Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Estudos da maturação do fruto e das sementes de *Physalis peruviana* L. e do teste
de germinação

Fábio Oliveira Diniz

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2018

Fábio Oliveira Diniz
Engenheiro Agrônomo

Estudos da maturação do fruto e das sementes de *Physalis peruviana* L. e do teste de
germinação

Orientador:
Profa. Dra. **ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Diniz, Fábio Oliveira

Estudos da maturação do fruto e das sementes de *Physalis peruviana* L.
e do teste de germinação / Fábio Oliveira Diniz. - - Piracicaba, 2018.
110 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz".

1. Fisalis 2. Qualidade do fruto 3. Maturidade fisiológica 4. Análise de
sementes. I. Título

*Aos meus pais, João Vieira Diniz e Ana Oliveira Diniz,
aos meus irmãos, Ângela, João Carlos, Gilberto, Francisco Rogilson e Rosângela,
à minha esposa, Karla Machado,
pelo amor, compreensão, união inabalável e estímulo incessante.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Universidade de São Paulo – USP “Escola Superior de Agricultura Luiz de Quiroz”, através do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Doutorado.

Ao Instituto Federal do Piauí, pela concessão do meu afastamento das atividades para fins do doutoramento.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre, pela amizade, conselhos, incentivos, ensinamentos, orientações e disposição em ajudar, em todos os momentos.

Aos professores cujas disciplinas tive oportunidade de cursar, pois contribuíram enormemente com a minha formação.

Ao professor Miguel Rodrigues, pela amizade e apoio, durante o período de afastamento das minhas atividades no Campus Uruçuí, IFPI.

À técnica do Laboratório de Análise de Sementes, Helena Pescarin Chamma, pelo apoio, atenção, dedicação e disposição para manter o funcionamento pleno do laboratório.

Ao funcionário do Laboratório de Análise de Sementes, Francisco Guilhien Gomes Junior, pela amizade e instruções quanto às análises de imagens dos frutos e das sementes.

À especialista do Laboratório de Patologia de Sementes, Maria Heloisa Duarte de Moraes, pela atenção, esclarecimentos e suporte durante as análises sanitárias das sementes.

Ao especialista do Laboratório de Pós-Colheita de Plantas Hortícolas, Marcos José Trevisan, pela atenção e suporte durante as análises pós-colheita dos frutos.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Análise de Sementes, Adilson Teixeira, David Ulrich, João Elias Jabur e Luis Claudio, pelo apoio e momentos de entretenimento durante esses anos.

Aos funcionários Ananias, Erreinaldo, Ticão e Juruna, pelo apoio nas atividades de campo e amizade.

Aos funcionários do Setor de Horticultura, Antônio Pereira Goulart, Gaudencio Stenício, Gerson Alexandre de Almeida, José Nivaldo dos Santos, pela amizade e colaboração na condução dos experimentos em campo.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Luciane Toledo, pela atenção e auxílio prestado.

Ao amigo Joel Martins, pelas discussões e conversas geradas pelas disciplinas cursadas e, pela contribuição na minha adaptação ao ambiente acadêmico Esalqueano.

Aos estagiários Júlia Scholten, Rogério e Paloma, pela colaboração durante as avaliações dos experimentos. Em especial, à Larissa Chamma e Heitor Otaguiri, pela amizade, dedicação e zelo nas atividades que auxiliaram.

Aos amigos e amigas do Laboratório de Análise de Sementes e da Pós-Graduação em Fitotecnia, Aline Neves, Bruna Longatti, Evelyn Kock, Gabriela Fargoni, Gustavo Oliveira, Jérssica Soares, Lucas Capelaro, Maicon Javorski, Marcos Altomani, Mayara Rodrigues, Natália Arruda, Plínio Duarte, Rayssa Fernanda e Walquíria Teixeira, pela oportunidade de convivência durante o doutorado, amizade, troca de experiências e os momentos de aprendizado.

Aos amigos e amigas com quem tive o privilégio de conviver com maior frequência, Andres Trujillo, Ana Dognini, Bruno Cardillo, Carina Oliveira, Cesia Flores, Danielle Castan e Maria Beatriz, pela amizade, apoio nas atividades, pela oportunidade de aprender com vocês nas ricas discussões e pelos momentos de descontração.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

“Todos os que desfrutam acreditam que da árvore o que importa é o fruto, quando na verdade o que importa é a semente: eis a diferença entre os que desfrutam e os que creem.”

(Friedrich Nietzsche)

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
REFERÊNCIAS	13
2 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Physalis peruviana</i> L. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE TEMPERATURA, LUZ E SUBSTRATO	17
Resumo	17
Abstract	17
2.1 INTRODUÇÃO	17
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	19
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
2.4 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	31
3 ESTUDO DO CRESCIMENTO E DA MATURAÇÃO DOS FRUTOS DE <i>Physalis peruviana</i> L.	37
Resumo	37
Abstract	37
3.1 Introdução	37
3.2 Material e Métodos	39
3.3 Resultados e Discussão	42
3.4 Conclusões	56
REFERÊNCIAS	56
4 MATURAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Physalis peruviana</i> L. EM FUNÇÃO DO MOMENTO DO FLORESCIMENTO E DA IDADE DOS FRUTOS	63
Resumo	63
Abstract	63
4.1 Introdução	63
4.2 Material e métodos	65
4.3 Resultados e discussão	67
4.4 Conclusões	84
REFERÊNCIAS	84
5 INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE <i>Physalis peruviana</i> L. EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	91
Resumo	91
Abstract	91
5.1 Introdução	92
5.2 Material e métodos	93

5.3 Resultados e discussão	95
5.4 Conclusões	104
REFERÊNCIAS	104

RESUMO

Estudos da maturação do fruto e das sementes de *Physalis peruviana* L. e do teste de germinação

O cultivo de fisális (*Physalis peruviana* L.) é uma alternativa promissora para os agricultores que se dedicam à produção de frutíferas exóticas, do segmento de “pequenas frutas”, em decorrência da valorização do fruto, que possui diversas qualidades organolépticas e funcionais. Entretanto, ainda são escassas as informações sobre a cultura nas condições edafoclimáticas brasileiras, especialmente em relação aos processos de maturação dos frutos e das sementes, de modo que possa ser indicado o momento adequado para a colheita, considerando a qualidade dos frutos e das sementes e, não menos importante, o estudo das condições ideais para o teste de germinação das sementes, uma vez que, este teste, além de ser empregado para auxiliar na identificação da maturidade fisiológica das sementes, seus resultados são parâmetro para comparação da qualidade das sementes dos lotes e para a comercialização das sementes. Portanto, a presente pesquisa foi realizada com os objetivos de avaliar as necessidades de luz, temperatura e substrato para o teste de germinação; estudar a maturação dos frutos e das sementes e, a incidência de fungos nas sementes de *Physalis peruviana* L., segundo o momento do florescimento da planta e a idade dos frutos. Desta forma, a pesquisa foi conduzida entre fevereiro de 2016 e novembro de 2017, nos Laboratórios Análise de Sementes (LAS), de Análise de Imagens (LAI), de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas (LPCPH) e de Patologia de Sementes (LPS), pertencentes aos Departamentos de Produção Vegetal e de Fitopatologia e Nematologia, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), em Piracicaba, São Paulo. Para os estudos do teste de germinação das sementes, primeiramente foram avaliados diferentes suprimentos de luz e temperatura, sendo utilizada uma mesa termogradiente regulada com nove intervalos de temperatura (variação de 15 °C a 35 °C) e duas alternadas 20-30 °C e 15-35 °C, com oito horas de fotoperíodo e na ausência total de luz. Após estabelecidos os requerimentos de luz e temperatura, foram estudados os substratos para germinação das sementes: papel mata-borrão (sobre papel), areia (entre areia) e vermiculita (entre vermiculita). Quanto aos estudos da maturação e análise sanitária, foram distinguidos dois momentos de florescimento das plantas, 55 e 105 dias após o transplante (DAT) e, em cada um destes momentos, as flores foram marcadas por ocasião da antese e os respectivos frutos e sementes avaliados aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA). A germinação das sementes de *Physalis peruviana* L. ocorre em intervalo amplo de temperatura (15 a 30,2 °C), sendo ideais as temperaturas 25 °C constante e 20-30 °C alternada, com oito horas de luz. O substrato areia (entre areia) é mais adequado e, como alternativa, podem ser utilizados o papel (sobre papel) e a vermiculita (entre vermiculita). As avaliações do teste de germinação podem ser realizadas no 7º dia (primeira contagem) e no 14º dia (contagem final) após a instalação do teste. O momento do florescimento e o estágio de desenvolvimento do fruto têm influência sobre as características qualitativas deste e sobre a maturação das sementes. A idade (em dias após a antese) e as modificações da cor, da massa, do tamanho e do sabor que ocorrem durante o desenvolvimento são parâmetros indicativos da maturidade fisiológica tanto do fruto quanto das sementes, as quais ocorrem aos 75 DAA (55 DAT) e aos 60 DAA (105 DAT). Além disso, os frutos produzidos em Piracicaba, São Paulo, têm padrão para a comercialização e qualidade similar a dos frutos produzidos em outras regiões de cultivo. Os gêneros fúngicos constatados em sementes de *Physalis peruviana* L. são *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora* e *Penicillium*, sendo a menor incidência em sementes de 75 DAA. A presença dos fungos não afeta o componente fisiológico das sementes.

Palavras-chave: Fisális; Qualidade do fruto; Maturidade fisiológica; Análise de sementes

ABSTRACT

Studies on the maturation of the fruit and seeds of *Physalis peruviana* L. and germination test

The cultivation of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) is a promising alternative for the farmers who are dedicated to the production of exotic fruit, the "small fruits" segment, due to the valorization of the fruit, which has several organoleptic and functional qualities. However, information about the crop under Brazilian soil and climate conditions is still scarce, especially in relation to the fruit and seed maturation processes, so that the appropriate time for harvest can be indicated, considering the quality of the fruits and seeds and, not least, the study of the ideal conditions for the seed germination test, since this test, besides being used to help in the identification of the physiological maturity of the seeds, yours results are parameter for comparison the seed quality of the lots and for seed marketing. Therefore, the present research was developed out with the objective of evaluating the light, temperature and substrate requirements for the germination test and to study the maturation of fruits and seeds, and the incidence of fungi on seed of *Physalis peruviana* L., according to the moment of flowering of the plant and fruit age. The research was conducted between february 2016 and november 2017, in the Laboratories of Seeds Analysis (LAS), Analysis of Images (LAI), Post-Harvesting of Horticultural Plants (LPCPH) and Pathology Seeds (LPS), belonging to the Departments of Crop Science and Phytopathology and Nematology, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo (USP/ESALQ), in Piracicaba, São Paulo. For the seed germination test, different light and temperature supplies were evaluated first, using a termo-gradient table regulated with nine temperature ranges (ranging from 15 °C to 35 °C) and two alternate 20-30 °C and 15-35 °C, with eight hours of photoperiod and in the total absence of light. After the light and temperature requirements were established, the substrates for seed germination were studied: blotter paper sheets (upon paper), sand (between sand) and vermiculite (between vermiculite). In the maturation and seed health studies, two flowering moments were considered, at 55 and 105 days after transplanting (DAT) of the plants, and in each of these moments, the flowers were marked in the anthesis and the respective fruits and seeds evaluated at 45, 60, 75 and 90 days after anthesis (DAA). The germination of the seeds of *Physalis peruviana* L. occurs in a wide temperature range (15 to 30,2 °C), with temperatures 25 °C constant and 20-30 °C alternating, with eight hours of light. The sand substrate (between sand) is more suitable and, alternatively, paper and vermiculite may be used. The germination test evaluations can be performed on the 7th day (first count) and on the 14th day (final count) after the test installation. The moment of flowering and the development stage of the fruit influence the qualitative characteristics of the fruit and the maturation of the seeds. The age (in days after anthesis) and changes in color, mass, size and flavor that occur during the development, are indicative parameters of the physiological maturity of both fruit and seeds, which occur at 75 DAA (55 DAT) and at 60 DAA (105 DAT). In addition, fruits produced in Piracicaba, São Paulo, has a commercial pattern and quality similar to the fruits produced in other regions. The fungal genus found in seeds of *Physalis peruviana* L. are *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora* and *Penicillium*, the lowest incidence occurring in seeds of 75 DAA. The presence of fungi does not affect the physiological component of the seeds.

