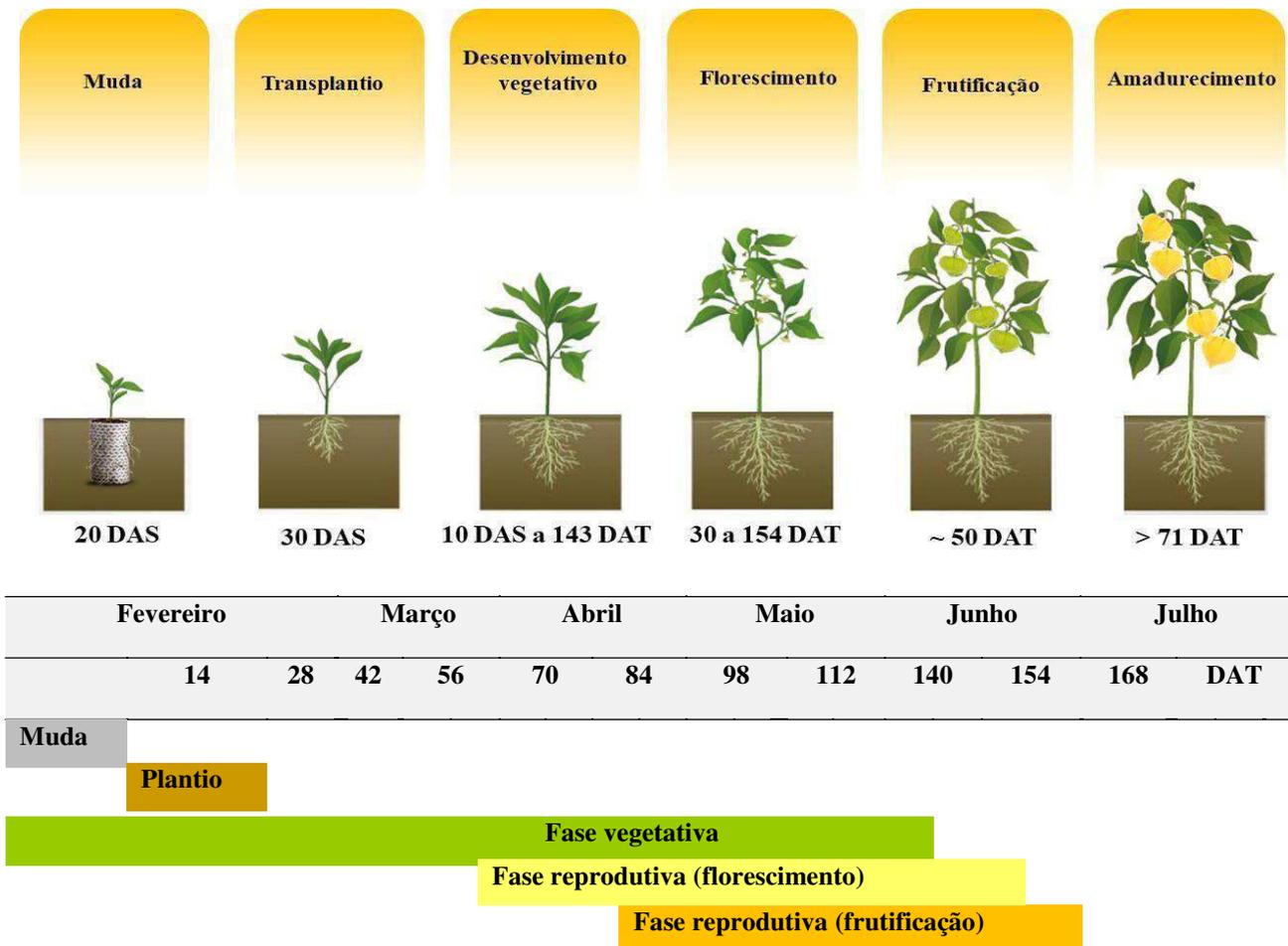
3.5 Análise estatística

Em todas as etapas do trabalho, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, fazendo uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Etapa 01 - CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E PRODUTIVIDADE DE *Physalis peruviana* L.

Na Figura 3, observa-se a ocorrência das distintas fases fenológicas da *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio. Pode-se constatar que, a fase vegetativa apresentou maior duração em relação às demais fases, sendo concluída entre 10 a 143 DAT. Já a fase reprodutiva, que envolve as etapas de florescimento e frutificação, compreendeu o período de 30 a 154 DAT, com a colheita dos frutos maduros realizada quando o cálice e o fruto apresentavam coloração alaranjado, realizada a partir dos 71 DAT, prolongando-se até os 161 DAT.



*DAS: dias após a sementeira; *DAT: dias após o transplântio.

Figura 3. Comportamento fenológico de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio UFCG, Pombal, PB, 2017.

Rodrigues et al. (2013) e Silva (2017), avaliando a fenologia e a produtividade da *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação, também observaram que a fase reprodutiva apresentou maior duração quando comparado com a fase vegetativa.

As análises de variâncias referentes às variáveis altura, diâmetro do caule, número de folhas, botões florais, flores e frutos (Apêndice 2) e, produção e produtividade (Apêndice 3) revelam que houve efeito significativo ($p < 0,05$), nos diferentes períodos de avaliação após transplântio, para todas as variáveis analisadas em plantas de *Physalis peruviana* até os 168 DAT.

A altura da planta de *P. peruviana* aumentou gradativamente em função dos dias após o transplântio com tendência quadrática, atingindo valores máximos de 125 cm aos 143 DAT (Figura 4A), apresentando acúmulo de biomassa durante o crescimento normal o que demonstra que a espécie apresenta adaptabilidade as condições em que o experimento foi executado, onde foram registrados temperaturas de 30°C e umidade variando de 58 a 65%.

De acordo com Lima (2009), o cultivo de *Physalis peruviana* sob temperaturas elevadas (aproximadamente 30°C) tende a favorecer o crescimento. Conforme Miranda (2005) em condições favoráveis de temperatura e umidade (± 20 °C e $\pm 70\%$), a *Physalis peruviana* apresentou aumento rápido em altura por um período 130 DAT, seguido de crescimento lento devido a formação de flores e frutos. Silva (2017), avaliando a fenologia da *Physalis peruviana* sob diferentes concentrações salinas, cultivada nas condições climáticas do semiárido paraibano em casa de vegetação, verificou altura máxima de 120 cm aos 120 DAT. Peixoto et al. (2010), estudando o crescimento e a produção de *Physalis pubescens* em resposta à adubação orgânica, cultivada em campo na Universidade Estadual de Goiás, constataram que aos 79 DAT as plantas atingiram 120 cm de altura, quando adubadas com 30 t ha⁻¹ de esterco de curral, o que associado as condições climáticas da região, pode ter favorecido o rápido crescimento das plantas.

Analisando o diâmetro do caule, observou-se comportamento quadrático em função dos períodos de avaliação após o transplântio, atingindo valores máximos estimados de 15,24 mm aos 135 DAT (Figura 4B). Este aumento é consequência das modificações que ocorrem no caule em desenvolvimento, o qual muda, de estrutura primária para estrutura secundária de desenvolvimento, em função do surgimento de meristemas secundários que promovem o crescimento do caule em espessura pela deposição de novos tecidos e acúmulos de reservas nos mesmos. Conforme Muniz et al. (2015) na medida em que a planta cresce e se desenvolve, o diâmetro do caule tende a aumentar, no entanto, este ocorre de forma gradativa. Estes mesmos autores, ao avaliarem o crescimento

vegetativo e o potencial produtivo da *Physalis peruviana* em Lages, Santa Catarina, observaram valor máximo para o diâmetro de 13,92 mm aos 210 DAT.

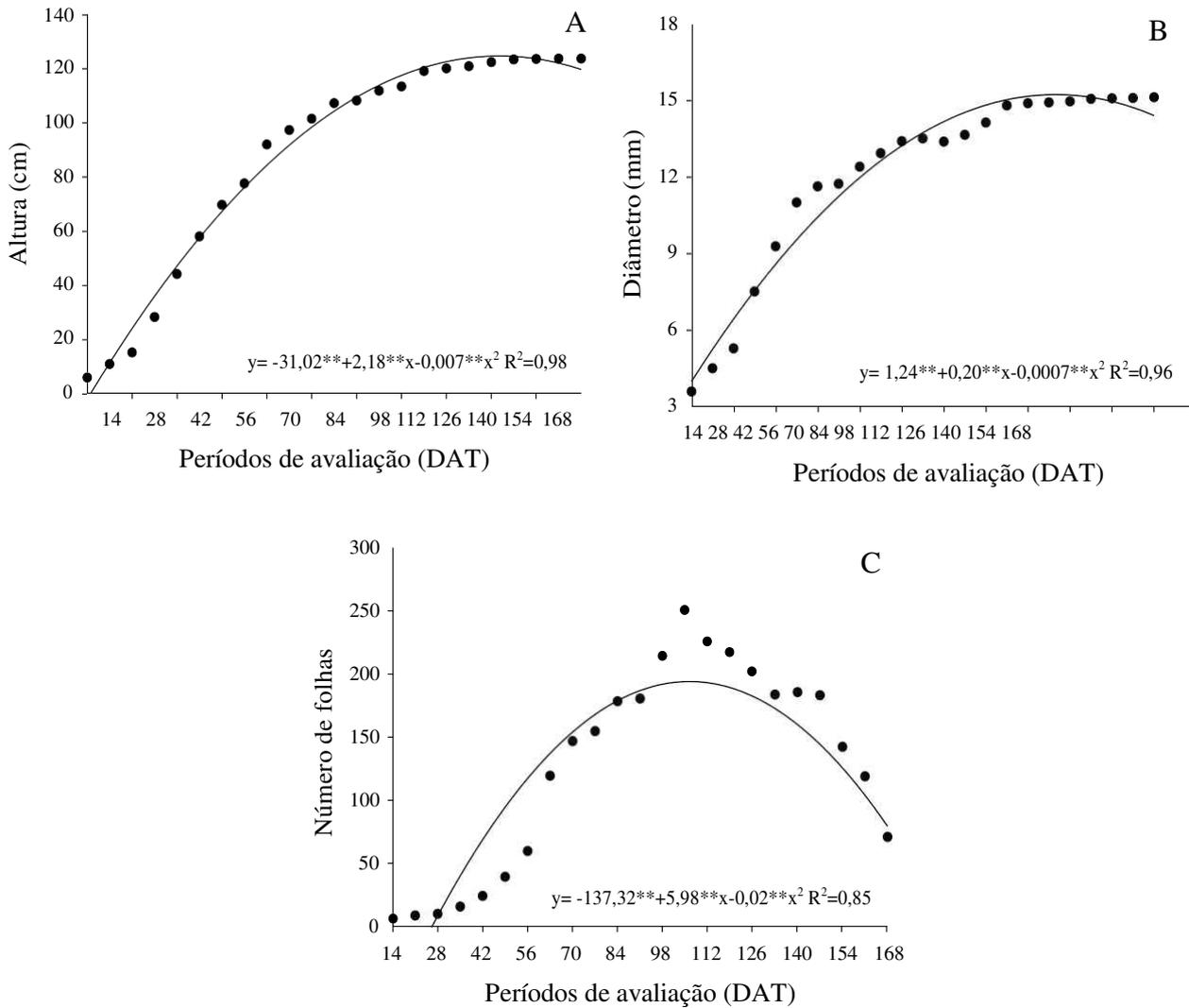


Figura 4. Altura (A); diâmetro do caule (B) e número de folhas (C) de plantas de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplântio, UFCG, Pombal, PB, 2017.

No número de folhas de *P. peruviana*, verificou-se comportamento quadrático com valores máximos de 197 folhas por planta aos 112 DAT (Figura 4C). Esse resultado é superior ao observado por Silva (2017), que ao estudar o comportamento fenológico da *Physalis peruviana* nas condições climáticas do semiárido paraibano, constatou valor máximo estimado de 108 folhas por planta aos 90 DAT. Rodrigues et al. (2013), verificaram que o aumento no número de folhas de

Physalis peruviana ocorreu de forma crescente em função dos dias após o transplante, atingindo máximo observado de 169,54 folhas por planta aos 102 DAT, quando cultivada sob temperatura máxima de 33,2 °C e mínima de 7,6°C, na região Sul de Minas Gerais.

Observou-se redução do número de folhas após os 112 DAT, prolongando-se até o final do período avaliado (Figura 4C). Esse decréscimo ocorreu devido a senescência das folhas, em virtude da translocação de fotoassimilados para os drenos da planta. De acordo com Zapata et al. (2002) a espécie apresenta uma tendência natural de senescência e queda das folhas, quando há o processo de maturação de frutos.

O comportamento da *P. peruviana* nos diferentes estádios de seu desenvolvimento reprodutivo, desde o surgimento do botão floral até a formação do fruto encontra-se na Figura 5.

A fase reprodutiva da *P. peruviana* se caracterizou com o surgimento dos botões florais na axila de cada nó (Figura 5A), a partir deste momento foi observado o desenvolvimento de duas folhas, uma vegetativa e a outra floral aos 30 DAT. Por volta dos 31 aos 32 DAT, observou-se o intumescimento do botão floral (Figura 5B), dando início a fase de pré-antese (Figura 5C) e antese (Figura 5D) dos 33 aos 35 DAT. Em condições semelhantes, Silva (2017), analisando o comportamento fenológico da *Physalis peruviana*, nas condições climáticas do semiárido paraibano, verificou que os primeiros botões florais surgiram aos 33 DAT. No entanto, Rodrigues et al. (2013), estudando a fenologia e a produtividade de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação em Lavras, Minas Gerais, observaram emissão de botões florais aos 25 DAT.

A flor da *Physalis peruviana* apresenta corola pentâmera de coloração amarela com centro púrpura (Figura 5E) as quais se apresentaram completamente abertas aos 35 DAT. Conforme Rodrigues et al. (2013), o estigma das flores de *P. peruviana* está situado à mesma altura das anteras, favorecendo a autopolinização mesmo em cada de vegetação. A pós-antese foi caracterizada pelo fechamento e queda das pétalas (Figura 5F) e posterior início da formação do fruto (Figura 5G) que se deu entre 36 e 37 DAT, que se desenvolvem protegidos pelo cálice acrescente de coloração verde quando imaturo (Figura 5H) e alaranjado quando atingem sua maturidade (Figura 5I) a partir dos 71 DAT.

Ao avaliar o comportamento da *Physalis peruviana*, sob diferentes concentrações salinas da água de irrigação, cultivada em casa de vegetação no semiárido paraibano, Silva (2017) constatou que as primeiras manifestações referentes a fase reprodutiva ocorreram pelo surgimento dos botões florais aos 33 DAT com pré-antese e antese ocorrendo por volta de 33 e 36 DAT, respectivamente.

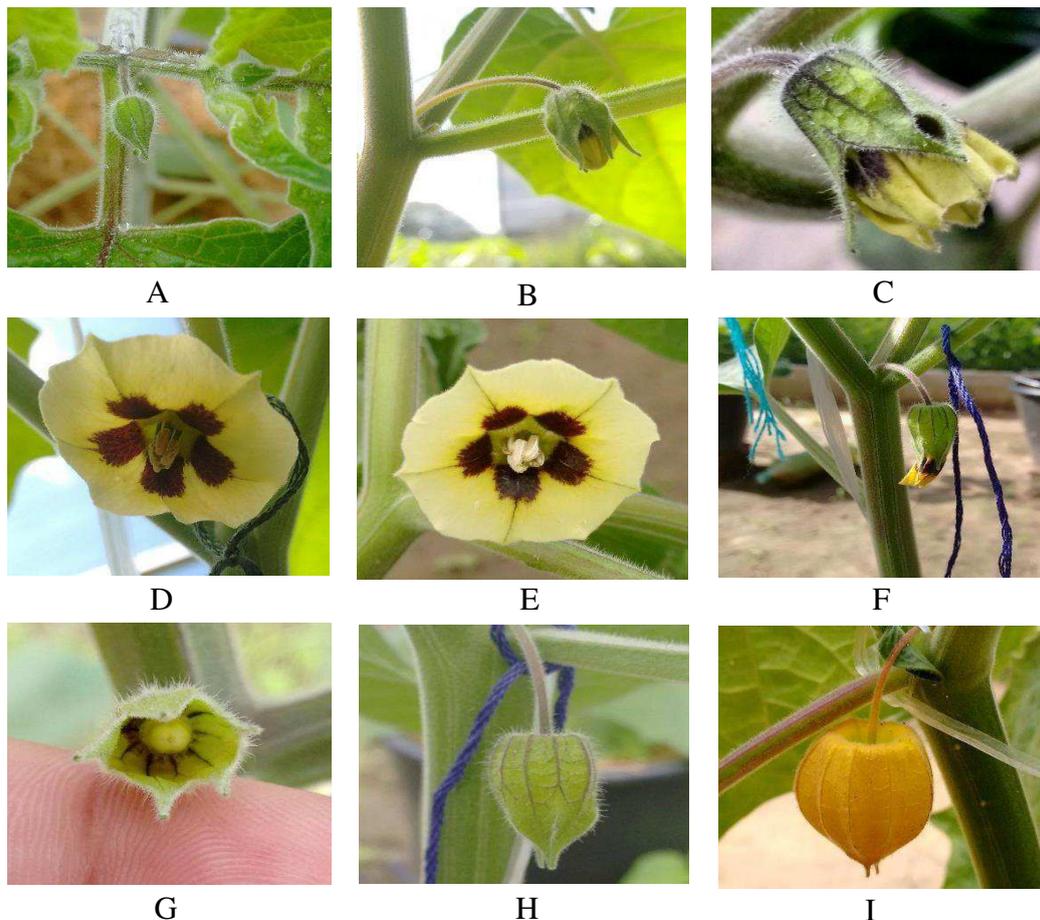


Figura 5. Diferentes fases do desenvolvimento reprodutivo da *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação: botão floral (A); botão floral intumescido (B); botão floral em pré-antese (C); antese (D); Floração (E); formação do fruto (F); pós-antese (G); fruto verde (H) e fruto maduro (I), UFCG, Pombal, PB, 2017.

O número de botões florais presentes nas plantas de *Physalis peruviana* ao longo dos períodos de avaliação encontra-se na Figura 6A. Observa-se que os dados se ajustaram a uma equação quadrática, atingindo valor máximo de 20 botões florais por planta aos 83 DAT, a partir de quando ocorreu declínio gradativo e contínuo no número de botões florais ao longo dos demais períodos de avaliação, chegando a cessar completamente sua emissão aos 154 DAT, caracterizando o cumprimento de um ciclo produtivo da *Physalis peruviana*, nas condições do semiárido paraibano. Valores inferiores foram observado por Rodrigues et al. (2013) que ao avaliarem a fenologia da *Physalis peruviana*, observaram valores máximos de 15,86 botões florais por planta aos 57 DAT, reduzindo para 13,06 aos 72 DAT, quando cultivada em casa de vegetação nas condições ambientais da região de Lavras, MG.

Para a variável número de flores, observou-se comportamento quadrático, atingindo valor máximo estimado de 17 flores aos 80,72 DAT. Posteriormente, constatou-se drástica redução nestes valores ao longo do período avaliado, caracterizando que neste período a *P. peruviana* tinha cumprido um ciclo (Figura 6B). Essa redução também foi observada por Rodrigues et al. (2013) avaliando a fenologia e a produtividade de *Physalis peruviana*. Esses mesmos autores verificaram que as plantas atingiram valores máximos de 9 flores por planta aos 72 DAT.

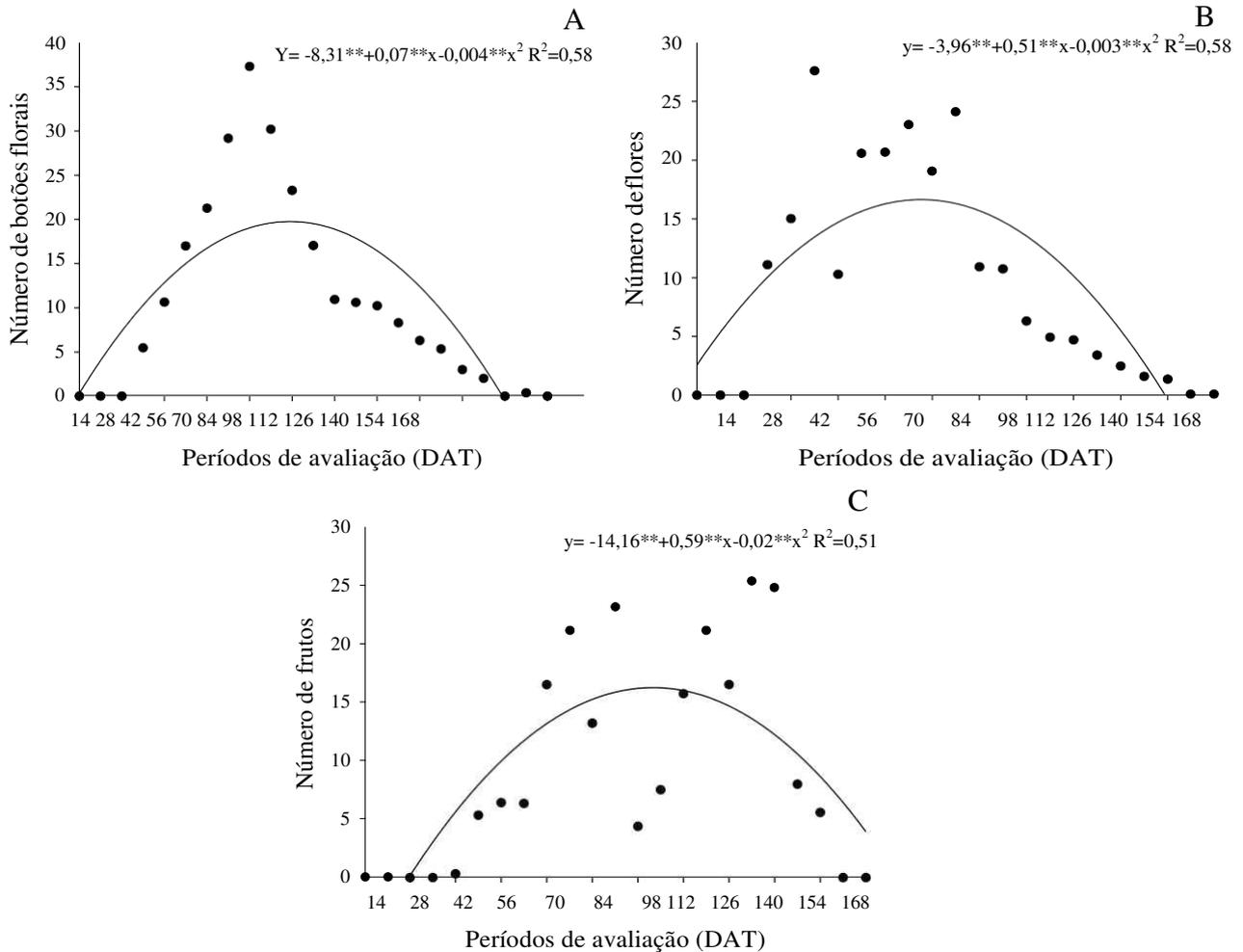


Figura 6. Número de botões florais (A); número de flores (B) e número de frutos (C) de plantas de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplantio, UFCG, Pombal, PB, 2017.

A diferença observada entre o número médio de botões florais e o de flores por plantas de *Physalis peruviana*, foi consequência do aborto floral, que pode estar relacionado a fatores do ambiente (temperatura e umidade relativa, (Apêndice 1) ou fisiológicos (relacionados a indisponibilidade de fotoassimilados no período de alta competição entre fontes e drenos ou

deficiência nutricional), conforme destaca Silva (2017) ao avaliar a fenologia de *Physalis peruviana* cultivada em diferentes níveis salinos no semiárido paraibano. Silva et al. (2013) reforçam ainda que no cultivo de tomate em casa de vegetação, temperaturas superiores a 32°C podem causar abscisão floral, má formação do tubo polínico e envelhecimento dos óvulos.

Quanto ao número de frutos por planta, observa-se que houve aumento em função do crescimento e desenvolvimento da planta, atingindo máximo estimado de 16 frutos por planta aos 103 DAT. Verificou-se ainda, que após este período houve redução no número de frutos até o final de um ciclo produtivo da cultura (Figura 6C). Esse resultado difere do observado por Rodrigues et al. (2013), que ao estudarem o desenvolvimento fenológico da *Physalis peruviana*, nas condições climáticas do Sul de Minas Gerais, cultivada em casa de vegetação, obtiveram valores máximos de 122 frutos por planta aos 102 DAT, este alto número de frutos pode ser consequência da influência de fatores abióticos (temperatura) e do espaçamento da cultura (1,5 x 1,5 m) em que o experimento foi realizado.

A produção e a produtividade da *P. peruviana* cultivada em casa de vegetação atingiram valores máximos observados de 351,06 g.planta⁻¹ e 2.340,95 Kg.ha⁻¹, respectivamente, o qual apresentaram picos expressivos aos 154 DAT (Figura 7A e B).

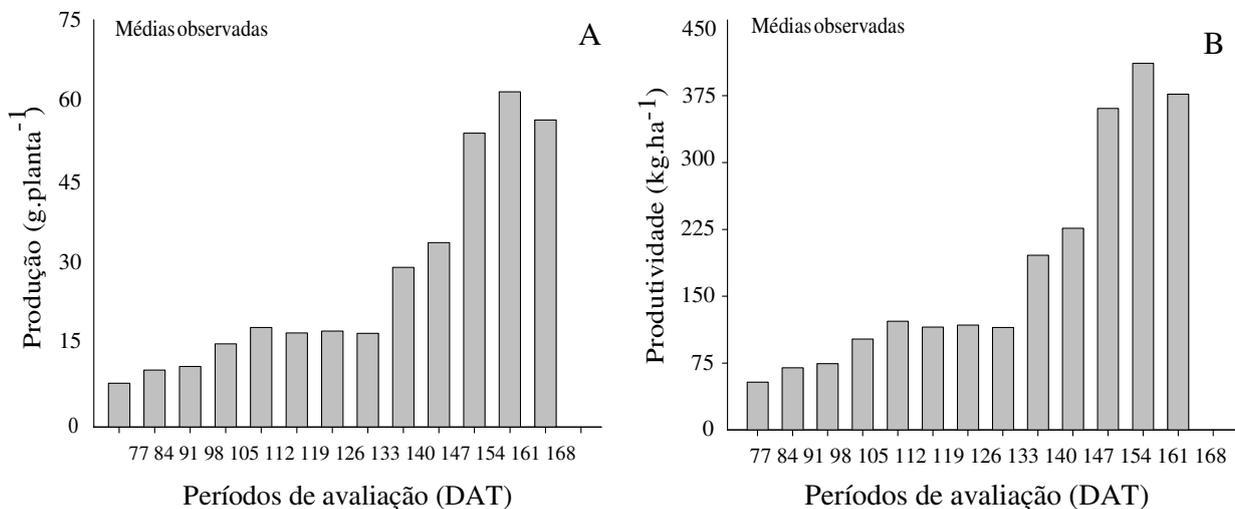


Figura 7. Produção (A) e produtividade (B) de plantas de *Physalis peruviana* L., cultivada em casa de vegetação, em função dos períodos de avaliação após o transplante, UFCG, Pombal, PB, 2017.

Rodrigues et al. (2013), ao avaliarem a fenologia e a produtividade de *Physalis peruviana* na região de Lavras - MG, observaram produção e produtividade de 215 g.planta⁻¹ e 955 Kg ha⁻¹. No entanto, o experimento foi conduzido em vasos com capacidade para 4 L, com temperaturas máxima e mínima de 33,2 e 7,6 °C respectivamente, condições estas diferentes das

observadas neste experimento, portanto, o manejo e os fatores climáticas possuem influência direta sobre a produção e a produtividade.

Lima (2009), estudando a fenologia da *Physalis peruviana* em Pelotas-RS, constatou valores máximos e mínimos de produtividade de 14.360 kg.ha⁻¹ e 6.900 kg.ha⁻¹, quando cultivado com sistema de tutoramento em “V” invertido e vertical com fitilho, respectivamente. A alta produtividade observada por este autor, ocorreu devido o experimento ser realizado em campo, que se comparada ao cultivo em vaso, não possui limitações para o desenvolvimento do sistema radicular, por ser um ambiente com maior volume de solo.