Keywords: Cape gooseberry; Fruit quality; Physiological maturity; Seed analyze

1. INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) é uma planta arbustiva que, dependendo das condições edafoclimáticas onde é cultivada, pode ser considerada uma cultura anual ou perene. No Brasil, ela é uma frutífera exótica, não simplesmente por ter origem exógena (Região dos Andes), mas pela excentricidade do fruto, cujo peso varia de 4 a 10 g, inserido no interior de um cálice globoso e indeiscente que, quando maduro, tem cor que varia da amarela à laranja. Estas características o torna muito apreciado na ornamentação culinária (FISCHER; LÜDDERS, 1997; MORENO; FISCHER; SÁNCHEZ, 2012; SILVA *et al.*, 2013).

As características do fruto não se restringem ao valor estético, uma vez que apresenta diversas qualidades organolépticas e nutricionais, pois além de possuir cor, aroma e sabor atrativos, é rico em minerais, vitaminas, ácidos graxos poliinsaturados, carotenoides, compostos fenólicos, fitoesteróis e vitaesteroides (principalmente fisalinas), fazendo com que a espécie seja uma promissora fonte de fitoquímicos bioativos e alimentos funcionais (FANG; LIU; LI, 2012; MOKHTAR; SWAILAM; EMBABY, 2018; PUENTE *et al.*, 2011; RAMADAN, 2011; TOMASSINI, *et al.*, 2000).

Por estas razões, houve uma valorização da cultura, sendo indicada como uma alternativa de produção lucrativa, especialmente para as pequenas propriedades (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014; MUNIZ *et al.*, 2014). Dado o cultivo recente no Brasil, há demanda por informações da espécie nas condições edafoclimáticas brasileiras, apesar de que algumas pesquisas tenham sido conduzidas, relacionadas principalmente, ao sistema de condução (MUNIZ *et al.*, 2011), à adubação (THOMÉ; OSAKE, 2010), à qualidade pós-colheita dos frutos (BOLZAN; CUQUEL; LAVORANTI, 2011) e aos custos de produção (LIMA *et al.*, 2009).

Todavia, quanto ao conhecimento em Tecnologia de Sementes há restrição de pesquisa, notadamente a respeito da maturação e do atributo sanitário, ainda que a semente seja a principal forma de multiplicação da espécie (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014; MUNIZ *et al.*, 2014). É sabido que, para qualquer que seja a cultura, cuja principal forma de multiplicação seja sexuada, a exploração depende do domínio de técnicas que possibilitem a obtenção de sementes com qualidade diferenciada. Até porque, as sementes são sujeitas ao ataque de microorganismos, especialmente de fungos, durante as fases de campo e de armazenamento, além de servirem como meio eficiente para a transmissão e disseminação

de patógenos, representando uma fonte de introdução e acúmulo de inóculo de patógenos em novas áreas de cultivo (MACHADO, 2012; MENTEN; BUENO, 1987; WETZEL, 1987).

Neste sentido, os estudos relacionados ao processo de maturação dos frutos e das sementes são imprescindíveis, pois a partir dos conhecimentos gerados, há possibilidade de identificação do momento em que as sementes atingem alta qualidade, assim como, o ponto ideal para a colheita (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Em espécies cujos frutos são carnosos, como os de *Physalis peruviana*, frequentemente tem sido constatada correlação entre os aspectos do fruto, como a idade e a cor, com a maturidade fisiológica das sementes e a colheita (DIAS; NASCIMENTO, 2009; MEDEIROS *et al.*, 2010; NAKADA *et al.*, 2011; VIDIGAL *et al.*, 2009).

Entretanto, o processo de maturação dos frutos, bem como o momento em que as sementes atingem o ponto de maturidade, pode variar em função do genótipo, da posição do fruto na planta, da semente no interior do fruto, do estágio de desenvolvimento da planta e das condições ambientais durante a época do florescimento e do desenvolvimento dos frutos (BERILLI *et al.*, 2007; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; DIAS *et al.*, 2006; SINGKAEW *et al.*, 2017).

Durante o desenvolvimento dos frutos, ocorrem diversas transformações bioquímicas, fisiológicas e estruturais, que refletem dentre outras características, as alterações da cor, do sabor, do aroma, da textura e do próprio desenvolvimento das sementes (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Enquanto nas sementes, as transformações provocam alterações relacionadas ao tamanho, ao conteúdo de matéria seca acumulada, ao teor de água e à capacidade de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994; DELOUCHE, 1981).

Por ocasião da maturidade fisiológica, as sementes possuem máxima germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; POPINIGIS, 1985), sendo o teste de germinação, amplamente empregado para auxiliar na identificação deste estágio, o qual deve ser conduzido em condições ótimas de temperatura, de luz, de substrato e de fornecimento de água, de modo a viabilizar a expressão da máxima germinação das sementes (BRASIL, 2009).

O teste de germinação, por aferir o atributo fisiológico, tem seus resultados também utilizados para comparar lotes e servir como parâmetro de comercialização das sementes (COIMBRA *et al.*, 2007). Todavia, não há recomendações para o teste de germinação das sementes de *Physalis peruviana* L., nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), ainda que constem para outras espécies do mesmo gênero.

Portanto, visando suprir a escassez de informações sobre a cultura, no âmbito da Tecnologia de Sementes, a presente pesquisa foi realizada com os objetivos de avaliar as necessidades de luz, temperatura e substrato para o teste de germinação das sementes; estudar a maturação dos frutos e das sementes e a incidência de fungos nas sementes de *Physalis peruviana* L., segundo o momento do florescimento da planta e a idade dos frutos, nas condições edafoclimáticas de Piracicaba-SP.

Referências

BERILLI, S.S.; OLIVEIRA, J.G.A.; MARINHO, A.B.; LYRA, G.B.; SOUSA, E.F.; VIANA, A.P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, MG. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 011-014, 2007.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**, 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

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

COIMBRA, R.A.; TOMAZ, C.A.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

DELOUCHE, J.C. Seed maturation. In: **Handbook of seed technology**. Mississippi: Mississippi State University, 1981. p. 17-23.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 308, p. 446-456, 2006.

DIAS, D.C.F.S.; NASCIMENTO, W.M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 11-76.

FANG, S.T; LIU, J.K.; LI, B. Ten new withanolides from *physalis peruviana*. **Steroids**, v. 77, n. 1, p. 36-40, 2012.

FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 001-015, 2014.

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

LIMA, C.S.M.; MANICA-BERTO, R.; SILVA, S.J.P.; BETEMPS, D.L.; RUFATO, A.R. Custo de implantação e condução de pomar de *Physalis* na região sul do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 555-561, 2009.

MACHADO, J.C. Patologia de sementes: significados e atributos. In: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 524-590.

MEDEIROS, M.P.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; FREITAS, A.V.L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 017-024, 2010.

MENTEN, J.O.M.; BUENO, J.T. Transmissão de patógenos pelas sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 164-191.

MOKHTAR, S.M.; SWAILAM, H.M.; EMBABY, H.E.S. Physicochemical properties, nutritional value and techno-functional properties of goldenberry (*Physalis peruviana*) waste powder
concise title: Composition of goldenberry juice waste. **Food Chemistry**, v. 248, n. 2, p. 1-7, 2018.

MORENO, A.M.H.; FISCHER, G.; SÁNCHEZ, M.I.C. Agronomical evaluation of cape gooseberries (*Physalis peruviana* L.) from central and north-eastern Colombia. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 30, n. 1, p. 15-24, 2012.

NAKADA, P.G.; OLIVEIRA, J.A.; MELO, L.C.; GOMES, L.A.A.; PINHO, E.V.R.V. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T.R.; RUFATO, A.R.; MACEDO, T.A. General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

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, v. 33, n. 3, p. 830-838, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 285 p.

PUENTE, L.A.; PINTO-MUÑOZ, S.A.; CASTRO, E.S.; CORTÉS, M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 1, p. 733-740. 2011.

RAMADAN, M.F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1830-1836, 2011.

SILVA, D.F.; VILLA, F.; BARP, F.K.; ROTILI, M.C.C.; STUMM, D.R. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 826-832, 2013.

SINGKAEW, J.; MIYAGAWA, S.; WONGS-AREE, C.; VICHITSOONTHONKUL, T.; SOKAOKHA, S.; PHOTCHANACHAI, S. Season, fruit maturity, and storage affect on the physiological quality of f1 hybrid 'VTM580' tomato seeds and seedlings. **The Horticulture Journal**, v. 86, n. 1, p. 121-131, 2017.

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

THOMÉ, M.; OSAKE, 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.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.C.; PINHO, E.V.R.V.; DIAS, L.A.S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n.2, p. 129-136, 2009.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos do armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 260-275.

2 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Physalis peruviana* L. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE TEMPERATURA, LUZ E SUBSTRATO

Resumo

O conhecimento das condições ideais para o teste de germinação das sementes é essencial em função do potencial de crescimento da cultura no País. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar as necessidades de luz, temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes *Physalis peruviana* L. Foram utilizadas sementes de três lotes, sendo inicialmente avaliadas, em mesa termogradiente, nove intervalos de temperatura (variação de 15 a 35 °C) e duas alternadas 20-30 °C e 15-35 °C, com oito horas de fotoperíodo e na ausência total de luz. No segundo momento, foram estudados os substratos papel mata-borrão (sobre papel), areia (entre areia) e vermiculita (entre vermiculita), com oito horas de luz, nas temperaturas de 25 °C e 20-30 °C. As avaliações foram diárias até a estabilização da germinação, sendo registradas as plântulas normais. Os resultados foram expressos em quantidade total de germinação (%) índice de velocidade e o tempo médio de germinação (dia). A germinação de sementes de *Physalis peruviana* L. ocorre em intervalo amplo de temperatura (15 a 30,2 °C), sendo ideais as temperaturas 25 °C constante e 20-30 °C alternada, com oito horas de luz. O substrato areia (entre areia) é mais adequado e, como alternativa, podem ser utilizados o papel (sobre papel) e a vermiculita (entre vermiculita). As avaliações do teste de germinação podem ser realizadas no 7º dia (primeira contagem) e no 14º dia (contagem final) após a instalação do teste.