Levando em consideração os fatores avaliados é possível afirmar que a *Physalis peruviana* apresentou adaptabilidade as condições climáticas da região semiárida do Nordeste, com alta produtividade e com possibilidade de um segundo ciclo produtivo.

4.2 Etapa 02 - CARACTERIZAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA DOS FRUTOS DE *Physalis peruviana* L.

Os resultados da análise de variância para as variáveis luminosidade, cromaticidade, ângulo hue do cálice e do fruto, massa fresca, diâmetro longitudinal e transversal e firmeza do fruto de *Physalis peruviana*, colhidos em diferentes estádios de maturação, estão apresentados no Apêndice 4. Constatou-se que houve efeito significativo para todas as variáveis avaliadas, em função do tratamento empregado.

Os valores referentes à luminosidade do cálice dos frutos (LC) apresentaram comportamento linear crescente com aumento de 26% aos 41 dias após a antese (DAA) quando comparado com o cálice dos frutos colhidos aos 20 DAA (completamente verde), atingindo valor máximo estimado de 61,90 aos 41 DAA (completamente alaranjado), conforme Figura 9A. A luminosidade do fruto (LF) apresentou uma tendência quadrática durante o desenvolvimento, atingindo valores mínimos de 58,39 aos 35 DAA. A luminosidade representa o brilho, claridade ou reflectância da superfície ou ainda quantidade de preto e é diretamente influenciada pela mudança de cor dos frutos. Esses valores demonstram que, os frutos alaranjados (maduros) possuem maior brilho em relação aos frutos verdes (imaturos) conforme apresentado na Figura 8.

No entanto, Licodiedoff, Koslowski e Ribani (2013), avaliando o teor de flavonoides e a atividade antioxidante de frutos de *Physalis peruviana* colhidos em dois estádios de maturação,

observaram valor de luminosidade de 42,83 quando colhidos com coloração verde amarelado e de 41,40 com coloração laranja.



Figura 8. Aspecto visual dos diferentes estádios de maturação do cálice e do fruto de *Physalis peruviana* L., aos 20, 27, 34 e 41 DAA, UFCG, Pombal, PB, 2017.

Resultado semelhante foi obtido por Tanan (2015), que caracterizando os atributos físico-químicos de frutos de *Physalis peruviana* com coloração do cálice amarelo, observou valores de luminosidade de 57,27.

Para os dados de cromaticidade do cálice (CC), constatou-se tendência quadrática com os valores máximos de 36,41 aos 31 DAA. Enquanto, a cromaticidade do fruto (CF) apresentou comportamento linear crescente com aumento de 22,62% aos 41 DAA (alaranjados) quando comparado com frutos colhidos aos 20 DAA (verdes), atingindo máximo de 60,55 aos 41 DAA (Figura 9B).

Para esta espécie, geralmente, a colheita é realizada quando o cálice encontra-se amarelo esverdeado e o fruto amarelo (SEVERO et al., 2010). Silva (2013) estudando a qualidade, os compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Physalis angulata*, observou valores variando de 45,34 quando apresentavam coloração completamente verde a 51,23 quando estavam completamente amarelos.

No ângulo hue do cálice (HC) e do fruto (HF), houve um comportamento quadrático, alcançando valores máximos estimados de 36,41° e 91,21° aos 31 e 33 DAA, respectivamente. Observou-se ainda uma redução nesses valores quando os frutos foram colhidos aos 41 DAA

(Figura 9C). O ângulo hue expressa as diferenças na coloração em função dos estádios de maturação avaliados. Portanto, esta queda no valor da tonalidade, indicada que a cor verde diminuiu lentamente com a maturidade do fruto, com acentuação para o laranja.

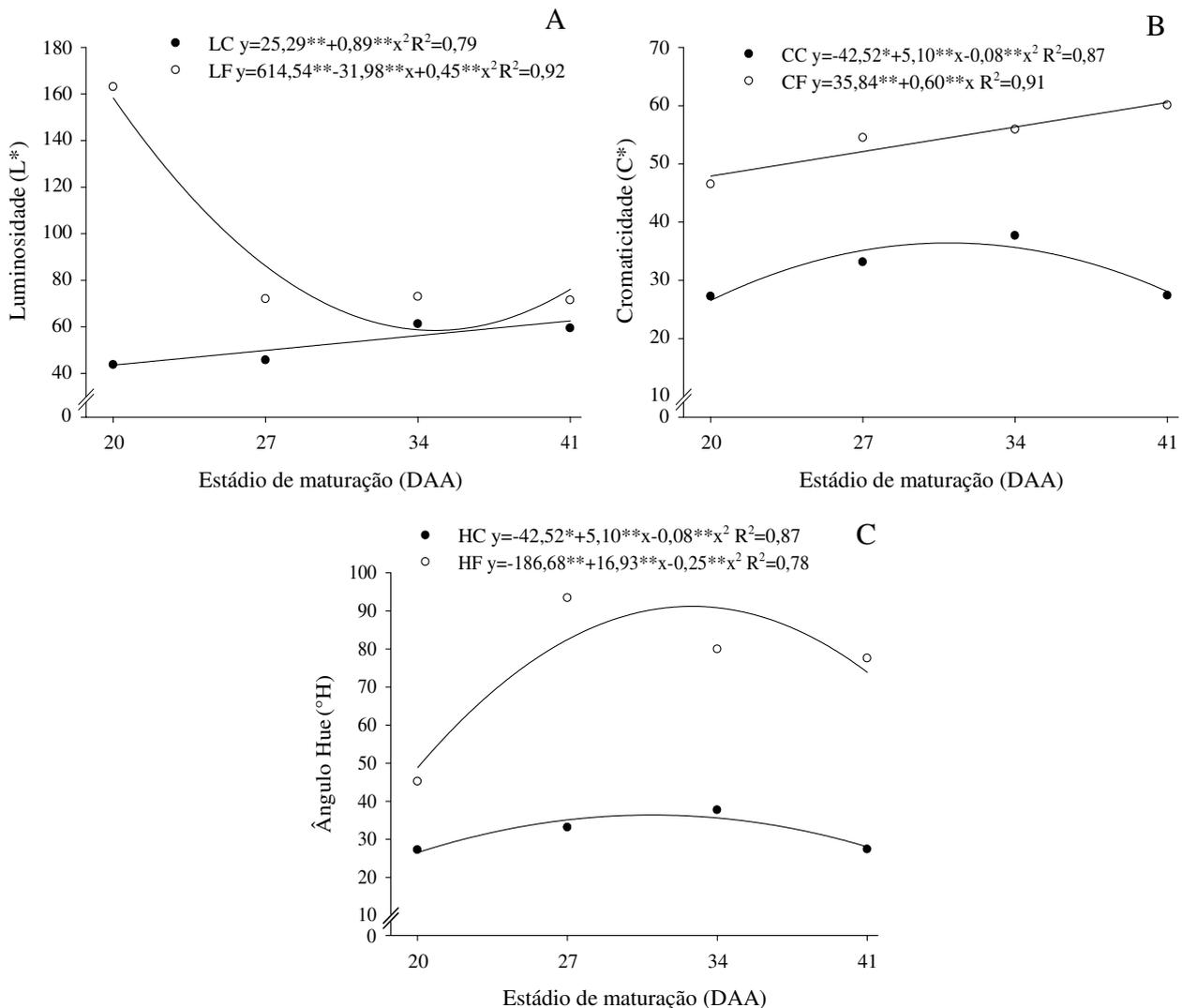


Figura 9. Luminosidade (A); cromaticidade (B) e ângulo hue (C) do cálice e do fruto de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), as alterações na coloração dos frutos, durante a maturação, estão relacionadas com os processos de degradação rápida de pigmentos clorofílicos, devido à desintegração dos cromoplastos e suas membranas tilacoidais, tornando os pigmentos pré-existent visíveis e/ou síntese de pigmentos novos responsáveis pela coloração característica de cada espécie, ou de cada cultivar.

Lima et al. (2012), avaliando as características físicas, químicas e fitoquímicas de frutos de *Physalis peruviana*, ao longo do período de desenvolvimento, obtiveram valores de 78° quando

os frutos apresentavam coloração do alaranjado ao alaranjado intenso. Silva (2013) observou variação de 105,4 a 77,4 no ângulo Hue em frutos de *Physalis pubescens*, por influência do processo de desenvolvimento dos frutos.

Para a variável massa fresca do fruto, observou-se comportamento quadrático, com tendência a aumento gradativo, ao longo dos estádios de maturação (Figura 10A), atingindo valor máximo estimado de 2,39 g.fruto⁻¹ aos 41 DAA. O aumento da massa fresca que ocorre com o avanço do desenvolvimento do fruto é atribuído à deposição de substâncias na lamela média das paredes celulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Rodrigues (2011), avaliando a caracterização físico-química e anatômica de frutos de *Physalis peruviana* na região de Lavras, obteve massa fresca de 2,84 g.fruto⁻¹. No entanto, valor inferior foi observado por Silva (2017), avaliando a fenologia e a produtividade da *Physalis peruviana* nas condições do semiárido paraibano, obtendo média de massa fresca de 1,78 g.fruto⁻¹.

Na Figura 10B, são apresentadas as modificações ocorridas no diâmetro longitudinal dos frutos de *P. peruviana*. Observou-se que houve tendência de aumento gradativo, atingindo valor máximo estimado de 15,43 mm.fruto⁻¹ aos 37 DAA, ocorrendo uma leve redução até os 41 DAA.

Pinheiro (2008) relata que o diâmetro máximo dos frutos pode coincidir com a maturação fisiológica, consequente do aumento máximo das paredes celulares. Rodrigues et al. (2012), caracterizando o ponto de colheita de frutos de *Physalis peruviana*, colhidos em diferentes estádios de maturação, cultivados em Lavras - MG, observaram aumento do diâmetro do estádio verde para o amarelo amarronzado.

No diâmetro transversal do fruto, observou-se comportamento linear crescente, em função do avanço dos estádios de maturação, caracterizado por um incremento significativo de 47% até os 41 DAA, quando comparado ao diâmetro inicial dos frutos (20 DAA), atingindo valores máximos estimados de 17 mm.fruto⁻¹ (Figura 10C). Este aumento ocorreu devido a translocação de fotoassimilados para formação do fruto conforme relata Chitarra e Chitarra (2005).

No entanto, Rodrigues et al. (2012), avaliando o ponto de colheita de *Physalis peruviana* na região de Lavras, observaram valores máximos para diâmetro transversal e longitudinal de 17,45 e 18,55 mm.fruto⁻¹, respectivamente, quando os frutos foram colhidos com o cálice amarelo. Segundo Sousa et al. (2011) o diâmetro transversal e longitudinal deve ser avaliado conjuntamente, pois definem o formato do fruto.

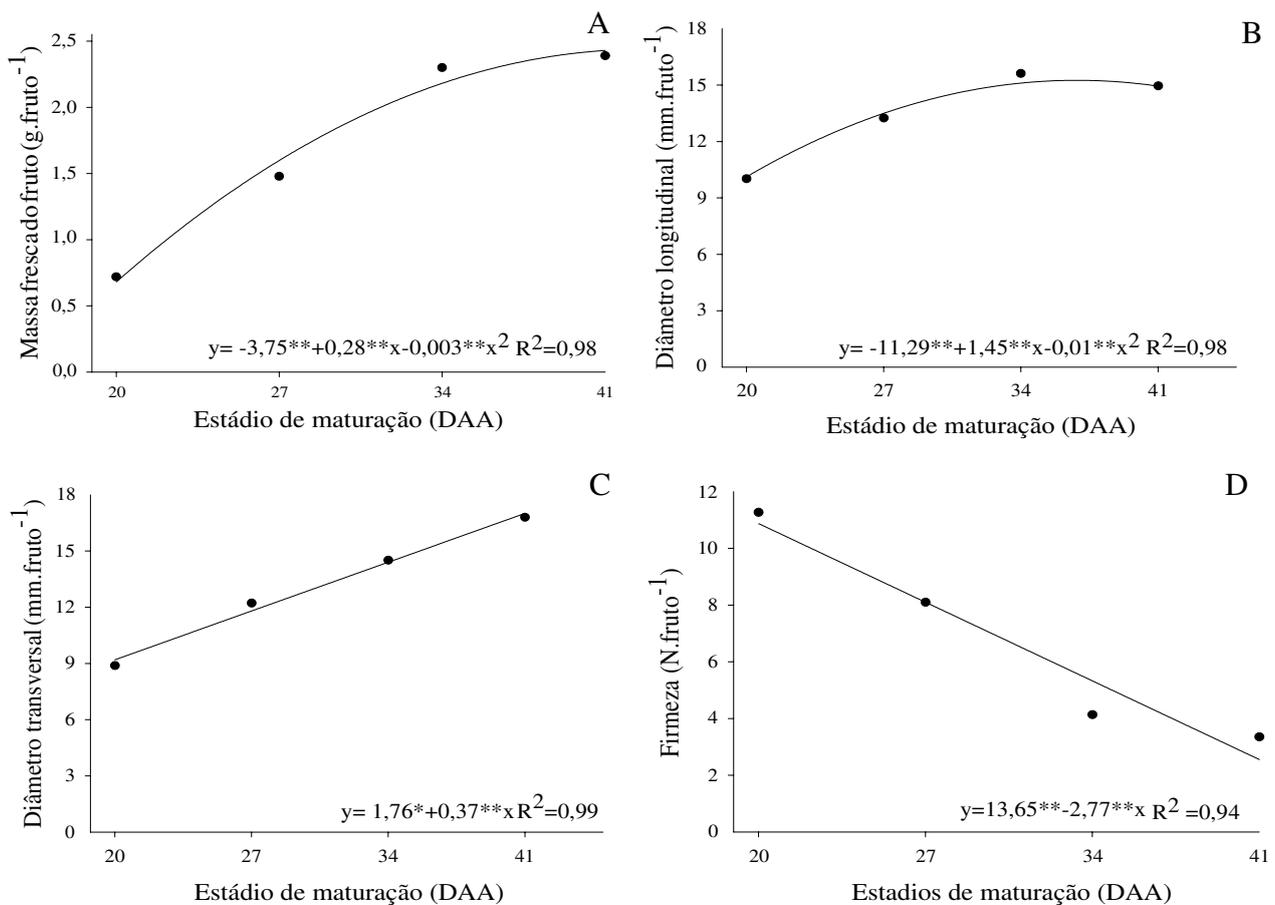


Figura 10. Massa fresca do fruto (A); diâmetro longitudinal (B); diâmetro transversal (C) e firmeza (D) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

Na firmeza dos frutos de *P. peruviana*, observou-se comportamento linear decrescente, caracterizado por uma redução significativa de 70,27% aos 41 DAA, quando comparado com a firmeza dos frutos colhidos aos 20 DAA, atingindo valor mínimo de 2,55 N.fruto⁻¹ (Figura 10D).