Palavras-chave: Fisális; Plântulas; Mesa termogradiente; Análise de sementes

Abstract

The knowledge of the ideal conditions for the germination test of the seeds is essential in function of the potential of growth of the culture in the Country. Therefore, the objective of the work was to evaluate the needs of light, temperature and substrate for the test of seed germination *Physalis peruviana* L. Seeds from three lots were used, and nine temperature ranges (ranging from 15 to 35 °C) and two alternating ones from 20-30 °C and 15-35 °C with eight hours of light and in the total absence of light. At the second moment, the substrates were blotter paper sheets (upon paper), sand (between sand) and vermiculite (vermiculite), under a photoperiod of eight hours, at temperatures of 25 °C and 20-30 °C. The evaluations were daily until the stabilization of the germination and the normal seedlings were registered. The results were expressed as total germination rate (%) germination speed index and mean germination time (day). The germination of seeds of *Physalis peruviana* L. occurs in a wide range of temperatures (15 to 30,2 °C), with temperatures 25 °C constant and 20-30 °C alternating with eight hours of light. The sand substrate is more suitable and, alternatively, paper and vermiculite may be used. The germination test evaluations can be performed on the 7th day (first count) and on the 14th day (final count) after the test installation.

Keywords: Cape gooseberry; Seedlings; Thermo-gradient table; Seed analyze

2.1 Introdução

Physalis peruviana L. é uma planta arbustiva, da família Solanaceae, produz uma fruta exótica e compõe o grupo das “pequenas frutas”. A maioria dos estudos indica que é originária de regiões Andinas (MORENO; FISCHER; SÁNCHEZ, 2012; THOMÁS; ORTEGA, 2014).

Em função das qualidades nutracêuticas e organolépticas, houve uma valorização dos frutos, tornando a cultura uma alternativa econômica. Nesse sentido, o cultivo aumentou nos

últimos anos nos países Sul-americanos, incluindo o Brasil (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014; RAMADAN, 2011).

A semente é a principal forma de multiplicação das plantas dessa espécie (MUNIZ *et al.*, 2014). Entretanto, o cultivo da *Physalis peruviana* é recente no Brasil e, ainda, são escassos os estudos sobre as sementes. Para qualquer que seja a cultura, cuja principal forma de multiplicação seja sexuada, o domínio de técnicas que possibilitem a obtenção de sementes com qualidade diferenciada é essencial.

Para avaliação do parâmetro fisiológico das sementes é utilizado o teste de germinação, que deve ser conduzido em condições ótimas quanto à disponibilidade de água, oxigênio, temperatura e luz, de modo a viabilizar a expressão da máxima germinação (BRASIL, 2009). A germinação compreende uma série de eventos metabólicos que têm início com a embebição de água pela semente, seguida pela síntese e ativação de enzimas, resultando na mobilização das reservas orgânicas e, culmina com o alongamento do eixo do embrião (BEWLEY; BLACK, 1994).

O substrato é fundamental para prover a água e o oxigênio, pois a deficiência de água impossibilita a sequência dos processos bioquímicos, físicos e fisiológicos, ao passo que, o excesso pode limitar a disponibilidade de oxigênio, o qual interfere nas reações oxidativas que fornecem energia para o desenvolvimento do eixo do embrião (POPINIGIS, 1985).

A temperatura regula todos os processos biológicos e, em relação à germinação, além de interferir na velocidade de absorção da água, afeta o total das sementes germinadas e a velocidade em que ocorrerá o processo (BEWLEY; BLACK, 1994). Neste sentido, existe uma faixa de temperatura característica para a germinação de cada espécie (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; POPINIGIS, 1985).

Quanto ao aporte de luz para a germinação, as sementes são classificadas em fotoblásticas positivas, fotoblásticas negativas, isto é, beneficiadas ou prejudicadas pela luz, respectivamente. Existindo ainda, as indiferentes, que não têm sensibilidade à luz (VIDAVER, 1980).

O potencial de crescimento da cultura no Brasil requer o conhecimento das condições ideais para o teste de germinação das sementes de *Physalis peruviana*, o que exigirá profissionalização dos produtores de sementes e a padronização do teste de germinação. Os resultados deste teste são utilizados para comparar lotes e servem como parâmetro de comercialização de sementes (COIMBRA *et al.*, 2007).

Todavia, as únicas recomendações para o teste de germinação das sementes do gênero *Physalis*, que constam nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), referem-se à *Physalis alkekengi* L. e *Physalis pubescens* L. Portanto, para *Physalis peruviana* L. os conhecimentos básicos não estão ainda estabelecidos, carecendo de estudos que possam subsidiar o desenvolvimento do teste, até porque, a variabilidade genética existente no germoplasma do próprio gênero e, ou, as espécies podem demandar condições ambientais distintas para a germinação (MONDO, *et al.*, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Portanto, nesta pesquisa foram avaliadas as condições para a disponibilidade de luz, temperatura e substrato para o teste de germinação das sementes *Physalis peruviana* L.

2.2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Análise de Sementes (LAS) e de Análise de Imagens (LAI) do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), em Piracicaba, São Paulo. No período de fevereiro a julho de 2016. As sementes de *Physalis peruviana* L. foram adquiridas de agricultores localizados nos municípios de Maria da Fé e Camanducaia, Minas Gerais, sendo os lotes definidos de acordo com o local e o ano de produção (A - Maria Fé, 2013; B - Camanducaia, 2012; e C - Camanducaia, 2013).

Inicialmente, foram determinados o teor de água das sementes, com base na massa úmida, por meio do método da estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas e peso de mil sementes (BRASIL, 2009). Posteriormente, foi realizada a caracterização morfológica das sementes, com base na cor, tamanho e forma. Para isto, foram distribuídas em quatro repetições de 25 sementes em fita adesiva, dupla face transparente, coladas sobre uma folha acrílica transparente (210 x 297 mm). Em seguida, fotografadas com câmera digital (Nikon D1; lente AF Micro-Nikkor 60 mm f/2.8D) posicionada à distância fixa de 37,9 cm. As imagens em formato *tiff* foram transferidas para o computador por meio do programa Nikon Capture Câmera Control (*Exposure Model*: Manual; *Shutter Speed*: 1/15 segundo; *Aperture*: f/20; *Exposure Comp.*: +1/3 EV) e analisadas por meio do software ImageJ 1.5, cujas etapas da análise foram executadas na seguinte sequência: abertura da imagem, mantendo formato RGB (Vermelho, Verde e Azul, respectivamente); seleção da escala pelo comando *Set Scale*; seleção dos parâmetros a serem mensurados, *Set Measurements* (Area, Shape descriptors e

Mean gray value) e seleção das sementes de forma individualizada, para análise. Os resultados de cor foram expressos em valores de RGB; a área de cada semente em mm² e circularidade, que determina quão circular é a semente, em escala de 0 a 1 (FERREIRA; RASBAND, 2012).

Para estudos do teste de germinação das sementes, foram instalados dois ensaios. No primeiro, foram avaliados diferentes suprimentos de luz e temperatura. Assim, a mesa termogradiente foi utilizada e reguladas para nove intervalos de temperatura com variação de 15 °C a 35 °C, sete constantes e duas alternadas 20-30 °C e 15-35 °C, com oito horas de luz e sem luz. Quatro repetições de 25 sementes foram distribuídas sobre três folhas de papel mata-borrão, umedecidas com água destilada na proporção de 2,3 vezes a massa do papel seco, em placas de Petri (diâmetro de 8 cm). Para o tratamento ausência de luz, as placas de Petri foram acondicionadas em embalagens de polietileno preto para impedir a passagem da luz. A colocação das sementes no substrato e as avaliações referentes aos tratamentos sem a luz foram em ambiente com luz verde.

No segundo ensaio, após estabelecidos os requerimentos de luz e temperatura com a utilização da mesa termogradiente, foram estudados os substratos para germinação das sementes: papel mata-borrão (sobre papel), areia (entre areia) e vermiculita (entre vermiculita) esterilizadas, colocados no interior de caixas plásticas transparentes (11,0x11,0x3,0 cm). Quatro repetições de 25 sementes foram distribuídas sobre duas folhas papel mata-borrão ou entre areia e vermiculita e colocadas a 0,5 cm de profundidade. O papel foi umedecido com água destilada na proporção de 2,3 vezes a sua massa seca e a areia e a vermiculita umedecidas com volume de água equivalente a 50% da capacidade de retenção destes substratos. Em seguida, as sementes foram mantidas em germinadores com oito horas de luz, a 25 °C constante e a 20-30 °C alternada.

Nos dois ensaios, as avaliações foram diárias até a estabilização da germinação, sendo registradas as plântulas normais, as que tinham as partes essenciais desenvolvidas, de forma equilibrada. Os resultados foram expressos pela quantidade total de germinação (em porcentagem), Brasil (2009), índice de velocidade da germinação (MAGUIRE, 1962) e tempo médio de germinação (LABOURIAU, 1983).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos para estudos da temperatura e luz tinham 22 combinações de temperatura e luz. Em relação ao estudo do substrato, os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 3, temperatura e substrato, respectivamente. Os dados obtidos foram

avaliados quanto à análise de variância e as comparações entre as médias foram avaliadas pelo teste de tukey ($p < 0,05$).

2.3 Resultados e Discussão

A caracterização física das sementes de *Physalis peruviana* (Tabela 1) praticamente não exibiu variação, o que indica a uniformidade entre as sementes dos três lotes. Os baixos teores de água (média de 7,6%) das sementes, estavam adequados para a manutenção da qualidade durante o período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Quanto aos valores de RGB, indicam que as diferenças da origem das sementes não conceberam alterações perceptíveis na cor, ainda que possa ser um parâmetro utilizado para classificar sementes que têm qualidade diferenciada (DELL'AQUILA, 2006).

Tabela 1 - Médias e desvios-padrões do teor de água (T.A), dos valores de RGB, do peso de mil sementes (P.M), da área e da circularidade das sementes de *Physalis peruviana* L., lotes A, B e C.

Lote	T.A (%)	RGB	P.M (g)	Área (mm ²)	Circularidade
A	7,4 ± 0,4	125,42 ± 2,01	1,0 ± 0,0005	2,16 ± 0,03	0,64 ± 0,02
B	7,6 ± 0,3	123,70 ± 2,39	1,1 ± 0,0011	2,21 ± 0,06	0,67 ± 0,01
C	7,6 ± 0,8	124,64 ± 0,69	1,1 ± 0,0017	2,32 ± 0,03	0,66 ± 0,02

O peso de mil sementes foi, aproximadamente, 1 g e o tamanho da semente, representado pela área (Tabela 1), mostram quão pequenas são e justificam o número de sementes (150 a 300) em um fruto cujo peso varia de 4 a 10 g (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014). Em relação à circularidade, os valores evidenciam o formato circular das sementes. A forma e o tamanho são características morfológicas das sementes que têm importância tanto para identificação e classificação de espécies, quanto agrônoma, pois refletem os componentes genético e fisiológico (CERVANTES; MARTÍN; SAADAoui, 2016).

Estas informações sobre a cor, a forma e o tamanho obtidas de forma quantitativa, por método que não altera a integridade física da semente, são úteis para identificar as sementes do gênero *Physalis*, bem como, para os estudos das alterações morfofisiológicas que ocorrem durante a maturação.

A germinação das sementes de *Physalis peruviana* com oito horas de luz por dia foi favorecida quando associada às temperaturas constantes compreendidas no intervalo de 15

°C a 30,2 °C e alternadas de 20-30 °C e 15-35 °C (Tabela 2); com exceção das sementes do Lote A, para as quais as temperaturas entre 15 e 19,3 °C causaram a redução da germinação.

Na condição de ausência de luz, apesar de ocorrer protrusão da raiz primária (Figura 1.B), a germinação foi prejudicada, independentemente da temperatura. Nesta condição, a maioria das sementes que emitiu a raiz, originou plântulas anormais com o tegumento aderido aos cotilédones, estioladas e com necrose e constrição dos tecidos na região do hipocótilo (Figura 1.E-I). Portanto, a exposição à luz foi benéfica para germinação, pois favoreceu o desenvolvimento normal de todas as estruturas essenciais das plântulas (Figura 1.D).

A protrusão da raiz primária é considerada como um parâmetro para avaliar a germinação de sementes (ATAÍDE; BORGES; FLORES, 2016), mas para as sementes de *Physalis peruviana* que germinaram sem a luz não foi adequado pois a protrusão da raiz não resultou, obrigatoriamente, na formação da plântula normal.

Brancalion *et al.* (2008) tiveram o mesmo problema com as sementes de *Heliocarpus popayanensis* L., as quais também emitiram raiz primária no escuro, mas originaram plântulas anormais, porque os cotilédones permaneceram no interior do tegumento e houve o estiolamento do hipocótilo; em contrapartida, a incidência da luz favoreceu o desenvolvimento das plântulas normais. A luz favoreceu também as sementes de *Physalis angulata*, pois na medida em que houve o aumento da intensidade luminosa (564 lux) houve estímulo para a germinação, enquanto a menor intensidade luminosa (385 lux) proporcionou atraso ao processo (FREITAS; OSUÑA, 2006).

Tabela 2 – Médias da Germinação (G), do índice de velocidade (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) das sementes de *Physalis peruviana* L. em diferentes temperaturas e oferta de luz (L – luz; E – escuro), lotes A, B e C.

Tratamentos	Lote A			Lote B			Lote C		
	G (%)	IVG	TMG (dia)	G (%)	IVG	TMG (dia)	G (%)	IVG	TMG (dia)
15,0 a 17,1 °C (L)	13 def	0,19 f	17,3 abcd	62 ab	0,87 cd	17,9 de	78 ab	0,99 de	20,2 d
17,2 a 19,3 °C (L)	29 cdef	0,46 def	16,1 abcd	77 a	1,34 bc	15,1 bcde	79 ab	1,24 cd	16,2 abcd
19,4 a 21,5 °C (L)	53 abc	0,96 bcd	14,1 abcd	78 a	1,52 b	13,6 abcd	89 a	1,62 abc	14,1 abcd
21,6 a 23,7 °C (L)	60 ab	1,20 abc	12,8 abc	85 a	1,89 ab	12,1 abc	95 a	1,88 ab	13,1 abcd
23,8 a 25,8 °C (L)	53 abc	1,29 ab	10,7 a	82 a	1,87 ab	12,1 abc	92 a	1,90 ab	12,9 abc
25,9 a 28,0 °C (L)	54 abc	1,41 ab	10,2 a	79 a	2,1 3a	10,3 ab	88 a	1,90 ab	12,4 abc
28,1 a 30,2 °C (L)	71 a	1,79 a	10,6 a	71 a	1,64 ab	11,8 abc	78 ab	1,79 ab	12,1 ab
30,3 a 32,4 °C (L)	39 bcd	0,90 bcde	11,3 ab	39 bc	0,88 cd	12,1 abc	65 bc	1,42 bcd	12,9 abcd
32,5 a 35,0 °C (L)	34 bcde	0,60 cdef	14,7 abcd	37 bcd	0,77 cd	12,8 abcd	46 cd	0,95 de	13,4 abcd
20,0-30,0 °C (L)	71 a	1,60 a	11,5 ab	76 a	1,84 ab	11,1 abc	89 a	1,95 a	12,1 ab
15,0-35,0 °C (L)	60 ab	1,26 ab	12,3 ab	78 a	1,59 ab	12,9 abcd	90 a	1,80 ab	12,7 abc
15,0 a 17,1 °C (E)	1 f	0,01 f	23,0 d	5 e	0,08 e	20,0 e	7 f	0,12 f	17,4 bcd
17,2 a 19,3 °C (E)	3 f	0,05 f	20,1 bcd	23 cde	0,38 de	16,3 cde	11 ef	0,20 f	14,0 abcd
19,4 a 21,5 °C (E)	5 f	0,08 f	17,8 abcd	21 cde	0,40 de	13,8 abcd	9 f	0,17 f	13,3 abcd
21,6 a 23,7 °C (E)	8 ef	0,15 f	14,9 abcd	20 cde	0,42 de	13,6 abcd	3 f	0,06 f	19,5 cd
23,8 a 25,8 °C (E)	7 ef	0,16 f	15,1 abcd	12 de	0,33 de	12,4 abcd	5 f	0,12 f	15,0 abcd
25,9 a 28,0 °C (E)	11 def	0,29 ef	10,9 ab	16 cde	0,47 de	8,7 a	19 ef	0,53 ef	10,8 ab
28,1 a 30,2 °C (E)	6 ef	0,16 f	9,4 a	18 cde	0,47 de	10,8 abc	10 f	0,31 f	9,8 a
30,3 a 32,4 °C (E)	11 def	0,25 f	15,5 abcd	22 cde	0,58 de	9,8 ab	32 de	0,92 de	9,6 a
32,5 a 35,0 °C (E)	6 ef	0,16 f	17,1 abcd	21 cde	0,54 de	10,0 ab	48 cd	1,05 d	11,5 ab
20,0-30,0 °C (E)	28 cdef	0,33 ef	22,1 cd	27 cde	0,50 de	15,0 bcde	11 ef	0,20 f	14,9 abcd
15,0-35,0 °C (E)	19 def	0,23 f	23,3 d	26 cde	0,50 de	13,9 abcd	12 ef	0,18 f	17,8 bcd
C.V (%)	36,3	37,6	23,6	21,4	23,5	16,0	16,7	19,9	19,7

*Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de Variação.

Figura 1 - Imagens das sementes de *Physalis Peruviana* L.: intactas (A), em início da protrusão da raiz (B) e morta (C); plântula normal (D) e anormais (E, F, G, H e I). As setas em E e F indicam, respectivamente, plântulas com o tegumento aderido aos cotilédones e estiolada e em I, necrose e constrição dos tecidos no hipocótilo. As barras em A e D correspondem a 1 e 25 mm, respectivamente.

A disponibilidade da luz tem sido considerada importante para a germinação de sementes pequenas, geralmente produzidas por plantas que crescem em áreas abertas e expostas à luz (ABREU; GARCIA, 2005; OLIVEIRA; GARCIA, 2011; VIEIRA; RODRIGUES; GARCIA, 2018). O tamanho da semente tem relação com a quantidade de reservas armazenadas, por isso, àquelas consideradas pequenas, normalmente germinam sobre ou próximo à superfície do solo, de modo a facilitar a exposição à luz solar, que estimula a germinação, o crescimento e o estabelecimento das plântulas (AUD; FERRAZ, 2012; VIVIAN *et al.*, 2008).

Considerando o percentual da germinação das sementes dos três lotes (Tabela 3), o teste de germinação conduzido com qualquer temperatura constante no intervalo entre 19,4 °C e 30,2 °C e nas alternadas de 20-30 °C e 15-35 °C, com oito horas de luz, proporciona a

expressão do máximo percentual de germinação das sementes de *Physalis peruviana*. É interessante ressaltar que os resultados obtidos para as sementes de *Physalis peruviana* com a temperatura alternada (20-30 °C) e disponibilidade de luz, são idênticas às recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para a germinação das sementes de *Physalis alkekengi* L. e de *Physalis pubescens* L.

Os resultados apresentados por Nosratti *et al.* (2016) destacaram também o benefício da temperatura alternada e o efeito estimulador da luz para a germinação das sementes de *Physalis divaricata*. Enquanto Mondo *et al.* (2010), ao estudarem a germinação das sementes de quatro espécies do gênero *Digitaria* identificaram que as temperaturas alternadas foram as mais adequadas para germinação destas sementes, mas apenas as sementes de *D. bicornis* e *D. horizontalis*, necessitaram de luz para completar o processo de germinação.

Em relação ao índice de velocidade da germinação (Tabela 2), os maiores índices foram obtidos quando o teste foi conduzido com luz e com as temperaturas constantes entre 21,6 °C e 30,2 °C e as alternadas 20-30 °C e 15-35 °C. Condições semelhantes às verificadas para a germinação, diferindo quanto ao fato da máxima germinação ser alcançada utilizando temperatura a partir de 19,4 °C, enquanto o aumento da velocidade da germinação é conseguido com temperatura superior a 21,5 °C, até o limite de 30,2 °C.

Estes resultados são condizentes com o que afirmaram Carvalho e Nakagawa (2012), que a germinação será tanto mais rápida quanto maior for a temperatura, até um certo limite; a temperatura ótima para germinação total é diferente da temperatura na qual a velocidade de germinação é maior. Neste sentido, Pereira, Santos e Martins Filho (2011), constataram que os melhores resultados para a germinação das sementes de *Solanum sessiliflorum* são as temperaturas de 30 °C e 35 °C, mas a maior velocidade de germinação foi a 35 °C.

Diferentemente do observado em relação ao índice de velocidade da germinação e do percentual da germinação, em que a ausência de luz interferiu negativamente, os valores de tempo médio da germinação não apresentaram diferenças significativas em relação à exposição à luz, para a maioria das temperaturas (Tabela 2). Isto pode ser explicado porque a maioria das sementes germinou nos primeiros dias do teste e, conseqüentemente, houve redução do tempo médio de germinação, mesmo que esta determinação seja calculada como uma média ponderada.

Analisando apenas as condições da temperatura e do fotoperíodo que favoreceram os maiores percentuais e índices de velocidade da germinação, o tempo médio da germinação variou entre 10 e 14 dias, sendo que a protrusão da raiz primária foi perceptível aos três dias após a instalação do teste. Souza *et al.* (2010), conduziram teste de germinação das sementes de *Physalis angulata* a 35 °C, com 12 horas de luz e constataram que a protrusão radicular iniciou após 40 horas e a liberação do tegumento ocorreu 100 horas após o início do teste. Neste sentido, as sementes de *Physalis peruviana* completaram a germinação em intervalo de tempo relativamente reduzido, considerando a duração de 28 dias do teste de germinação das sementes de *Physalis alkekengi* L. e *Physalis pubescens* L., que é conduzido nas condições de temperatura alternada (20-30 °C) com oito horas de luz (BRASIL, 2009).

As médias da germinação apresentadas nas Tabelas 3, 4 e 5, pode ser constatada, a ausência do efeito da temperatura e o efeito significativo apenas do substrato para os resultados das sementes dos lotes B e C. Para as sementes destes dois lotes, em qualquer uma das temperaturas utilizadas, o maior percentual da germinação foi obtido quando a areia foi utilizada como substrato.

Tabela 3 - Médias da germinação, do índice de velocidade (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) de sementes de *Physalis peruviana* L. em diferentes substratos e temperaturas, lote A.

Substrato	Temperatura (°C)		Média
	25	20-30	
.....Germinação (%).....			
Areia	76	68	72
Papel	75	72	73
Vermiculita	76	74	75
Média	76	71	-
.....IVG.....			
Areia	2,00	1,66	1,82 a
Papel	1,63	1,36	1,50 b
Vermiculita	1,67	1,62	1,64 ab
Média	1,76 A	1,54 B	-
.....TMG (dia).....			
Areia	10,4 bA	10,8 bA	10,6
Papel	11,9 aB	14,0 aA	13,0
Vermiculita	11,9 aA	12,0 bA	12,0
Média	11,4	12,3	-
C.V _G = 10,6 %; C.V _{IVG} = 12,2%; C.V _{TMG} = 6,2%			

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$) C.V = Coeficiente de Variação.