Esta variável está relacionada as alterações bioquímicas, nas estruturas das paredes celulares, da coesão das células e com a manutenção da sua integridade (LIMA et al., 2012). Logo, a perda da firmeza dos tecidos vegetais é causada por enzimas hidrolíticas como as pectinametilsterase, poligalacturonase, celulase e outras glucanidrolases e transglucosidase que atuam atacando os carboidratos estruturais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Silva (2013) observou que a firmeza diminuiu 28,68%, em função do avanço dos estádios de maturação dos frutos de *Physalis pubescens*, atingindo valor mínimo de 11,80 N.fruto⁻¹ quando os frutos estavam completamente maduros (amarelo).

A análise de variância para as variáveis acidez titulável, pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis totais e acidez titulável, carotenoides, clorofilas a e b, vitamina C e compostos fenólicos de *Physalis peruviana*, colhidas em diferentes estádios de maturação encontra-se no Apêndice 5. Observou-se que houve efeito significativo para todas as variáveis avaliadas, em função do tratamento empregado, exceto para a variável acidez titulável.

O pH dos frutos de *P. peruviana* apresentou comportamento quadrático atingindo mínimo de 3,21 aos 31 DAA. Constatou-se ainda, leve aumento de 0,61 no pH para os frutos colhidos aos 41 DAA (Figura 11A). A baixa variação no pH observada nos estádios de maturação avaliados está relacionada ao baixo consumo de ácidos orgânicos como fonte de energia, durante o processo de maturação (LIMA et al., 2003). Da mesma forma, Silva (2013), ao avaliar a qualidade, os compostos bioativos e a atividade antioxidante de frutos de *Physalis pubescens*, observou baixa variação no pH entre os estádios de maturação dos frutos colhidos completamente verde e completamente amarelo de 3,13 a 3,83, respectivamente.

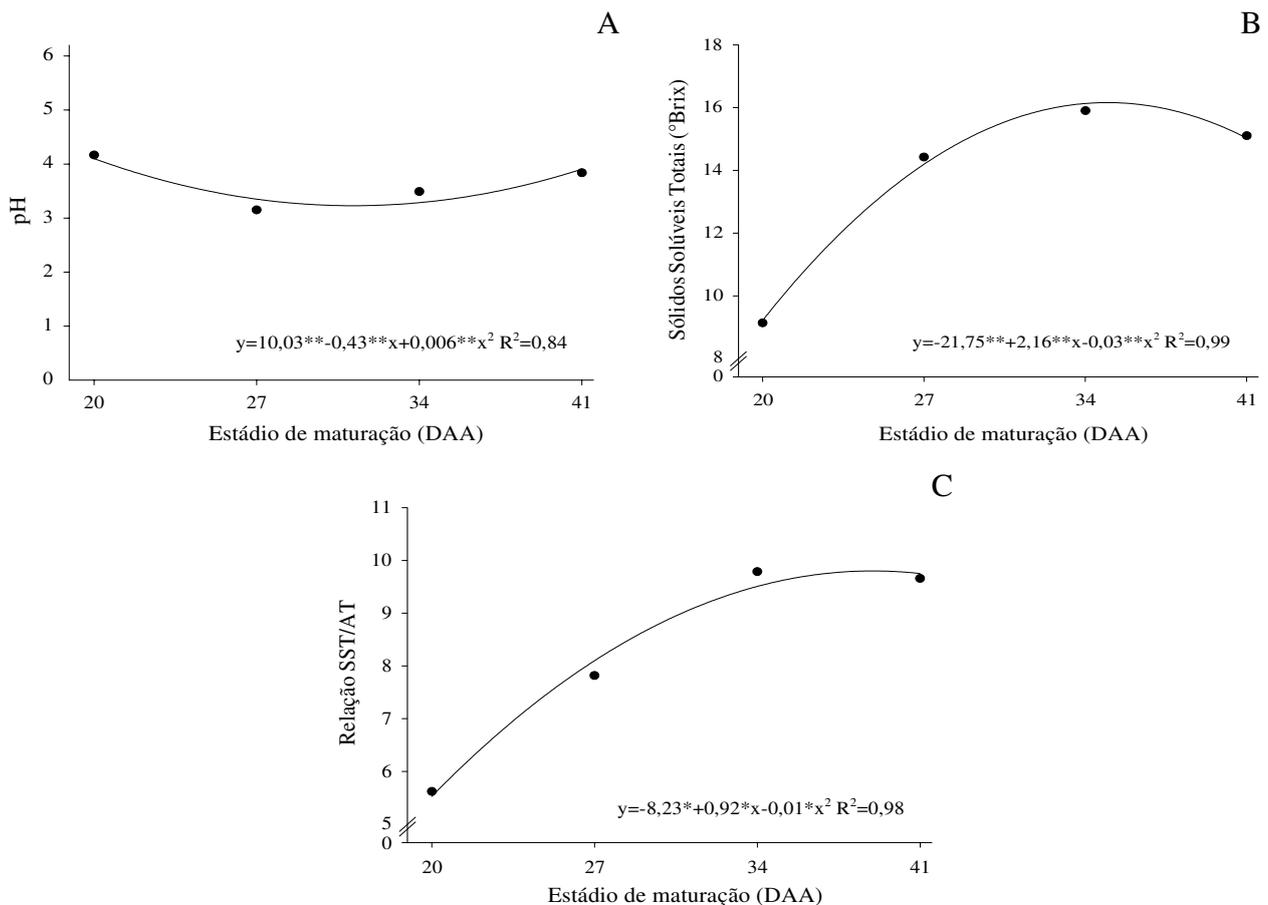


Figura 11. pH (A); sólidos solúveis totais (B) e relação sólidos solúveis totais e acidez titulável (C) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

Oliveira et al. (2011), estudando a caracterização física, físico-química e o potencial tecnológico de frutos de *Physalis angulata*, verificaram valor médio de pH de 4,11 quando colhidos no estágio de máximo desenvolvimento “de vez”, valor este próximo ao que foi observado nos frutos colhidos aos 20 DAA, quando se encontravam totalmente verde.

O teor de sólidos solúveis totais (TSS) aumentou gradativamente em função do desenvolvimento dos frutos, atingindo máximo (16,15 °Brix) aos 35 DAA, no entanto observou-se decréscimo de 1,05 quando colhidos aos 41 DAA (Figura 11B). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), este aumento está relacionando á biossíntese, degradação excessiva de polissacarídeos e excessiva perda de água do fruto. A redução é causada pelo início da senescência e intensificação da atividade respiratória dos frutos. Este parâmetro é utilizado como indicador da maturidade dos frutos e indica a quantidade de açúcares presentes no suco (RODRIGUES, 2016).

Rodrigues et al. (2014), avaliando a qualidade físico-química de frutos de *Physalis peruviana* colhidas com completo estágio de maturação, obtiveram TSS de 13,81 °Brix. Lima et al. (2013), avaliando a caracterização físico-química de frutos de *Physalis peruviana*, colhidos com a coloração amarelo esverdeado, obtiveram valor de 13,2 °Brix.

Pelos resultados da relação sólidos solúveis totais e acidez titulável (SS/AT), observou-se um progressivo aumento com o avanço dos estádios de maturação dos frutos apresentando tendência quadrática, atingindo valores expressivos (9,8) aos 39 DAA (Figura 11C). Apesar da acidez titulável não ter sido influenciada pelos estádios de maturação dos frutos, o teor de sólidos solúveis totais foi o que influenciou significativamente esta relação. Esse aumento dos valores da relação SST/AT, observada com o desenvolvimento dos frutos é um comportamento resultante do aumento de açúcares totais e da degradação dos ácidos orgânicos, levando em consideração que este parâmetro expressa o índice de maturação e qualidade do fruto (AULER; FIORITUTIDA; SCHOLZ, 2009).

Rodrigues et al. (2014), ao avaliarem a relação SST/AT em frutos de *Physalis peruviana*, cultivada em casa de vegetação em Lavras, apresentando cálice amarelado, constataram valores máximos de 8,8. Licodiedoff, Koslowski e Ribani (2013), também encontraram valores inferiores (8,6), trabalhando com frutos alaranjados (final do estágio de maturação) desta mesma espécie, na região de Vacaria-RS. No entanto, Lima et al. (2013) avaliando a qualidade pós-colheita de *Physalis peruviana* nas condições climáticas de Capão Leão – RS, região que apresenta temperatura média anual de 17,9 °C, observaram valores superiores ao deste trabalho (15,73) quando colhidos com cálice amarelo esverdeado.

A concentração de carotenoides do cálice, apresentou efeito quadrático atingindo mínimo estimado de $0,18 \text{ mg.g}^{-1}$ aos 41 DAA (Figura 12A). Logo, os teores de carotenoides decresceram ao longo dos estádios de maturação, ou seja, houve degradação e conseqüentemente redução deste pigmento em função do desenvolvimento do fruto, estando também relacionado com a mudança da coloração do cálice. De acordo com estudos sobre a antioxidante de *Physalis peruviana*, vários autores afirmaram que esses frutos são fonte significativa de carotenoides e compostos fenólicos, podendo haver variação em função do estágio de desenvolvimento do fruto bem como das condições de armazenamento (LIMA et al., 2005; FERREYRA et al., 2007; VEBERIC; COLARIC e STAMPAR, 2008; SEVERO et al., 2010).

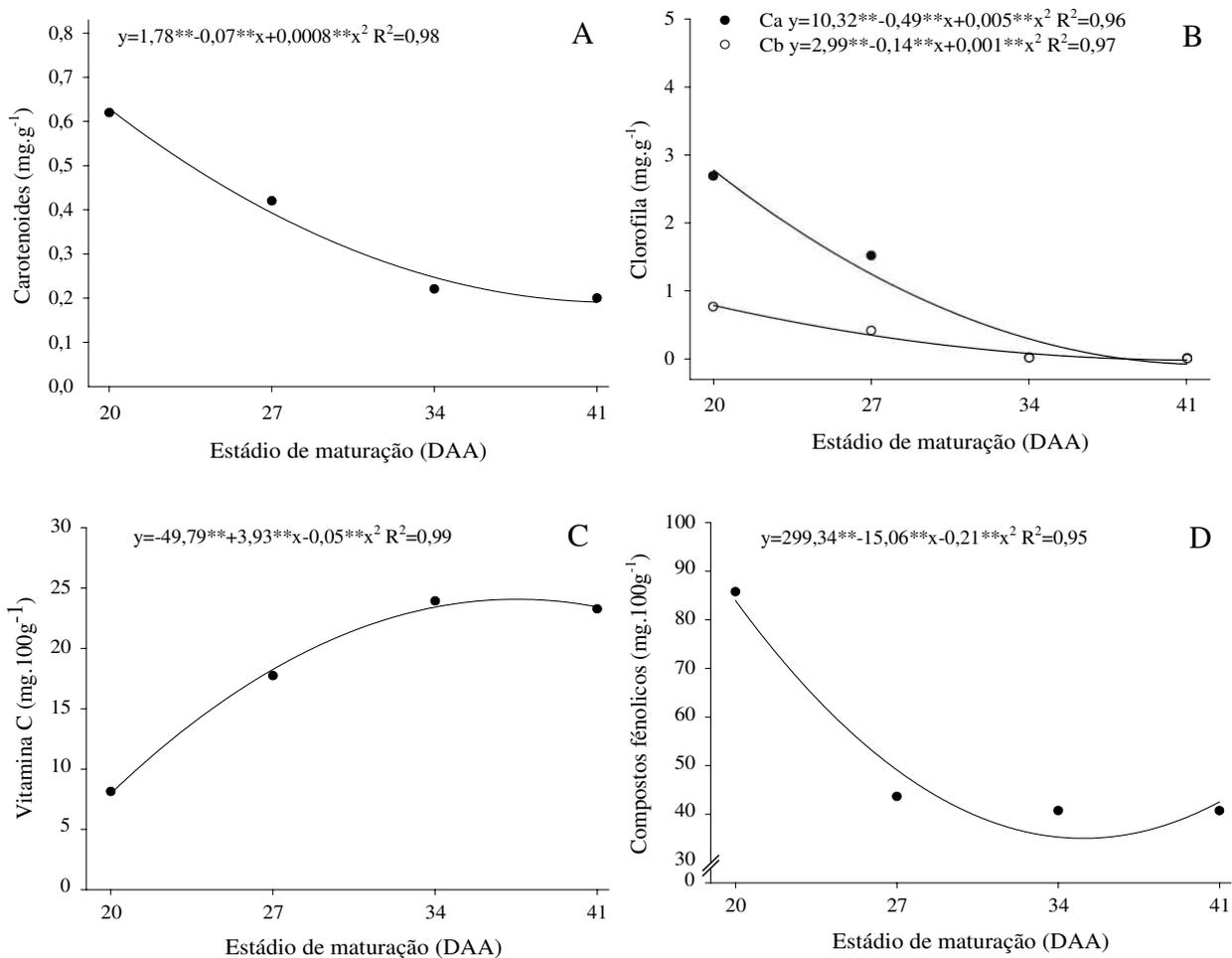


Figura 12. Carotenoides do cálice (A); clorofilas a e b do cálice (B); vitamina C (C) e compostos fenólicos de frutos (D) de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

Barroso et al. (2017), ao avaliarem a maturação de frutos de *Physalis ixocarpa*, cultivada na unidade experimental da Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, observaram decréscimo no conteúdo de carotenoides do cálice em função do avanço do desenvolvimento dos frutos com variação de 0,35 para 0,07 mg.g⁻¹, quando colhidos aos 15 e 55 DAA, respectivamente.

O conteúdo de clorofila a e b do cálice apresentaram comportamento quadrático em função do desenvolvimento do fruto, atingindo valores mínimos estimados para ambos os pigmentos de 0,00 aos 41DAA (Figura 12B). A redução observada nestes conteúdos está relacionada com a mudança de cor do cálice, o qual variou do verde para o laranja. Portanto, os maiores teores foram observados nos estádios iniciais do desenvolvimento (20 DAA), decrescendo rapidamente nos estádios seguintes. Esses resultados concordam com Tanan (2015) ao observar o alto teor destes pigmentos em cálices de frutos imaturos, devido a atividade fotossintética dos mesmos, fornecendo os fotossintatos necessários para o desenvolvimento do fruto.