A ausência do efeito significativa entre as temperaturas constantes e alternadas sobre a germinação é compreensível em função de terem sido as temperaturas que proporcionaram os percentuais de germinação similares, por ocasião das avaliações na mesa termogradiante e, por isto, previamente selecionadas para o ensaio de avaliação dos substratos.

Para as sementes do lote A (Tabela 3) a temperatura de 25 °C e os substratos areia e vermiculita possibilitaram obter os maiores índices de velocidade de germinação. Por outro lado, para as sementes dos lotes B e C (Tabelas 4 e 5), o substrato areia e 25 °C, proporcionaram o aumento da velocidade da germinação. Ao passo que, os substratos papel e vermiculita apresentaram resultados similares em temperatura constante e distintos para a temperatura alternada.

Houve interação significativa dos tratamentos em relação aos resultados do tempo médio de germinação para as sementes dos lotes A e C (Tabelas 3 e 5). Nestas interações, o maior tempo demandado para a germinação foi evidenciado em papel, na temperatura alternada, 20-30 °C (lote A) e em vermiculita, nas duas temperaturas (lote C). Enquanto que para as sementes do lote B (Tabela 4), houve apenas efeito significativo do substrato, com destaque para a areia.

Tabela 4 - Médias da germinação, do índice de velocidade (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) de sementes de *Physalis peruviana* L. em diferentes substratos e temperaturas, lote B.

Substrato	Temperatura (°C)		Média
	25	20-30	
.....Germinação (%).....			
Areia	84	80	82 a
Papel	65	74	70 b
Vermiculita	68	77	73 b
Média	72	77	-
.....IVG.....			
Areia	2,37 aA	2,15 aB	2,26
Papel	1,50 bA	1,60 cA	1,55
Vermiculita	1,54 bB	1,85 bA	1,70
Média	1,80	1,87	1,84
.....TMG (dia).....			
Areia	9,5	10,0	9,7 b
Papel	11,8	12,4	12,1 a
Vermiculita	11,6	10,8	11,2 a
Média	11,0	11,1	-
C.V _G = 8,4 %; C.V _{IVG} = 7,0%; C.V _{TMG} = 7,1%			

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$).

Tabela 5 - Médias da germinação, do índice de velocidade (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) de sementes de *Physalis peruviana* L. em diferentes substratos e temperaturas, lote C.

Substrato	Temperatura (°C)		Média
	25	20-30	
.....Germinação (%).....			
Areia	100	100	100 a
Papel	83	89	86 b
Vermiculita	86	78	82 b
Média	90	89	-
.....IVG.....			
Areia	3,30 aA	2,86 aB	3,08
Papel	2,35 bA	2,47 bA	2,41
Vermiculita	2,12 bA	1,92 cA	2,02
Média	2,59	2,42	-
.....TMG (dia).....			
Areia	7,7 cB	8,9 bA	8,3
Papel	9,1 bA	9,2 bA	9,1
Vermiculita	10,3 aA	10,4 aA	10,4
Média	9,0	9,5	-
C.V _G = 7,1%; C.V _{IVG} = 7,1%; C.V _{TMG} = 4,0%			

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$).

De modo geral, o substrato areia possibilitou a germinação em menor tempo que os demais substratos, independentemente da temperatura avaliada. Considerando que a germinação das sementes de *Physalis peruviana* é epígea e a plântula do tipo

fanerocotiledonar-epígea-foliácea, a resistência mecânica imposta pelo substrato pode contribuir para liberar o tegumento dos cotilédones e, assim, completar a germinação. Dentre os substratos avaliados, a areia apresenta esta característica física e talvez explique os resultados superiores do percentual e da velocidade da germinação, em detrimento dos demais substratos. Haja vista que, uma das funções do substrato é dar sustentação às sementes, suficiente para o desenvolvimento adequado das plântulas. Além disso, o maior contato da semente com o substrato umedecido, favorece a velocidade de absorção de água e, consequentemente, o acréscimo da velocidade da germinação.

Assim como o requerimento da temperatura e da luz, há variação da adequação do substrato entre sementes das diferentes espécies, por exemplo, resultados semelhantes foram obtidos com sementes de *Solanum sessiflorum*, em que maior porcentagem de germinação ocorreu em substrato areia (LOPES; PEREIRA, 2005). Para a germinação de sementes de *Cucumis metuliferus*, as temperaturas 25 °C e 20-30 °C são idênticas às requeridas para as sementes de *Physalis peruviana*, diferindo quanto ao substrato ideal (rolo de papel) (ALVES *et al.*, 2014). Já, as condições adequadas para o teste de germinação de sementes de *Parkia multijuga*, são obtidas com o uso da areia como substrato, as temperaturas de 25 °C ou 30 °C e a luz contínua (ROCHA *et al.*, 2014).

Enquanto Ferreira e Novembre (2015), ao estudarem a germinação de *Bixa orellana* L., indicaram o substrato papel como ideal para estas sementes. Em alguns casos, pode inclusive haver indicação de mais de um substrato, como verificado para as sementes de *Simira gardneriana*, para as quais os substratos papel e areia foram os recomendados (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Apesar do substrato areia ter proporcionado, para a maioria dos resultados, valores superiores, houve dificuldade para colocar as sementes na areia no momento da instalação do teste de germinação, devido ao tamanho da semente e, principalmente, à cor das sementes de *Physalis peruviana*, que se assemelha à cor deste substrato. Portanto, apesar deste substrato atender às exigências ecofisiológicas das sementes, para a sua utilização deve ser considerado este tipo de inconveniente durante a instalação do teste. Não por acaso, para as sementes das espécies do mesmo gênero, *P. alkekengi* e *P. pubescens*, são recomendados os substratos papel e areia (BRASIL, 2009). Neste sentido, os substratos papel e vermiculita podem ser, alternativamente, indicados para o teste de germinação das sementes de *P.*

peruviana, uma vez que os resultados da germinação das sementes do lote A foram similares aos obtidos com os do substrato areia.

Não existem pesquisas que avaliaram as condições para o teste de germinação das sementes de *Physalis peruviana*, mas pesquisadores que avaliaram a germinação destas sementes utilizaram métodos distintos. Sbrussi *et al.* (2014) utilizaram o substrato papel, umedecido na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, 20-30 °C e 16 horas de luz. Enquanto Oro *et al.* (2012) e Melo *et al.* (2015) utilizaram também o substrato papel, mas umedecido com água na quantidade correspondente a três vezes o peso do substrato seco e 25 °C com 12 horas de luz.

Diante do exposto, é evidente a necessidade da luz (oito horas por dia) para a germinação das sementes de *Physalis peruviana* e, embora germinem em intervalo amplo de temperatura, 15 °C a 30,2 °C, as temperaturas 25 °C constante e 20-30 °C alternada podem ser consideradas ideais, pois nestas temperaturas são obtidos os maiores percentuais e índices de velocidade da germinação. Além disso, são consideradas limitantes as temperaturas abaixo de 21,6 °C, por reduzirem a velocidade com que a germinação ocorre e, acima de 30,2 °C, tanto por reduzirem a velocidade quanto o número total de sementes germinadas. Considerando que nas temperaturas ideais, foi possível observar a protrusão da raiz primária a partir do terceiro dia de instalação do teste de germinação e o tempo médio da germinação tenha variado de 10 a 14 dias, é possível que as avaliações deste teste sejam realizadas no 7º e no 14º dia, que correspondem à primeira e à última contagens. Nestas avaliações, as plântulas normais são àquelas que possuem os cotilédones verdes e liberados do tegumento; o hipocótilo e a raiz primária desenvolvidos, de forma equilibrada, podendo apresentar raiz secundária (Figura 1.D).

Sendo assim, os resultados obtidos com este trabalho podem ser úteis para a unificação ou proposição de método para o teste de germinação das sementes de *Physalis peruviana*, de modo a disponibilizar para as sementes as condições próximas às ideais para a germinação e permitir que os resultados oriundos do referido teste sejam reproduzíveis e comparáveis.

2.4 Conclusões

A germinação de sementes de *Physalis peruviana* L. ocorre em intervalo amplo de temperatura (15 °C a 30,2 °C), sendo as temperaturas ideais 25 °C constante e 20-30 °C alternada, com oito horas de luz.

O substrato areia (entre areia) é o mais adequado e, como alternativa, podem ser utilizados papel mata-borrão (sobre papel) e vermiculita (entre vermiculita).

As avaliações do teste de germinação podem ser realizadas no 7º dia (primeira contagem) e no 14º dia (contagem final) após a instalação do teste.

Referências

ABREU, M.P.E.; GARCIA, Q.S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 149-154, 2005.

AUD, F. F.; FERRAZ, I. D. K. Seed size influence on germination responses to light and temperature of seven pioneer tree species from the Central Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 3, p. 759-766. 2012.

ALVES, C.Z. *et al.* Teste de germinação em sementes de *Cucumis metuliferus* E. Mey. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 228-234, 2014.

ATAÍDE, G.M.; BORGES, E.E.L.; FLORES, A.V. Enzymatic activity in braúna seeds subjected to thermal stress. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p. 1044-1049, 2016.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRANCALION, P.H.S. *et al.* Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção, 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CERVANTES, E.; MARTÍN, J.J.; SAADAoui, E. Updated methods for seed shape analysis. **Scientifica**, v. 2016, p. 1-10, 2016.

COIMBRA, R.A. *et al.* Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

DELL'AQUILA, A. Red-Green-Blue (RGB) colour density as a non-destructive marker in sorting deteriorated lentil (*Lens culinaris* Medik.) seeds. **Seed Scienc & Technology**, v. 34, 609-619, 2006.

FERREIRA, R. L.; NOVENBRE, A.D.L.C. Teste de germinação de sementes de urucum (*Bixa Orellana* L.). **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 46-52. 2015.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. **ImageJ Use Guide**: IJ 1.46r. 2012. Disponível em: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/user-guide.pdf>>. Acesso em: 14 de nov. de 2016.

FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 001-015, 2014.

FREITAS, T.A.; OSUÑA, J.T.A. Efeito do substrato e da luminosidade na germinação de sementes de *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 6, n. 2, p. 101-104, 2006.

MORENO, A.M.H.; FISCHER, G.; SÁNCHEZ, M.I.C. Agronomical evaluation of cape gooseberries (*Physalis peruviana* L.) from central and north-eastern Colombia. **Agronomia Colombiana**, v. 30, n. 1, p. 15-24, 2012.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 146-150, 2005.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MELO, A.P.C. *et al.* Does fruit cooling and seed film coating affect the germination potential of physalis? **Scientia Agropecuaria**, v. 6, n. 4, p. 325-328, 2015.

MONDO, V.H.V. *et al.* Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

MUNIZ, J. *et al.* General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

NASCIMENTO, W.M. *et al.* Germinação de sementes de tomateiro em diferentes temperaturas: variabilidade fenotípica e heterose. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 216-222, 2016.

NOSRATTI, I. *et al.* Germination and emergence characteristics of annual ground cherry (*Physalis divaricata*). **Jordan Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 2, p. 131-138, 2016.

OLIVEIRA, P.G.; GARCIA, Q.S. Germination characteristics os *Syngonanthus* seeds (Euriocaulaceae) in campos rupestres vegetation in South-eastern Brazil. **Seed Science Research**, v. 21, n. 1, p. 39-45, 2011.

OLIVEIRA, F.N. *et al.* Temperaturas e substratos na germinação de sementes de pereiro vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 658-666, 2016.

ORO, P. *et al.* Metodologia para teste de envelhecimento acelerado em sementes de fisális (*Physalis peruviana*). **Cultivando o Saber**, v. 5, n. 3, p. 167-175, 2012.

PEREIRA, M. D.; SANTOS, C.E.M; MARTINS FILHO, S. Germinação de sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 79-84, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 285 p.

RAMADAN, M.F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1830–1836, 2011.

ROCHA, C.R.M. *et al.* Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* benth. **Nativa**, v. 2, n. 1, p. 42-47, 2014.

SBRUSSI, C.A.G. *et al.* Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 543-549, 2014.

SOUZA, C.L.M. *et al.* Morfologia de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Physalis angulata* L. **Acta botanica brasílica**, v. 24, n. 4, p. 1082-1085, 2010.

THOMÁS, J.P.; ORTEGA, S.M.S. Recursos genéticos y mejoramiento de *Physalis peruviana* L. In: CARVALHO, C.P.P. **Physalis peruviana L.: fruta andina para el mundo**. 1 ed. Bogotá: Corpoica, 2014. cap. 1, p. 7-27.

VIDAVER, W. Light and seed germination. *In*: KHAN A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing Company, 1980. p. 181-192.

VIEIRA, B.C.; RODRIGUES, B.M.A.; GARCIA, Q.S. Light exposure time and light quality on seed germination of *Vellozia* species (Velloziaceae) from Brazilian campo rupestre. **Flora**, v. 238, n. jan., p. 94-101, 2018.

VIVIAN, R. *et al.* Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência - breve revisão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

3 ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO E DA MATURAÇÃO DOS FRUTOS DE *Physalis peruviana* L.

Resumo

A planta da *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) produz um fruto tipo baga, protegido pelo cálice, que tem qualidades funcionais e sensoriais. O cultivo desta planta é uma alternativa econômica, especialmente para os pequenos agricultores, entretanto, há restrição de informações sobre o cultivo nas condições edafoclimáticas brasileiras. Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar o desenvolvimento e a maturação dos frutos de *Physalis peruviana* L., segundo o momento do florescimento da planta e a idade dos frutos. As plantas foram cultivadas entre março e outubro, nos anos 2016 e 2017, no Setor de Horticultura, Departamento de Produção Vegetal, USP, ESALQ, em Piracicaba, São Paulo, Brasil. No campo, as plantas foram arranjadas em quatro blocos, total de 126 plantas, dispostas em espaçamento de 2,5 x 1,0 m e conduzidas com quatro hastes. Para as avaliações foram distinguidos dois momentos de florescimento das plantas, 55 e 105 dias após o transplante (DAT). Em cada um destes momentos, as flores foram marcadas por ocasião da antese e os respectivos frutos avaliados aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA). Em cada período de análise, 15 frutos de cada repetição foram avaliados imediatamente após a colheita. As características qualitativas do fruto são influenciadas tanto pelo seu estágio de desenvolvimento, quanto pelo momento do florescimento que o originou. Os frutos colhidos aos 75 DAA, oriundos do primeiro momento de florescimento (55 DAT) e aos 60 DAA, originários das flores emitidas aos 105 DAT, apresentam parâmetros (massa, tamanho, cor e sabor) que caracterizam a maturidade fisiológica. O acúmulo térmico necessário da antese à maturidade fisiológica do fruto é variável entre os momentos do florescimento da planta. Os frutos de *Physalis peruviana* produzidos em Piracicaba, São Paulo, têm padrão para comercialização e qualidade similar a dos frutos produzidos em outras regiões de cultivo.

Palavras-Chave: Fisalis; Formação do fruto; Momento da colheita; Qualidade do fruto.

Abstract

The *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) produces a fruit that has the functional and sensorial qualities. Its cultivation is an economical alternative, especially for small farmers, however, there is a great deal of information about cultivation under Brazilian soil and climatic conditions. The objective of this work was to study the development and maturation of fruits of *Physalis peruviana* L., according to the moment of flowering of the plant and fruit age. The plants were cultivated between march and october, in the years 2016 and 2017, in the Horticulture Sector of the Department Crop Science, USP, ESALQ, in Piracicaba, São Paulo, Brazil. In the field, the plants were arranged in four blocks, totaling 126 plants, in spacing of 2,5 x 1,0 m and conducted with four stems. Two flowering moments were considered, at 55 and 105 days after transplanting (DAT) of the plants. At each of these moments, the flowers were marked in the anthesis and the fruits evaluated at 45, 60, 75 and 90 days after (DAA). At each analysis period, 15 fruits of each word were analyzed immediately after harvest. The quality characteristics of the fruit are influenced by its development stages, as to the moment of flowering that originated it. The fruits harvested at 75 DAA, originating from the first flowering moment (55 DAT) and 60 DAA, originating from the flowers emitted at 105 DAT, present parameters (mass, size, color and flavor) that characterize the physiological maturity. The necessary thermal accumulation of the anthesis to the physiological maturity of the fruit is variable between the moments of the flowering of the plant. The fruits of *Physalis peruviana* produced in Piracicaba, São Paulo, has a commercial pattern and quality similar to the fruits produced in other regions.

Keywords: Cape gooseberry; Fruit development; Harvest time; Fruit quality.

3.1 Introdução

Physalis peruviana L., da família Solanaceae, é originária das regiões Andinas e, devido à adaptação às diferenças do clima, é cultivada comercialmente em diversos países. No Brasil, o cultivo é relativamente recente, estimulado pela valorização do fruto, considerado exótico e dadas as qualidades funcionais e sensoriais diferenciadas (PUENTE, 2011; FISCHER et al., 2014).

É considerada uma planta anual ou perene, que varia conforme as condições edafoclimáticas onde é cultivada. A planta tem crescimento indeterminado, com emissão ininterrupta de flores ao longo do ciclo e o fruto maduro é uma baga globosa que tem entre 4 a 10 g de massa, cor amarela-laranja e é completamente envolvido pelo cálice, que protege o fruto e é fonte de carboidratos nos primeiros dias de desenvolvimento do fruto (FISCHER; LÜDDERS, 1997).

A avaliação visual da coloração do cálice é o principal indicador da maturação e do momento da colheita dos frutos de *Physalis peruviana*, enquanto a cor da epiderme do fruto é utilizada como parâmetro para classificação na pós-colheita. Contudo, a avaliação visual da cor do fruto para determinar o nível de maturação é mais confiável quando analisado em conjunto com outras características de qualidade, que correspondem às transformações físicas, químicas e bioquímicas durante a maturação dos frutos (FISCHER; MARTINEZ, 1999).

Segundo Galvis et al. (2005) é comum ter o cálice verde em fruto completamente maduro, decorrente de condições climáticas específicas. Assim como, cálice amarelo e frutos totalmente verde, como consequência do ataque de ácaros. Neste sentido, o estudo da maturação do fruto de *Physalis peruviana* com base apenas na determinação das cores do cálice e da epiderme do fruto, pode dificultar o entendimento do processo. De acordo com Garcia et al. (2014), embora existam informações generalizadas para determinar a maturidade do fruto, não há estudo sistemático sobre a maturação de *Physalis peruviana* para diferentes ecótipos e regiões.

Pesquisas realizadas por Lima et al. (2009) em Capão do Leão-RS e Rodrigues et al. (2012) em Lavras-MG, reforçam que a coloração do cálice associada à caracterização qualitativa dos frutos, pode ser um indicador do ponto de colheita. Não obstante, tem sido demonstrado que, a variabilidade genética da espécie e a sua interação com ambiente onde é cultivada causa variação do momento para a colheita e dos atributos de qualidade dos frutos (MAZZORRA et al., 2003; MAZZORRA et al., 2006; BETANCOURT et al., 2008; HERRERA et al., 2011).

Neste sentido, estudos de outros parâmetros como a idade do fruto e o momento do florescimento podem acrescentar informações a respeito dos processos de desenvolvimento e de maturação, uma vez que, apesar de haver influência dos fatores climáticos sobre as transformações que ocorrem durante a maturação, estas possivelmente estão sob controle genético, razão pela qual, em condições climáticas similares, o intervalo entre a antese e o amadurecimento é relativamente constante (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disso, para a planta de *Physalis peruviana* que tem frutificação contínua, é provável que ocorra variação dos parâmetros que caracterizam a maturação, ao longo do ciclo da planta, como relatado por Lima et al. (2012), em que observaram a interferência do pico de frutificação nas características físico-químicas dos frutos.

O conhecimento do processo de desenvolvimento dos frutos é importante, tanto para definir a colheita na época apropriada, quanto para a adoção de tecnologias que visem à manutenção da vida útil pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Neste sentido, Balaguera-López et al. (2016) concluíram que a qualidade pós-colheita dos frutos de *Physalis peruviana* é comprometida tanto quando são colhidos em estádios iniciais de maturação, quanto em estádios mais avançados. Especialmente, porque é um fruto climatérico, no qual a produção de etileno é maior nos estádios de maturação mais avançados (VALDENEGRO et al., 2012).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a maturação dos frutos de *Physalis peruviana* L., caracterizando o momento do florescimento da planta e a idade dos frutos, nas condições edafoclimáticas do município de Piracicaba, São Paulo.

3.2 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nos períodos de março a outubro, nos anos de 2016 e 2017, no Setor de Horticultura (22°42'32,01''S; 47°37',41,03''O, 546 m). As análises dos frutos foram realizadas nos Laboratórios de Análise de Sementes (LAS), de Análise de Imagens (LAI) e de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas (LPCPH), do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), em Piracicaba, São Paulo. Conforme a classificação de Köppen, o clima é tipo "Cwa", subtropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso.

No primeiro ano de cultivo, as mudas de fisális foram formadas a partir de sementes adquiridas de agricultor localizado no município de Camanducaia, Minas Gerais. Enquanto as mudas do segundo ano do experimento, foram formadas com as sementes produzidas no experimento conduzido no ano anterior (2016). Para a obtenção das mudas, a semeadura foi realizada em bandejas de polietileno, com 50 células, preenchidas com substrato comercial Basaplant, acrescido de terra de subsolo e fibra de coco, nas proporções de (3:2:1 v/v). Foram mantidas em viveiro telado com sombrite (50%) e com irrigação por microaspersão intermitente. A partir de 30 dias da emergência das plântulas foram realizadas adubações, via foliar com o fertilizante comercial Yogen2®, na concentração de 2,5 g.L⁻¹, em intervalo de 15 dias. Duas semanas antes do transplante, as mudas foram mantidas sem controle da luz, para aclimação.

Paralelamente, o solo da área experimental, tipo NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico latossólico, textura argilosa, foi preparado com duas gradagens, sendo realizada adubação conforme as análises do solo. O transplante foi realizado aos 60 dias após a semeadura, plântulas com, aproximadamente, 15 cm e três pares de folhas. O espaçamento foi 1,0 m entre plantas e 2,5 m entre as linhas. Cada linha tinha 14 plantas, representando um bloco, no total de quatro. Entre os blocos havia uma linha com número similar de plantas, sendo consideradas como bordaduras da parcela experimental, perfazendo 126 plantas, distribuídas nas nove linhas.