A redução nos valores de clorofila a e b do cálice em função do avanço do desenvolvimento dos fruto, também foi observado por Barroso et al. (2017), que ao avaliarem a maturação de frutos de *Physalis ixocarpa*, constataram valores mínimos de 0,09 e 0,26 mg.g⁻¹ de clorofila a e b do cálice, respectivamente, para os frutos colhidos aos 55 DAA.

Resultado semelhante foi observado por Tanan (2015), que ao avaliar o teor de clorofila a e b do cálice de *Physalis peruviana*, obteve variação de 1,6 e 0,97 aos 15 DAA para 0,09 e 0,26 aos 55 DAA respectivamente, portanto, é possível observar ainda redução nestes pigmentos em função do avanço dos estádios de maturação dos frutos.

Em relação aos dados de vitamina C, observou-se comportamento quadrático, atingindo valor máximo estimado de 24,07mg.100g⁻¹ aos 38 DAA. Constatou-se ainda, decréscimo aos 41 DAA para 23,27mg.100g⁻¹ (Figura 12C). Durante o processo de maturação dos frutos, a vitamina C aumenta nos estádios iniciais de desenvolvimento, até atingir a maturação total, no entanto, quando excessivamente maduro, esse teor decresce, como consequência da desorganização da parede celular, que causa a oxidação desta vitamina, devido à atuação da enzima denominada ácido ascórbico oxidase, que apresenta maior atividade enzimática em frutos maduros (MOKADY; COGAN; LIEBERMAN, 1984; DHILLON, 1987; VAZQUEZ-OCHOA; COLINAS-LEON, 1990).

Oliveira (2016), estudando as propriedades físico-químicas e os compostos bioativos em frutos de *Physalis peruviana* colhidos em cultivos comerciais na região Norte de Portugal, constatou teor de vitamina C de 26,7 mg.100g⁻¹. Segundo este mesmo autor estes valores

encontram-se um pouco abaixo dos valores referidos na bibliografia para esse conteúdo em frutos maduros desta espécie.

Os dados referentes aos compostos fenólicos em frutos de *P. peruviana* encontram-se na Figura 12D. Observa-se que houve decréscimo em função do amadurecimento do fruto, com comportamento quadrático, atingindo mínimo estimado de 35,06 mg.100g⁻¹ aos 35 DAA. Logo, o máximo deste conteúdo foi observado nos frutos colhidos aos 20 DAA. O decréscimo observado nos compostos fenólicos ocorre devido o avanço da maturação dos frutos e a utilização destes compostos como fonte de energia no processo respiratório celular e também como fonte de carbono na síntese de açúcares (GIEHL et al., 2008; GONZÁLES-AGUILAR et al., 2010; GRUZ et al., 2011).

Valores superiores ao deste trabalho foram observados por Bolzan (2013) e Rockenbach et al. (2008) o qual obtiveram 52 e 57,9 mg.100g⁻¹, de polpa de *Physalis peruviana* respectivamente. Severo et al. (2010) e Lima et al. (2012) ambos avaliando o teor de compostos fenólicos em frutos maduros de *Physalis peruviana* também observaram valores superiores aos encontrados nesta pesquisa equivalentes a 169,19 e 187,59 mg.100g⁻¹, respectivamente.

Os resultados indicam que os estádios de maturação dos frutos de *Physalis peruviana* L. influenciam de forma direta na qualidade físico-química, e se colhidos no estágio adequado apresenta maior potencial para manter a qualidade dos mesmos.

4.3 Etapa 03 - CARACTERIZAÇÃO DA MATURIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Physalis peruviana* L.

A análise de variância referente as variáveis número de sementes e massa fresca de sementes por fruto, grau de umidade, massa seca de sementes, condutividade elétrica, peso de mil sementes, germinação e índice de velocidade de germinação, revelou efeito significativo para todas as variáveis avaliadas, em função dos diferentes estádios de maturação avaliados (Apêndices 6 e 7).

O número de sementes por fruto também aumentou gradativamente, com os estádios de maturação avaliados, apresentando um efeito linear crescente, com valores máximos estimados de 136 sementes.fruto⁻¹ aos 41 DAA (Figura 13A). Macedo et al. (2009) destacam que, quanto maior o tamanho do fruto, maior a quantidade de sementes presentes no mesmo. Sousa (2015) observou uma média de 138 sementes.fruto⁻¹ para *Physalis peruviana* e *Physalis pubescens*. Entretanto, valores superiores foram obtidos por Lagos et al. (2008) avaliando a biologia reprodutiva da

Physalis peruviana cultivada na Universidade Nariño, na Colômbia, região com temperatura máxima e mínima (16 e 9,9 °C, respectivamente) extremamente divergentes das observadas neste trabalho, obtendo valor máximo de 241 sementes.fruto⁻¹ quando colhidos aos 39 DAA.

Na massa fresca de sementes por fruto, houve um comportamento quadrático, com o avanço dos estádios de maturação, alcançando valores máximos estimados de 148,65 mg.fruto⁻¹ aos 35 DAA (Figura 13B). Este incremento está relacionado ao translocamento de fotoassimilados que foram sintetizados pelas plantas e encaminhados para as sementes em formação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Rodríguez-Burgos et al. (2011), avaliando diferentes estádios de desenvolvimento de frutos e sementes de variedades de *Physalis ixocarpa*, cultivada em sulcos no campo, com temperatura média anual de 26 °C, observaram valores de 500 mg.fruto⁻¹, para as variedades Queretaro, Mahone e Rendidora.

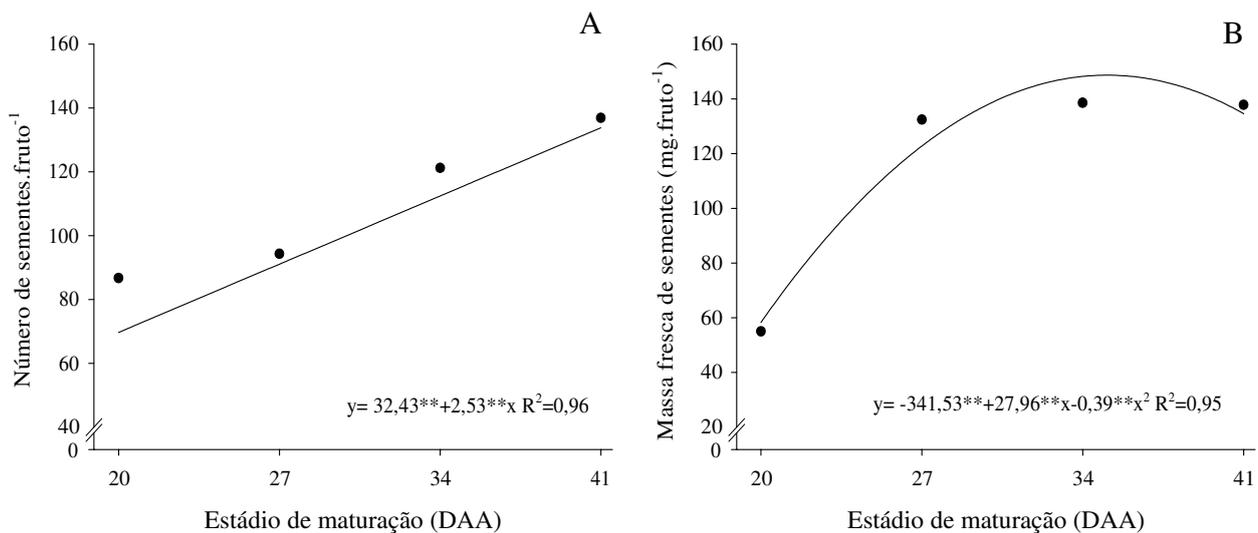


Figura 13. Número de sementes por fruto (A) e massa fresca de sementes por fruto (B) de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

O conteúdo de água das sementes de *P. peruviana* seguiu efeito linear decrescente, com o avanço dos estádios de maturação, apresentando teor de umidade por volta de 25,70% aos 20 DAA, atingindo valor mínimo de 17,04% aos 41 DAA (Figura 14A). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o processo de desidratação de sementes de frutos carnosos ocorre de forma lenta e essa redução prossegue até que as sementes atinjam o ponto de equilíbrio higroscópico, sofrendo variações de acordo com a umidade relativa do ambiente, mesmo ainda estando no interior dos frutos.

No entanto, Camacho et al. (2008), ao avaliarem o grau de umidade de sementes colhidas em diferentes estádios de maturação de *Physalis ixocarpa*, observaram grau máximo de 73% aos 28 DAA com redução para 47% aos 42 DAA e manutenção desse teor em torno de 45%.

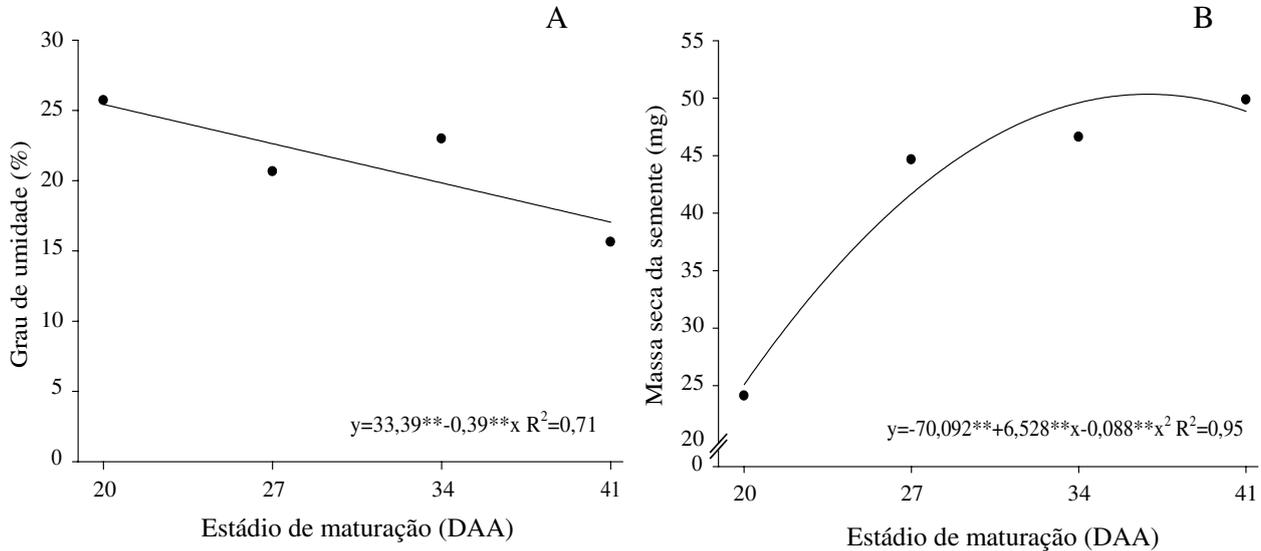


Figura 14. Grau de umidade (A) e massa de seca de sementes (B) de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017.

Em relação à massa seca de sementes, observa-se que houve um comportamento quadrático, com rápido acúmulo de reservas nos estádios iniciais do desenvolvimento das sementes atingindo valor máximo de 50,34 mg aos 37 DAA (Figura 14B). Este rápido crescimento é decorrente da intensa multiplicação, expansão celular e deposição de componentes químicos nas primeiras fases do desenvolvimento. Em algumas espécies, pode ocorrer redução do tamanho no final do processo devido ao período de rápida e intensa desidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Resultado semelhante foi observado por Barroso et al. (2017) ao analisar a maturação de frutos e a viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa*, onde o acúmulo de massa seca aumentou significativamente ao longo dos estádios de maturação atingindo máximo aos 45 DAA. Mendonça et al. (2008), trabalhando com sementes de tomate, observaram que frutos imaturos conferem as sementes menor acúmulo de massa seca.

Na Figura 15A, referente ao peso de mil sementes, constatou-se aumento gradativo, atingindo valores máximos estimados de 0,10 g aos 35 DAA. A partir de quando observou-se tendência de redução nestes valores, chegando aos 41 DAA com peso de 0,09 g. O início do desenvolvimento da semente é caracterizado pelo rápido acúmulo de reservas até que o máximo

seja atingido. Posteriormente ocorre a interrupção na translocação de assimilados da planta mãe para a semente, permanecendo ligada apenas fisicamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O decréscimo observado tanto na massa seca quanto no peso de mil sementes após os 35 DAA ocorreu devido a permanência da semente no fruto, ainda na planta, o que compromete a qualidade fisiológica da mesma, levando em consideração que pode ter causado deterioração das reservas acumuladas como consequência da respiração intensa e do grau de umidade elevado (MARCOS FILHO, 2015).

Sbrussi et al. (2014), avaliando o desenvolvimento do fruto e a qualidade de sementes de *Physalis angulata*, em diferentes estádios de maturação, verificaram peso de mil sementes de 0,10 g, independentemente do estágio de maturação avaliado.

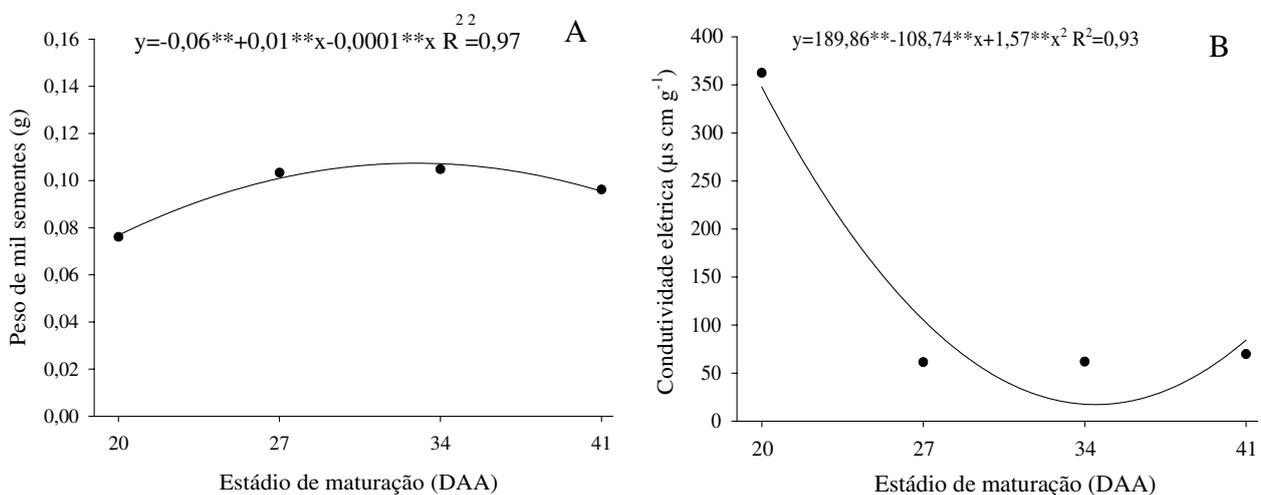


Figura 15. Peso de mil sementes (A) e condutividade elétrica (B) de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

No que se refere a condutividade elétrica das sementes, observou-se um comportamento quadrático atingindo mínimo estimado de 17,25 $\mu\text{s cm.g}^{-1}$ aos 34 DAA. Aos 20 DAA, devido as sementes ainda encontrarem-se imaturas, observou-se maior quantidade de lixiviados na solução de embebição (Figura 15B). Segundo Bewley et al. (2013), a organização estrutural das membranas celulares sofre alterações em função do desenvolvimento das sementes, até atingir a maturidade fisiológica, apresentando níveis máximos de estruturação e seletividade das membranas, nos estádios mais avançados de maturação.

Pereira et al. (2014) e Gonçalves et al. (2015), avaliando sementes de pimenta (*Capsicum baccatum* e *Capsicum chinense*), determinaram que no estágio inicial do

desenvolvimento, as sementes apresentaram menor potencial fisiológico, liberando maior quantidade de lixiviados na solução.

Os dados referentes a germinação das sementes de *P. peruviana*, presentes na Figura 16A, revelam ausência de manifestação fisiológica, naquelas oriundas de frutos colhidos aos 20 DAA. No início de sua formação, as sementes ainda estão em processo de desenvolvimento morfológico e fisiológico e são incapazes de permitir uma elevada taxa de germinação. A qualidade fisiológica das sementes aumenta gradativamente, conforme avança o seu desenvolvimento, até atingir o potencial fisiológico máximo (RODRÍGUEZ-BURGOS et al., 2011). No entanto, a germinação das sementes aumentou gradativamente até o ponto de máxima germinação, aos 35 DAA (100%), caracterizando um comportamento quadrático, nos diferentes estádios de maturação (Figura 16A).

Observou-se ainda, tendência de decréscimo no percentual de germinação das sementes após os 35 DAA, estando relacionado com a degradação das reservas da semente, uma vez que, a permanência dos frutos na planta, após a maturidade fisiológica, aliado ao elevado teor de água em seus tecidos, intensificam o processo respiratório e o conseqüente gasto das reservas acumuladas nas sementes, afetando negativamente a sua qualidade (MARCOS FILHO, 2015). Barroso et al. (2017), ao avaliarem a maturação de frutos e viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa*, encontraram porcentagem de germinação acima de 90% aos 55 DAA. No Paraná, Carvalho et al. (2014) avaliaram a germinação de sementes de *Physalis angulata*, em diferentes estádios de maturação do cálice, constataram maiores percentuais de germinação (89%), nas sementes oriundas de frutos com cálice completamente verde.

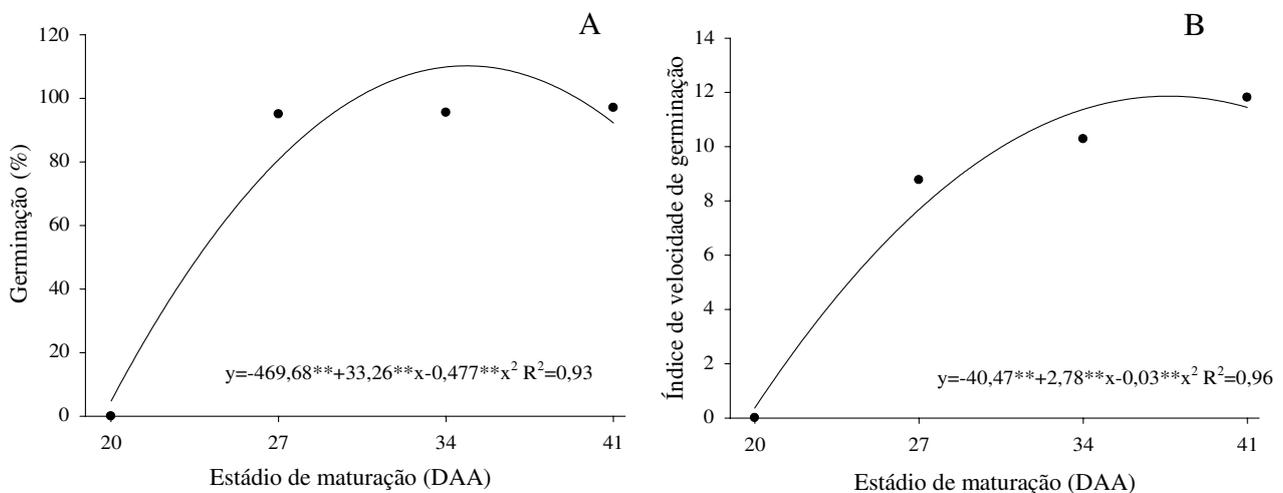


Figura 16. Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (B) de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017.

No que se refere ao vigor, caracterizado pelo índice de velocidade de germinação (figura 16B) observa-se que os dados se ajustaram a uma equação quadrática, apresentando ponto máximo de eficiência estimado de 11,86 aos 38 DAA, a partir de quando constatou-se tendência de decréscimo no vigor daquelas sementes, semelhante ao observado na germinação (Figura 16A).

Comportamento semelhante foi verificado por Barroso (2015), que avaliando a maturação de frutos e a viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa*, observou que a medida que se avançava os estádios de maturação, mais vigorosas eram as sementes, até que o máximo foi atingindo (10,97) aos 45 DAA, posteriormente, constatou-se leve redução deste índice, para os frutos colhidos aos 55 DAA.

A análise de variância referente às variáveis emergência, índice de velocidade de emergência, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total de plântulas oriundas de sementes de *Physalis peruviana*, colhidas em diferentes estádios de maturação, revelou efeito significativo em todas as variáveis (Apêndice 8).

Analisando a emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas, verificou-se comportamento quadrático, atingindo valores máximos estimados de 100% e 5,84, respectivamente, quando as sementes foram colhidas de frutos completamente amarelados após 34 DAA (Figura 17A e B).

Estes resultados demonstram que, a partir deste estágio de maturação, as sementes encontravam-se melhor formadas, favorecendo a velocidade e o total de emergência das plântulas de *Physalis peruviana*, apresentando comportamento semelhante ao constatado na sua viabilidade (Figura 16A) e acúmulo de massa seca (Figura 15 B), refletindo em melhores taxas de vigor.

Barroso (2015), estudando a maturação de frutos e a viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa*, constatou que aos 35 DAA a emergência de plântulas foi de apenas 41%, alcançando os valores máximos de 80% aos 45 DAA. Sbrussi et al. (2014), estudando diferentes estádios de maturação de frutos e a qualidade fisiológica de sementes de *Physalis peruviana*, obtiveram máximo de emergência de plântulas de 81%, quando colhidos com o cálice verde e o fruto amarelo e para o índice, observaram valor de 3,23, quando oriundos de frutos completamente verde. Pérez-Camacho et al. (2008), observaram que o índice de velocidade de emergência de plântulas de *Physalis ixocarpa*, oriundas de sementes retiradas dos frutos com estágio de maturação mais avançado, mostrou-se superior, em relação ao índice das sementes provenientes de frutos imaturos.

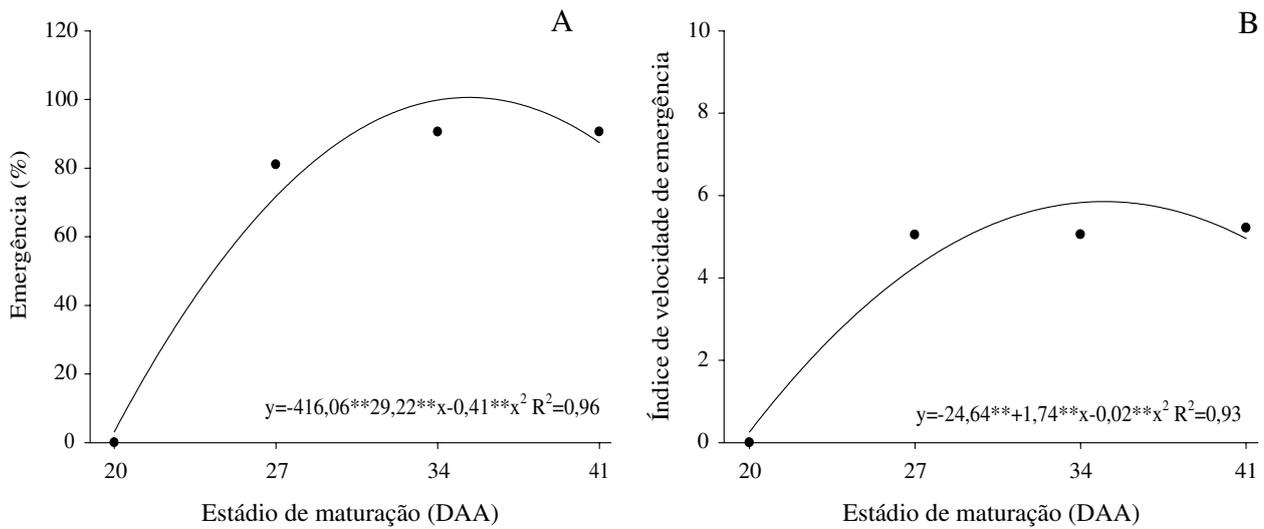


Figura 17. Emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, Pombal, PB, 2017.

As variáveis que avaliam o desempenho das plântulas (MSPA, MSR e MST) de *Physalis peruviana*, oriundas de sementes colhidas de fruto em diferentes estádios de maturação, encontram-se na Figura 18A, B e C. Constatou-se que os dados se ajustaram a equações de regressão quadráticas para todas aquelas variáveis, apresentando pontos de máxima eficiência aos 37 (23,56 mg), 41 (5,84 mg) e 38 (29,28 mg) DAA nas variáveis de MSPA, MSR e MST, respectivamente. Esses dados reforçam a constatação de que frutos colhidos após os 34 DAA, quando completamente amarelos, apresentam sementes em avançado estágio de maturação, com ótimo acúmulo de reservas em seus tecidos, o que garante às mesmas um maior vigor, refletindo sobre o conteúdo de massa seca das plântulas por elas formadas. Mondo et al. (2012) afirmam que plântulas originadas de sementes de alto potencial fisiológico apresentam maior eficiência no acúmulo de biomassa seca.

Avaliando diferentes estádios de maturação de frutos e a qualidade fisiológica de sementes de *Physalis peruviana*, Sbrussi et al. (2014) observaram que os teores de massa seca de plântulas aumentavam quando obtidos de sementes oriundas de frutos colhidos em estádios mais avançados de maturação.

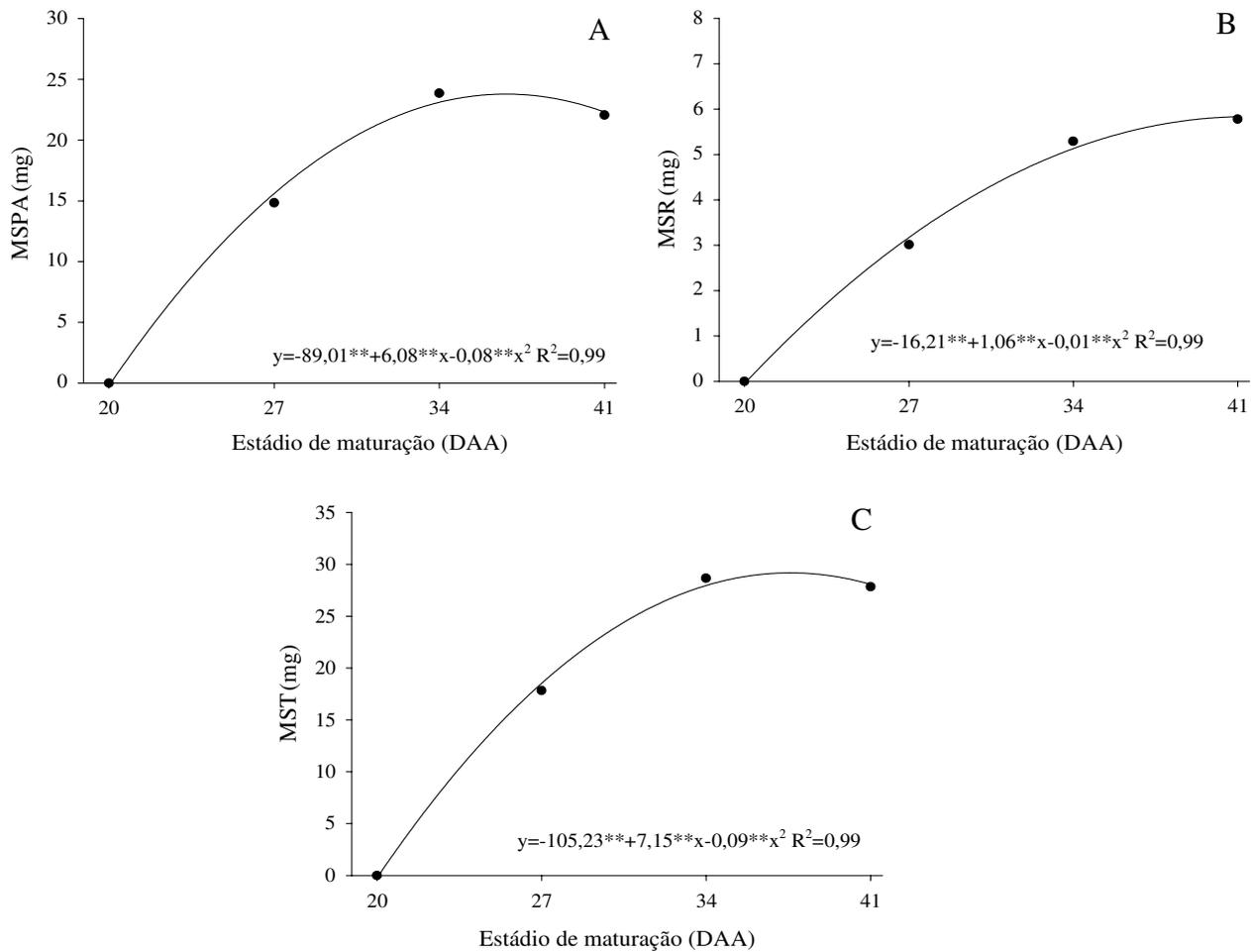


Figura 18. Massa seca da parte aérea - MSPA (A); massa seca da raiz - MSR (B) e massa seca total - MST (C), de plântulas oriundas de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

5 CONCLUSÕES

É possível produzir *Physalis peruviana* L. nas condições ambientais utilizadas em casa de vegetação no semiárido paraibano.