As plantas foram conduzidas no sistema em “X”, em que quatro ramos principais foram definidos e amarrados na sua base, com fio de polietileno e esticados em lados opostos ao dos dois fios de arame nº 16, na altura de 1,6 m do solo. Foi utilizada irrigação por gotejamento, com aplicação diária de 2 a 5 litros por planta. Foram realizadas as desbrotas dos ramos laterais e o roguing, para eliminar as plantas com sintomas de doenças.

Foram considerados dois momentos do florescimento das plantas, 55 e 105 dias após o transplante. Em cada um destes momentos, as flores foram etiquetadas por ocasião da antese e os respectivos frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA).

Os dados meteorológicos durante o cultivo foram registrados e utilizados para calcular a soma térmica (graus-dia acumulados), considerando o intervalo do transplante das mudas às respectivas colheitas dos frutos, conforme a expressão:

$$GD = \sum_{i=1}^n (Ti - Tb)$$

em que, GD são acumulados no período considerado; T_i é temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$); T_b é a temperatura basal inferior ($^{\circ}\text{C}$); n é o número de dias do período considerado. Foi adotada a temperatura basal inferior $6,3^{\circ}\text{C}$ (SALAZAR et al., 2008).

Transcorrido os períodos pré-determinados, foram colhidos 15 frutos de cada bloco e imediatamente realizadas as avaliações em laboratório. Inicialmente, os frutos foram avaliados quanto à morfologia, por meio de imagens radiográficas. Para tanto, os frutos foram posicionados sobre uma folha acrílica transparente (210x297 mm), que foi colocada no interior de um equipamento digital (Faxitron X-Ray, modelo MX-20 DC-12) a 57,2 cm da fonte de emissão de raios-X. A intensidade da radiação e o tempo de exposição dos frutos aos raios-X foram determinados automaticamente pelo equipamento. Em seguida, as imagens foram transferidas para o computador e analisadas individualmente por meio do software ImageJ 1.5[®]. Os resultados foram apresentados em área do cálice e do fruto (mm^2), relação área do fruto/cálice (%) e circularidade do cálice e do fruto, que determina quão circular são o ocálice e fruto, em escala de 0 a 1 (FERREIRA; RASBAND, 2012).

Para as determinações dos diâmetros polar e equatorial (mm) foi utilizado paquímetro digital, graduado em 0,01 mm e para a determinação da massa do fruto, com e sem cálice (g), foi empregada balança digital, com precisão de 0,01 g. A partir dos dados das massas, foi calculada a relação entre a massa do fruto desprovido de cálice e a massa do fruto com cálice (%); para determinação da cor do cálice e da epiderme do fruto, foram realizadas duas leituras em lados opostos na região equatorial do cálice e epiderme do fruto correspondente, com colorímetro Minolta[®] (Modelo CR-300) e anotados os valores do ângulo Hue (h°).

Em seguida, foi extraído o suco do frutos, por meio do esmagamento dos frutos em peneira, para as seguintes avaliações: teor de sólidos solúveis (SS), determinado por meio do refratômetro digital Atago PR-101, Palette, cujos resultados são em $^{\circ}\text{Brix}$ a 20°C (AOAC, 2005); a acidez titulável (AT) foi determinada a partir de 10 g do suco homogeneizado ao qual foram adicionados 90 mL de água destilada, para a leitura do pH da amostra e, em seguida, foi feita a titulação potenciométrica com NaOH 1 N para calcular a quantidade de ácido cítrico, cujo resultado é em porcentagem (CARVALHO et al., 1990). Com base nos valores dos sólidos solúveis e da acidez titulável, foi determinada a relação *ratio* (SS/AT). Para a avaliação do teor de ácido ascórbico, 5 g do suco foram colocados em Erlenmeyer contendo 25 mL de ácido

oxálico a 1%, em seguida, foi realizada titulação com solução de DCFI; os resultados são em miligramas de ácido ascórbico por 100 g do suco (CARVALHO et al., 1990).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 4, representados pelos dois momentos de florescimento das plantas (55 e 105 dias após o transplante) e pela idade dos frutos (45, 60, 75 e 90 dias após a antese, DAA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.3 Resultados e Discussão

Na Figura 1 são apresentados os dados meteorológicos durante o cultivo de *Physalis peruviana* L., nos anos 2016 e 2017.

FIGURA 1 - Dados diários de temperatura média do ar (TM), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (PP) durante o cultivo de *Physalis peruviana* L., nos anos 2016 (A) e 2017 (B). Dados obtidos no Posto Meteorológico USP/ESALQ.

No primeiro ano, o acumulado de chuva foi 377,3 mm, inferior ao registrado no segundo ano (420,4 mm), mas foram frequentes, especialmente entre maio e o início de junho. A temperatura média e a umidade relativa do ar nos dois anos foram 19,9 °C e 72%, respectivamente.

Os registros dos elementos climáticos no período do cultivo são condizentes com as condições climáticas adequadas para o cultivo das plantas de *Physalis peruviana*, uma vez que a temperatura ideal para a cultura é entre 8 °C e 20 °C, ao passo que superior a 30 °C prejudica o florescimento e a frutificação e inferior a 6,3 °C compromete o desenvolvimento vegetativo (ANGULO, 2005; SALAZAR et al., 2008). Além disso, de acordo com Fischer; Miranda (2012) a precipitação pluviométrica de 1.000 a 2.000 mm bem distribuída ao longo do ano e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% favorecem o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas.

Segundo Fischer e Melgarejo (2014), *Physalis peruviana* é uma planta rústica, que se adapta a uma gama de condições agroecológicas. De acordo com Muniz et al. (2014), há a adaptação desta planta às condições de solo e clima do Brasil, especialmente nas regiões subtropicais em que não têm geadas, onde é possível cultivá-la em qualquer período do ano.

Na Tabela 1 constam os graus-dia (GD) acumulados, do transplante das mudas aos dois momentos de marcação das flores (55 e 105 dias após o transplante, DAT), assim como, do transplante a cada colheita pré-estabelecida (45, 60, 75 e 90 dias após antese, DAA). Em média, aos 55 DAT as plantas acumularam 887 GD e aos 105 DAT, 1.430 GD. Portanto, os dois momentos de marcação das flores foram distinguidos pelo intervalo de 50 dias e pelo acúmulo médio de 543 GD.

TABELA 1 - Graus-dia (GD) acumulados nos intervalos do transplante aos momentos de marcação das flores (55 e 105 dias após o transplante, DAT) e do transplante às colheitas dos frutos de *Physalis peruviana* L., realizadas aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Anos 2016 e 2017.

Florescimento		(DAA)			
		45	60	75	90
..... (2016)					
55 DAT	(955 GD)	1.443	1.639	1.835	2.020
105 DAT	(1.483 GD)	2.101	2.262	2.514	2.678
..... (2017)					
55 DAT	(818 GD)	1.325	1.488	1.710	1.898
105 DAT	(1.377 GD)	1.912	2.086	2.371	2.578

Considerando as flores marcadas aos 55 DAT e, que a maioria das variáveis analisadas sinaliza a maturidade fisiológica dos frutos aos 75 DAA, houve o acúmulo médio de 886 GD da antese à colheita. Enquanto para os frutos originados das flores emitidas aos 105 DAT, houve tendência de antecipação da maturidade para 60 DAA, com a soma térmica média equivalente a 744 GD, entre a antese e a colheita, ou seja, frutos oriundos das primeiras flores (55 DAT) requerem mais tempo e acúmulo térmico para atingirem a maturação que os frutos das flores emitidas aos 105 DAT. A temperatura mais alta pode ter contribuído para o aumento da velocidade do desenvolvimento dos frutos, como constatado por Berilli et al. (2007), em que o ponto de colheita dos frutos de mamão foi antecipado quando produzidos em temperaturas mais altas.

Há restrição de estudos sobre o requerimento térmico para a planta de *Physalis peruviana* completar os estádios fenológicos, especialmente em relação ao período compreendido entre a antese e a colheita. Porém, Betemps et al. (2014) realizaram semeaduras no final do inverno e no início da primavera em Capão do Leão-RS e calcularam 1.311 GD do transplante das mudas à colheita dos frutos. Além disso, concluíram que o acúmulo térmico necessário para completar os estádios fenológicos varia com as datas de semeadura. Enquanto Mora-Aguilar et al. (2006) avaliaram em casa de vegetação, seis exemplares silvestres de *Physalis peruviana* e obtiveram 2.026 GD do transplante das mudas à colheita dos frutos. Esses valores são relativamente próximos aos obtidos no presente trabalho, uma vez que, para as colheitas dos frutos, aos 75 DAA (55 DAT) e aos 60 DAA (105 DAT), foram necessários 1.773 GD e 2.174 GD, respectivamente.

Em relação às colorações do cálice e da epiderme do fruto, houve interação significativa dos tratamentos (momento do florescimento e idade do fruto), nos dois anos de estudos (Tabelas 2 e 3). Os maiores valores do ângulo Hue (h°) correspondem à cor verde e, na medida em que os valores são inferiores a 90° há a alteração para as cores amarela e amarela-laranja. Neste caso, o cálice e a epiderme verdes foram determinados nos frutos de 45 DAA ($h^\circ \geq 110$), enquanto as cores amarela e “amarela-palha” do cálice e amarela-laranja da epiderme foram caracterizadas nos frutos a partir de 75 DAA (Figura 2.A-D’), com $h^\circ \leq 82$. Mazon et al. (2006) estudaram os aspectos anatômicos da formação e do desenvolvimento do fruto de *Physalis peruviana* e observaram que no início do crescimento, o cálice tem cor verde com listras púrpuras por mais de 50 dias, a partir de então começa a ter aspecto clorótico até tornar-se amarela-palha.

TABELA 2 - Médias do ângulo Hue (h°) do cálice e da epiderme dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... h° cálice					
55 DAT	111,2 aA	107,4 aB	77,1 aC	72,6 aD	92,1
105 DAT	110,2 aA	88,4 bB	70,9 bC	73,6 aC	85,8
Média	110,1	97,9	74,0	73,1	-
..... h° epiderme					
55 DAT	110,8 aA	94,6 aB	75,5 aC	75,5 aC	89,1
105 DAT	110,1 aA	78,6 bB	76,5 aBC	75,0 aC	85,0
Média	110,4	86,6	76,0	75,2	-
C.V $_{h^\circ$ cálice = 2,2%; C.V $_{h^\circ$ epiderme = 1,3%;					

C.V $_{h^\circ}$ cálice = 2,2%; C.V $_{h^\circ}$ epiderme = 1,3%;

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

TABELA 3 - Médias do ângulo Hue (h°) do cálice e da epiderme dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... <i>h</i> ° cálice					
55 DAT	113,6 aA	112,9 aA	82,0 aB	72,9 bC	95,4
105 DAT	110,6 bA	95,4 bB	76,2 bC	76,5 aC	89,7
Média	112,1	104,2	79,1	74,7	-
..... <i>h</i> ° epiderme					
55 DAT	110,0 aA	89,5 aB	78,4 aC	77,3 aC	88,8
105 DAT	107,6 aA	82,6 bB	78,0 aC	76,0 aC	85,1
Média	108,8	86,1	78,2	76,7	-

C.V_{*h*° cálice} = 2.1%; C.V_{*h*° epiderme} = 2.1%:

C.V $_{h^\circ}$ cálice = 2,1%; C.V $_{h^\circ}$ epiderme = 2,1%;

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

As menores médias do h° do cálice e da epiderme foram determinadas nos frutos colhidos a partir de 75 DAA. Entretanto, ao analisar a cor com base no momento do florescimento, os frutos colhidos aos 60 DAA, oriundos das flores marcadas aos 105 DAT, apresentaram valores inferiores aos dos frutos obtidos das primeiras flores (55 DAT). Este resultado sugere que há a antecipação da alteração da cor verde para amarela dos frutos produzidos a partir do segundo momento do florescimento.