A fase vegetativa da *Physalis peruviana* L. é concluída num período compreendido entre 10 a 143 DAT e a fase reprodutiva se estende até os 161 DAT.

Nas condições do semiárido, a colheita dos frutos de *Physalis peruviana* L. inicia aos 71 DAT, com produtividade estimada de aproximadamente 2.340,95 kg.ha⁻¹.

A maturação dos frutos de *Physalis peruviana* L. é atingida após 35 DAA, quando o cálice e o fruto apresentam-se de coloração amarela, maior diâmetro, maiores acúmulos de sólidos solúveis totais, relação sólidos solúveis totais e acidez titulável, compostos fenólicos e vitamina C.

As sementes de *Physalis peruviana* atingem a sua maturidade fisiologia após os 34 DAA, quando os frutos encontram-se completamente maduros, apresentando cálice e fruto de coloração amarela, apresentando o máximo de acúmulo de reservas, germinação e vigor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, R. **Uchuva el cultivo**. Bogotá: UTADAO, 2005, p.78.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; RISTOW, N. C.; CARPENEDO, S. TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1011-1015, 2008.

AULER, P. A. M.; FIORI-TUTIDA, A. C.; SCHOLZ, M. B. S. Qualidade industrial e maturação de frutos de laranja 'Valência' sobre seis porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 31, n.4, p.1158-1167, 2009.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índice para avaliar qualidade pós colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BARROSO, N. S. **Maturação de frutos e viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa* Brot. ex. Homen**. 2015. 39 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós Graduação em Recursos Genéricos Vegetais, 2015.

BARROSO, N. S.; SOUZA, M. O.; RODRIGUES, L. C. S.; PELACANI, C. R. Maturation of Fruits and Physiological seed Quality of *Physalis ixocarpa* Brot. Ex. Hormen. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.39, n.3, p.1-9, 2017.

BETEMPS, D. L.; FACHINELLO, J. C.; LIMA, C. S. M.; GALARÇA, S. P.; RUFATO, A. R. Época de semeadura, fenologia e crescimento de plantas de fisális no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, p. 179-185, 2014.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; MONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Springer: New York, 3.ed., 392 p. 2013.

BOLZAN, R. P. **Conservação pós-colheita e caracterização de frutos de *Physalis* (*Physalis angulata* L.) produzidos na região metropolitana de Curitiba-Paraná**. 2013. 100 f. Tese (Doutorado em Ciências), Programa de pós graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, 2013.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BRIGHENTI, A. F. **A cultura da *Physalis***. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 12p, 2011.
- CALLE, Z.; SCHLUMPBERGER, B. O.; PIEDRAHITA, L.; FEFLIN, A.; HAMMER, S. A.; BORCHERT, R. Seasonal variation in daily insolation induces synchronous bud break and flowering in the tropics. **Trees**, v.24, p.865–877, 2010.
- CAMACHO, I. P.; HERNÁNDEZ, V. A. G.; MORENO, J. C. M.; GARAY, O. J. A.; LOMELÍ, A. P. Efecto de desarrollo y secado de semillas de *Physalis ixocarpa* Brot en germinación, vigor y contenido de azúcares. **Interciencia**, v. 33, p. 762-766, 2008.
- CAMACHO, I. P.; HERNANDEZ, V. A. G.; GARAY, O. J. A.; SALAZAR, J. A. C.; SANTOS, G. G.; LOMELÍ, A. P.; CESPO, E. C. Qualidade fisiológica de semillas se *Physalis ixocarpa* em función de madurez a cosecha y condiciones de almacenamiento. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, v. 3, n. 1, p. 67-78, 2012.
- CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V.; GALVÃO, A.G.; BAIER, J.E.; FARIA, M.V.; CAMARGO, C.K. Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, p.993-998, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.d. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.
- CARVALHO, T. C.; D'ANGELO, J. W. O.; SCARIOT, G. N.; SAES JÚNIOR, L. A.; CUQUEL, F. L. Germinação de sementes de *Physalis angulata* L.: estágio de maturação do cálice e forma de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.4, 2014.
- CHITARRA, M. L. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. p. 785.
- CHOTHANI, D. L.; VAGHASIYA, U. H. A. A phito-pharmacological overveew on *Physalis mimima* Linn. **Indian Journal of natural products en resources**, v.3, n. 4, p. 447-482, 2012.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, p.368, 1982.
- CRUZ, J. L.; SOUZA FILHO, L. F. S.; PELACANI, C. R. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalis angulata* L.) **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.3, p.360-366, 2015.
- DAMATTO JUNIOR, R. E. R.; GOTO, G.; RODRIGUES, D. S.; VIVENTINI, M.; CAMPOS, A. J. D. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.17, p.23-30, 2010.
- DIAS, D. C. F. **Maturação de sementes**. Seed News, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.

- DIAS, D. C. F. S. **Maturação de sementes de hortaliças.** In: Cursos sobre Tecnologia de produção de sementes de hortaliças. Embrapa hortaliças, p. 5, 2005.
- DHILLON, B. S.; SINGH, S. N.; KUNDAL, G. S.; MINHAS, P. P. S. Studies on the developmental physiology of guava fruit (*Psidium guajava* L.) II. Biochemical characters. **Punjab Horticultural Journal**, Chandigarh, v. 27, n.3/4, p. 212-221, 1987.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Parâmetros para determinação do ponto de colheita. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. (Org.). **Fruticultura: Fundamentos e práticas.** 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v. 1. 304p. 2009.
- FALCÃO, M. A.; CLEMENTE, C. R.; GOMES, J. B. M. Fenologia e produtividade da sorva (*Coumautilis* (mart.) MUELL. ARG.) na Amazônia central. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 541-547, 2003.
- FERNANDES, J. S. **Alterações na qualidade fisiológica durante o desenvolvimento de sementes de *Physalis peruviana* sp.** 2012. p. 40. Monografia (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- FERREYRA, R. M.; VINÃ, S. Z.; MUGRIDGE, A.; CHAVES, A. R. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.112, n.1, p.27-32, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.38, n.2, 2014.
- FISCHER, G.; HERRERA, R.; ALMANZA-MERCHAN, P. J. Capes gooseberry (*Physalis peruviana* L.). En: YAHIA, E. M. (ed.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits.** Vol. 2. United Kingdom: Woodhead Publishing/ Oxford, p. 374-396, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimenta, berinjela e jiló.** Editora UFLA, Lavras, Brasil, p.333, 2003.
- FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; **Climatologia do Estado da Paraíba**, EDUFPG, Campina Grande, p.74, 2017.
- GADIOLI, J. L.; DOUTORADO NETO, D.; GARCIA, A. G.; BASANTA, M. V. D. Temperatura do ar, rendimento de grão de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p. 377-383, 2000.
- GIEHL, R. F. H.; FAGAN, E. B.; EISERMANN, A. B.; BRACKMANN, A.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A. Crescimento e mudanças físico-químicas durante a maturação de frutos de meloeiro (*Cucumis melo* var. cantalupensis Naud.) híbrido Torreón. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 371-377, 2008.
- GONÇALVES, V. D.; MÜLLER, D. L.; FERREIRA, F.; CAMILI, E. C. Maturação fisiológica de sementes de pimenta. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 28, n. 3, p. 137-146, 2015.

GONZÁLES-AGUILAR, G. A.; AYALA-ZALAVAF.; ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E. Phytochemical Change in the Postharvest and Minimal Processing of Fresh Fruits and Vegetables. In: DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZÁLES-AGUILAR, G. A. **Fruit and vegetables phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Singapura: Blackwell, p. 309-340, 2010.

GRUZ, J.; AYAZ, F. A.; TORUN, H.; STRMAD, M. Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of ripening. **Food Chemistry**, v.124, p.271–277, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. ed. 4, p. 1020. 2008.

IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F. V.; BARBOSA, J. C. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p.147-154, 2007.

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

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **International rules seed testing. Rules** 2004. ISTA, Zurich, Suiza. 243 p. 2004.

LAGOS, T. C. B.; CABRESSA, F. A. V.; ESCOBAR, H. C.; FLÓREZ, J. E. M. Biología reproductiva de la uchuva. **Acta Agronómica Colombiana**, v. 57, p.81-87, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. p.123.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Ed.). **Methods in Enzimology**. London: Academic Press, 1987, p. 350-382.

LICODIEDOFF, S.; KOSLOWSKI, L. A. D.; RIBANI, R. H. Flavonols and antioxidante activity of *Physalis peruviana* L. fruita t two maturity stages. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 2, p. 393-399, 2013.

LIMA, C. S. M. **Fenologia, sistemas de tutoramento e produção de *Physalis peruviana* na região de Pelotas, RS**. 2009, 116f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, 2009.

LIMA, C. S. M.; GALARÇA, S. P.; BETEMPS, D. L.; RUFATO, A. R.; RUFATO, L. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.1004-1012, 2012.

LIMA, C. S. M.; GONÇALVES, M. A.; TOMAZ, Z. F. P.; FACHINELLO, J. C.; RUFATO, A. R. Sistemas de tutoramento e épocas de transplante de *Physalis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.1-8, 2010.

- LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**, Barking, v.90, p.565-568, 2005.
- LIMA, C. S. M.; SECERO, J.; ANDRADE, S. B.; AFFONSO, L. B.; ROMBALDI, C. V.; RUFATO, A. R. Qualidade pós-colheita de *Physalis* sob temperatura ambiente e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.3, p. 311-317, 2013.
- LIMA, C. S. M.; SEVERO, J.; MANICA-BERTO, R.; SILVA, J. A.; RUFATO, L.; RUFATO, A. de R. Características físico-químicas de *Physalis* em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1060-1068, 2009.
- LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ENÉAS FILHO, J. Respiratory behavior and postharvest quality of 'Morada' soursop (*Anona Muricata* L.) at room temperature. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 49-52, 2003.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2. ed. Editora Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2008. p.512.
- LOPES, D. C. D. X. P.; FREITAS, Z. M. F.; SANTOS, E. P.; TOMASSINI, T. C. B.; Atividades antimicrobiana e fototóxica de extratos de frutos e raízes de *Physalis angulata* L.. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 206-210, 2006.
- MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; FILHO, H. S.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (SAPINDACEAE), **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.202-211, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRANTES, 2015, p. 660.
- MENDONÇA, R. M.; LUIZ, J. M. Q.; GARCIA, C. C. Qualidade de sementes de tomate colhidas em diferentes estádios de maturação, produzidas no sistema hidropônico e convencional. **Revista Fazu**, Uberaba, n. 5, p. 39-45, 2008.
- MICHALSKI, S. G.; DURKA, W. Synchronous Pulsed Flowering: Analysis of the Flowering Phenology in *Juncus* (Juncaceae). London: **Annals of Botany**, v. 100, p. 1271-1285, 2007.
- MIRANDA, D. **Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva**. In: FISCHER G et al. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia. Bogotá: UNC. 2005, p.29-54.
- MOKADY, S.; COGAN, U.; LIEBERMAN, L. Stability of vitamin C in fruit and fruit blends. **Journal Science Food Agricultural**, New York, v.35, p.452-456, 1984.

MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M.; DOURADO-NETO, D.; PUDIM, T. L.; DIAS, M. A. N.; Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n.1, p. 143-155, 2012.

MOORE, S.; VREBALOV, J.; PAYTON, P.; GIOVANNONI, J. Use of genomics tools to isolate key ripening genes and analyse fruit maturation in tomato. **Journal of experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 377, p. 2023-2030, 2002.

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

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; MARCHI, T.; DUARTE, A. E.; LIMA, A. P. F.; Garanhani, F. Sistemas DE Condução Para o Cultivo de *Physalis* no Planalto Catarinense, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 3, p. 830-838, Setembro 2011.

MUNIZ, J.; MARCHI, T.; COLDELLA, M. C.; RUFATO, L. KRETZSCHMAR, A. A.; Crescimento, vegetativo e potencial produtivo de fisális. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.1, p.15-23, 2015.

MURZA, G. L.; DAVIS, A. R. Flowering phenology and reproductive biology of *Drosera anglica* (Droseraceae). London: **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 147, p. 417-426, 2005.

NAGAI, A.; SANTOS, D. Y. A. C.; DUARTE, L. M. L.; CHAVES, A. L. R. Efeito Induzido pelo Vírus y da Batata no Metabolismo Secundário do Camapu (*Physalis angulata* L.). **Botânica na América Latina**, p.102-103, 2014.

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

OLIVEIRA, J. A. R.; MARTINS, L. H. S.; VASCONCELOS, M. A. M.; PENA, R. S.; CARVALHO, A. V. Caracterização física, físico-química e Potencial Tecnológico de frutos de Camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**. v.05, n.02, p.573-583, 2011.

OLIVEIRA, S. F. **Estudo das propriedades físico-químicas e avaliação de compostos bioativos em *Physalis peruviana* L.** 2016, 120 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar. Instituto Politécnico de Viceu. Escola Superior Agraria de Viceu. 2016.

PEIXOTO, N.; PEIXOTO, F. C.; VAZ, U. L.; NERI, S. C. M.; MONTEIRO, J.; Adubação orgânica e cobertura do solo no crescimento e produção de camapu. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.3, p. 370-372, 2010.

PEREIRA, F. E. C. B.; TORRES, S. B.; SILVA, M. I. L.; GRANGEIRO, L. G.; NENEDITO, C. P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PERINI, V. B. M.; CASTRO, H. G.; CARDOSO, D. P.; LIMA, S. O.; AGUIAR, R. W. S.; MOMENTÉ, V. G.; Efeito da Adubação e da luz na Produção de Biomassa do Capim Citronela, **Journal Bioscience**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 924-931, Nov./Dec. 2011.

PINHEIRO, J. M. S. **Tecnologia pós-colheita para a conservação de bananas da cultivar tropical**. 2009. 59f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2009.

PINHEIRO, D. M. Introdução. In :KOBELITZ, M. G. B. (Org.). **Bioquímica de Alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

PUENTE, L. A.; PINTO-MUÑOZ, C. A.; CASTRO, E. S.; CORTÉS, M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research international**, 44, 1733-1740, 2011.

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

RODRIGUES, F. A. **Caracterização físico-química e anatômica de *Physalis peruviana* L.** 2011, 100f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, 2011.

RODRIGUES, J. L. **Cultivo de tomate de cascara**. Disponível em: http://s3.esoft.com.mx/esofthands/include/upload_files/4/Archivos/Tomatillo1.pdf, Acesso em: 26 de abril, 2016.

RODRIGUES, F. A.; PENONI, E. S.; SOARES, D. R.; SILVA, R. A. L.; PASQUAL, M.; Caracterização física, química e físico-química de *Physalis* cultivada em casa de vegetação. **Ciência Rural**, v.44, n.8, p.1411-1414, 2014.

RODRIGUES, F. A.; PENONI, E. S.; SOARES, J. D.; SILVA, R. A. L.; PASQUAL, M. Caracterização Fenológica e Produtiva de *Physalis peruviana* cultivada em casa de Vegetação. **Bioscience Journal**, v. 29, n.6, p. 1771-1777, 2013.

RODRIGUES, D. P. **Desenvolvimento e aplicação de modelo de calibração multivariada para determinação de açúcares e ácidos orgânicos em bebidas comerciais utilizando espectroscopia no infravermelho**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de processos químicos e bioquímicos). Universidade Tecnológica do Paraná. Pato Branco, 2016.

RODRIGUES, E.; ROCKENBACH, I. I.; CATANEO, C.; GONZAGA, L. V.; CHAVES, E. S.; FETT, R. 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.

RODRIGUES, F. A.; PENONI, E. S.; SOARES, J. D. R.; PASQUAL, M. Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de Lavras, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 862-867, 2012.

RODRÍGUEZ-BURGOS, A.; AYALA-GARAY, O. J.; LIVERA, A. H.; LEAL-LEÓN, V. M.; CORTEZ-MONDACA, A. E. Desarrollo de fruto y semilla de cinco variedades de tomate de cáscara en Sinaloa. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, v. 2, n. 5, p. 673-687, 2011.

RUFATO, A. R.; RUFATO L.; LIMA, C. S. M.; MUNIZ, J.; **A Cultura Da *Physalis***. Série Fruticultura – Pequenas Frutas, CNPUV. 2013.

RUFATO, L.; RUFATO, R. A.; SCHLEMPER, C.; LIMA, C. S.; KRETZSCHMARA, A. **Aspectos técnicos da cultura da *Physalis***. Lages, CAV/UEDESC; Pelotas: UFPEL, 2008. p. 100.

SANTA ROSA, G. R. **Potencial produtivo de *Physalis peruviana* no litoral de Santa Catarina**, 2012. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SANTIAGUILLO HERNANDEZ, J. F. E.; CEDELLO PORTUGAL, J. A.; CUERVAS SANDEZ. **Distribucion geográfica de *Physalis* spp. en Mexico**. In: SANTIAGUILLO HERNANDEZ, J. F. E.; Cedello Portugal, J. A.; Cuervas Sandez.. (Eds.) Publicaciones de la red de tomate cascara. SINARF1. 2010, p. 245.

SBRUSSI, A. G.; ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M. P.; SILVA, B. V. A. B. S. Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 543-549, 2014.

SEVERO, J.; LIMA, C. S. M.; COELHO, M. T.; RUFATO, A. R.; ROMABALDI, C. V.; SILVA, J. A. Atividade antioxidante e fitoquímicos em frutos de *Physalis peruviana* durante durante o amadurecimento e o armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, p. 112-121, 2010.

SILVA, J. G. **Fenologia e Produtividade de *Physalis peruviana* L. Sob Níveis Salinos, no Semiárido Paraibano**. 2017, 56 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande campus – Pombal, PB. 2017.

SILVA, P. B.; **Qualidade, Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante de frutos de *Physalis* sp.** 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2013.

SILVA, J. M.; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; GOMES, J. P. Cultivo de tomateiro em casa de vegetação sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.40-46, 2013.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande-PB, v.15, n.2, p. 131-138, 2011.

SILVA, D. F.; PIO, R.; SOARES, J. D. R.; NOGUEIRA, P. V.; PECHE, P. M. VILLA, F. The production of *Physalis* spp. Seedlings grown under different-colored shade nets. **Acta Scientiarum**, Maringá – PR, v.38, n.2, p. 257-263, 2016.

SOARES, E. L. C.; VENDRUSCOLO, G. S.; SILVA, M. V.; THODE, V. A.; SILVA, J. G.; MENTZ, L. A. O gênero *Physalis* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil, Pesquisas. **Botânica**, n.60, p.323-340, 2009.

SOUSA, A. A.; GRIGIO, M. L.; NASCIMENTO, C. R.; SILVA, A. C. D.; REGO, E. R.; REGO, M. M. Caracterização química e física de frutos de diferentes acessos de tomateiro em casa de vegetação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.5, n.2, p.113-118, 2011.

SOUZA, C. L. M. D. **Germinabilidade de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanáceas) sob condições de estresses abióticos**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2009.

SOUZA, C. L. M.; **Armazenamento de sementes e caracterização morfofisiológica de espécies do gênero *Physalis***. 2015. 91 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais). Programa de pós graduação em recursos genéticos vegetais. Universidade Estadual de Feira de Santana – BA, 2015.

TANAN, T. T. **Fenologia e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano**. 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos vegetais) Universidade Estadual de feira de Santana, 2015.

THOMÉ, M.; OSAKI, F. Adubação de nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento de *Physalis* spp. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2010.

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

VEBERIC, R.; COLARIC, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. **Food Chemistry**, Barking, v.106, p.153-157, 2008.

VIDIGAL, D. S.; LIMA, J. S.; BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 168-174, 2008.

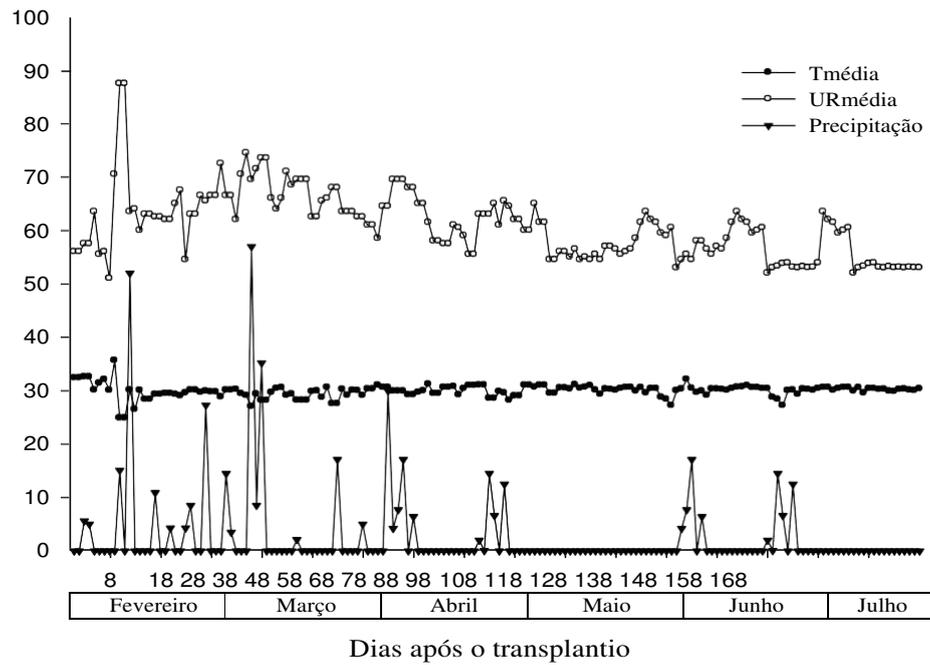
WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, p.3-5, 2006. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/folincioalteaumicromethod-for-total-phenol-in-wine>>. Acesso em: jul. 2016.

ZAPATA, J. L.; SALDARRIAGA, A.; LONDOÑO, M.; DIAZ, C. Manejo del cultivo de la uchuva em Colombia. Antioquia. **Boletim técnico**: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2002. p.40.

ZEIST, A. R.; ZANIN, D. S.; CHAGAS, R. R.; GIACOBBO, C. L.; RESENDE, J. T. V. Produtividade, Desenvolvimento e Tocais gasosas de *Physalis peruviana*, cultivado em casa de vegetação e a campo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. v.10, n.18, p.4015-4023, 2014.

APÊNDICES

Apêndice 1. Valores médios para os dados de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica durante a condução (fevereiro a julho) do experimento com *Physalis peruviana* L., em função dos dias após o transplante, cultivada em casa de vegetação, UFCG, Pombal, PB, 2017.



Apêndice 2. Análise de variância para a variável altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIÂM), número de folhas (NFOLHAS), botões florais (NBF), flores (NFLORES) e frutos por planta (NFRUTOS) em função dos períodos de avaliação após o transplântio de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios					
		ALT	DIÂM	NFOLHAS	NBF	NFLORES	NFRUTOS
Períodos	22	8257,14**	65,19**	32532,97**	603,10**	413,68**	409,71**
Bloco	4	174,87**	19,34**	7172,59**	0,43 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,86 ^{ns}
Resíduo	88	7,7482	0,14	731,43	1,6146	0,20	2,35
Total	114						
CV (%)		3,17	3,19	21,15	11,72	4,81	15,96
Média		87,79	12,09	127,85	10,84	9,48	9,61

** significativo a 1% (p<0,01); ^{ns}: Não significativo; FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Apêndice 3. Análise de variância para a variável produção e produtividade em função dos períodos de avaliação após o transplântio de *Physalis peruviana* L., UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios	
		PRODUÇÃO (g. planta ⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg. ha ⁻¹)
Períodos	13	1889,67**	83985,76**
Bloco	4	1,55 ^{ns}	69,07 ^{ns}
Resíduo	52	2,10	93,71
Total	69		
CV (%)		5,79	5,79
Média		25,08	167,21

** significativo a 1% (p<0,01); ^{ns}: Não significativo; FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Apêndice 4. Análise de variância para a variável luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo hue (°h) do cálice e do fruto, massa fresca do fruto (MFF), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF) e firmeza (Firm) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios									
		Cálice			Fruto			MFF (g)	DLF (mg)	DTF (mg)	FIRM (N)
		L*	C*	°h	L*	C*	°h				
Estádio	3	327,83 **	100,99**	1138,02**	8366,60**	129,29**	1670,45**	2,43**	25,09 **	45,59**	54,23**
Resíduo	12	3,9738	6,0676	3,02	7,1639	2,7626	1,1191	0,02	0,64	0,37	1,5799
Total	15										
CV (%)		3,79	7,86	1,83	2,82	3,07	1,43	8,73	5,97	4,70	18,72
Média		52,53	31,34	94,91	94,97	54,22	74,02	1,72	13,45	13,10	6,71

** significativo a 1% (p<0,01); FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Apêndice 5. Análise de variância para a acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS) e relação sólidos solúveis totais e acidez titulável (SS/AT), carotenoides do cálice (C), clorofilas a (Ca) e b do cálice (Cb), vitamina C (Vit.C) e compostos fenólicos (CF) de frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios								
		AT (%)	pH	SST (°Brix)	SST/AT	C (mg. g ⁻¹)	Ca (mg. g ⁻¹)	Cb (mg. g ⁻¹)	Vit.C (mg.100g ⁻¹)	CF (mg.100g ⁻¹)
		Estádio	3	0,058 ^{ns}	0,77**	37,44**	15,26**	0,157**	6,68**	0,53**
Resíduo	12	0,038	0,01	0,6282	0,9498	0,0018	0,0135	0,0012	0,7406	3,5604
Total	15									
CV (%)		11,62	3,04	5,81	11,85	11,74	10,91	11,49	4,71	3,58
Média		1,68	3,66	13,64	8,22	0,36	1,06	0,30	18,27	52,74

** significativo a 1% (p<0,01); ^{ns}: Não significativo; FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Apêndice 6. Análise de variância para o número de sementes por fruto (NS/F), massa fresca de sementes por fruto (MFS/F), grau de umidade (GU), massa seca de sementes (MSS), condutividade elétrica (CE), germinação (GERM) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados médios						
		NS/F	MFS/F (mg)	GU (%)	MSS (mg)	CE ($\mu\text{s.cm.g}^{-1}$)	GERM (%)	IVG
Estádio	3	2183,25**	0,002**	73,13**	544,85**	88981,02**	9186,91**	112,03**
Resíduo	12	58,82	0,00005	3,2675	7,4620	32,6032	6,9166	0,6870
Total	15							
CV (%)		6,99	6,30	8,51	6,61	4,11	3,66	10,74
Média		109,75	0,12	21,22	41,31	138,78	71,87	7,71

** significativo a 1% ($p < 0,01$); FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Apêndice 7. Análise de variância para o peso de mil sementes de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados médios
		PESO DE MIL SEMENTES (g)
Estádio	3	0,001**
Resíduo	28	0,000
Total	31	
CV (%)		4,47
Média		0,095

** significativo a 1% ($p < 0,01$); FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação

Apêndice 8. Análise de variância de emergência (EMG), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de plântulas, oriundas de sementes de *Physalis peruviana* L., colhidas em diferentes estádios de maturação, UFCG, Pombal, PB, 2017.

FV	GL	Quadrados médios				
		EMG (%)	IVE	MSPA (mg)	MSR (mg)	MST (mg)
Estádio	3	7707,33**	26,05**	459,51**	27,91**	710,66**
Resíduo	12	16,1666	0,0401	4,6133	0,1954	4,8368
Total	15					
CV (%)		6,14	5,24	14,26	12,55	11,83
Média		65,50	3,82	15,06	3,52	18,58

** significativo a 1% ($p < 0,01$); FV: Fonte de variação; CV: Coeficiente de variação.