Em valores absolutos, as médias do h° da epiderme do fruto foram inferiores às médias do cálice, especialmente para os frutos colhidos aos 60 DAA, o que pode indicar que a mudança da cor verde para amarelo, inicia-se primeiramente na epiderme do fruto e posteriormente no cálice.

FIGURA 2 - Imagens dos frutos de *Physalis Peruviana* L. colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (A, B, C, D); detalhe do fruto no interior do cálice (A', B', C', D'); imagens radiográficas dos frutos no interior do cálice (A'', B'', C'', D''). Barras = 1 cm.

A Colômbia, o maior produtor mundial de *Physalis peruviana*, as normas para comercialização dos frutos são baseadas nas características dos frutos; os frutos devem ter a epiderme com a cor laranja (ICONTEC, 1999). No presente trabalho, correspondeu aos frutos colhidos a partir dos 75 DAA (55 DAT), cuja epiderme apresentou h° médio é 77,0 e similar aos obtidos por Rodrigues et al. (2014), cujo valor foi $h^\circ = 77,86$ que corresponde aos frutos de cor amarela. Outras pesquisas sugerem que a colheita pode ser realizada a partir do momento em que a cor do cálice for amarela-esverdeada (LIMA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2012), correspondente aos frutos 60 DAA (105 DAT), cujo cálice possui h° médio de 91,9.

Sobre as características físicas da massa e do diâmetro do fruto, houve interação significativa entre os fatores (Tabelas 4 e 5). Análogo aos resultados das cores do cálice e da epiderme do fruto, os colhidos a partir de 75 DAA e originários das flores de 55 DAT, tiveram massas e diâmetros superiores. Ao passo que, frutos oriundos das flores de 105 DAT, as

maiores massas e o maiores diâmetros ocorrem já a partir de 60 DAA. Exceção apenas da relação MFSC/MFC, fração da massa do conjunto cálice-fruto representada pelo fruto. Nesta variável, os valores são semelhantes em frutos colhidos a partir de 75 DAA.

A partir desta relação de massas e com base nos resultados das demais variáveis, constata-se que a massa do fruto aos 75 DAA (55 DAT) representa mais de 92% da massa do conjunto cálice-fruto, enquanto o fruto colhido aos 60 DAA, originário do segundo momento de florescimento (105 DAT), contribui no mínimo com 85% da massa do conjunto cálice-fruto.

TABELA 4 - Médias das massas do fruto com cálice (MFC) e sem cálice (MF), da razão (MFSC/MFC), dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... MFC (g)					
55 DAT	2,88 aC	4,15 bB	5,78 aA	4,66 aB	4,37
105 DAT	3,19 aC	5,37 aA	4,97 bAB	4,65 aB	4,55
Média	3,04	4,76	5,38	4,66	-
..... MFSC (g)					
55 DAT	2,17 aD	3,43 bC	5,44 aA	4,49 aB	3,88
105 DAT	2.51 aB	4,74 aA	4,73 bA	4,39 aA	4,10
Média	2,34	4,09	5,08	4,44	-
..... MFSC/MFC (%)					
55 DAT	75 bC	83 bB	94 aA	96 aA	87
105 DAT	79 aC	88 aB	95 aA	94 aA	89
Média	77	86	95	95	-
..... DP (mm)					
55 DAT	15,52 bC	17,45 bB	20,04 aA	19,35 aA	18,09
105 DAT	16,44 aB	19,61 aA	19,73 aA	19,07 aA	18,71
Média	15,98	18,53	19,89	19,21	-
..... DE (mm)					
55 DAT	15,79 bD	18,50 bC	21,39 aA	19,57 aB	18,81
105 DAT	16,64 aC	20,37 aA	20,07 bA	19,07 aB	19,04
Média	16,22	19,437	20,73	19,32	-
C.V _{MFC} = 6.8%; C.V _{MFSC} = 6.2%; C.V _{MFC/MFSC} = 1.5%; C.V _{DP} = 1.9%; C.V _{DE} = 2.4%					

C.V_{MFC} = 6,8%; C.V_{MFSC} = 6,2%; C.V_{MFC/MFSC} = 1,5%; C.V_{DP} = 1,9%; C.V_{DE} = 2,4%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$); C.V = Coeficiente de variação.

TABELA 5 - Médias das massas do fruto com cálice (MFC) e sem cálice (MF), da razão MFSC/MFC, dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... MFC (g)					
55 DAT	3,00 aC	4,46 aB	6,95 aA	6,60 aA	5,25
105 DAT	2,90 aB	4,08 bA	4,08 bA	3,28 bB	3,58
Média	2,95	4,27	5,51	4,94	-
..... MFSC (g)					
55 DAT	2,29 aC	3,82 aB	6,41 aA	6,35 aA	4,72
105 DAT	2,22 aC	3,45 bAB	3,85 bA	3,11 bB	3,16
Média	2,25	3,64	5,13	4,73	-
..... MFSC/MFC (%)					
55 DAT	77 aD	86 aC	92 bB	96 aA	88
105 DAT	77 aC	85 aB	95 aA	95 aA	88
Média	77	86	94	96	-
..... DP (mm)					
55 DAT	16,35 aD	18,28 aC	21,00 aB	21,64 aA	19,31
105 DAT	16,13 aC	18,14 aB	19,04 bA	17,92 bB	17,81
Média	16,24	18,21	20,02	19,78	-
..... DE (mm)					
55 DAT	16,15 aC	18,78 aB	22,38 aA	22,32 aA	19,91
105 DAT	15,84 aC	18,10 bA	18,55 bA	17,16 bB	17,40
Média	16,00	18,41	20,47	19,74	-
C.V _{MFC} = 5,5%; C.V _{MFSC} = 6,1%; C.V _{MFC/MFSC} = 1,3%; C.V _{DP} = 1,4%; C.V _{DE} = 2,1%					

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$); C.V = Coeficiente de variação.

A contribuição da massa do cálice para a massa conjunto cálice-fruto é diminuída à medida em que avança o processo de maturação, pois é sabido que no início do desenvolvimento do fruto, o cálice possui função importante na nutrição do fruto, apresentando nesta fase, maior retenção de água e clorofila, contribuindo para elevação da massa do fruto (FISCHER; LÜDDERS, 1997; ÁVILA et al., 2006). De acordo com Mazorra et al. (2003), nos primeiros 15 dias ocorre um incremento acelerado no peso fresco do cálice, que atinge seu valor máximo e se estabiliza a partir do 20º dia, com um declínio acentuado a partir de 80 dias, que coincide com o estado pergaminoso “palha”, devido à desidratação. Lima et al. (2009) também comprovaram resposta inversa da massa do cálice em relação à massa do fruto, pois houve redução desse verticilo floral na medida em que o fruto amadureceu.

Em relação aos dados obtidos em 2016, os frutos colhidos aos 60 DAA, originários das flores marcadas aos 105 DAT, tiveram mais massa e maiores diâmetros polar e equatorial do que os colhidos aos 55 DAT. O contrário ocorre aos 75 DAA, em que os frutos dessa idade possuem maior massa e diâmetros quando oriundos das flores emitidas em 55 DAT. Além

disso, a partir de 75 DAA (55 DAT) e de 60 DAA (105 DAT) não há mais incremento de massa e aumento dos diâmetros. Estes resultados confirmam os indícios da aceleração da maturação dos frutos decorrentes do segundo momento de florescimento e confirma a hipótese da maturidade a partir desses períodos em que ocorrem a estabilização da massa e dos diâmetros, confirmando o enunciado por Chitarra e Chitarra (2005), em que após a maturação não há mais o aumento do tamanho do fruto, sendo, portanto, o estágio ideal para a colheita dos frutos.

A similaridade dos resultados de 2017 com os de 2016 é evidenciada pela estabilização das massas (com e sem cálice) e do diâmetro equatorial dos frutos aos 75 DAA (55 DAT) e de 60 DAA (105 DAT). Além disso, os frutos aos 75 DAA formados a partir do florescimento aos 105 DAT apresentaram massas e diâmetros menores aos dos frutos de mesma idade e oriundos do primeiro momento de florescimento (55 DAT). É possível que a redução do tamanho (massas e diâmetros) dos frutos oriundos do segundo momento de florescimento (105 DAT) seja também reflexo da menor relação fonte/dreno, pois de acordo com Criollo et al. (2014), o aumento do número de ramos secundários causa redução da massa e o do diâmetro do fruto de *Physalis peruviana*.

Os valores médios da massa do fruto com cálice (4,08 a 6,95 g) e dos diâmetros dos frutos (18,10 a 22,38 mm) a partir de 75 DAA (55 DAT) e aos 60 DAA (105 DAT) são idênticos aos obtidos em outras regiões brasileiras, consideradas adequadas para a cultura como em Minas Gerais, 6,8 g e 18,5 mm (SILVA et al., 2013), no Rio Grande do Sul, 9,6 g e 17,2 mm (LIMA et al., 2009) e em Santa Catarina, 3,4 g e 17,3 mm (MUNIZ et al., 2011). Os frutos de *Physalis peruviana* são comercializados no interior do cálice, que é colhido a um fragmento do pedúnculo (talo). Todavia, no presente trabalho, o pedúnculo foi cortado rente ao cálice, se mantido, a massa do conjunto fruto-cálice poderia ser maior.

Estas determinações físicas, especialmente o diâmetro são importantes para caracterizar a qualidade dos frutos, pois permitem classificá-los quanto ao calibre (ICONTEC, 1999). Além disso, podem ser úteis em outras linhas de estudos como, por exemplo, Betancourt et al. (2008) que caracterizaram morfologicamente acessos de *Physalis peruviana* e criaram um índice a partir dos diâmetros polar e equatorial, para classificar a forma dos frutos. Também são informações essenciais para fins de melhoramento genético das plantas, em função da associação entre caracteres de importância agronômica, como a existência da

associação positiva entre os diâmetros transversal e longitudinal com a massa do fruto (RODRIGUES et al., 2014), bem como, a correlação positiva entre a massa do fruto e o número de sementes por fruto de *Physalis peruviana* (TREVISANI et al., 2017).

A partir das imagens radiográficas dos frutos (Figura 2.A"-D"), foram obtidas as variáveis contidas nas Tabelas 6 e 7. A ausência de interação significativa foram observadas apenas em relação à área e à circularidade do cálice, referente aos dados de 2016. Estas variáveis foram influenciadas somente pela idade dos frutos, uma vez que os frutos colhidos aos 45 DAA e aos 60 DAA apresentam as maiores áreas do cálice, 895,4 mm² e 890,37 mm², respectivamente, enquanto a menor área foi verificada em frutos de 90 DAA (765,72 mm²). Quanto à circularidade do cálice, o efeito foi similar, pois os frutos de 45 DAA e de 60 DAA diferem dos demais, por possuírem os maiores índices de circularidade 0,59 e 0,56, respectivamente, o que caracteriza o formato arredondado "globular".

TABELA 6 - Médias da área (AC) e da circularidade do cálice (CC); da área (AF) e da circularidade do fruto (CF) e da razão AC/AF (%) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... AC (mm²)					
55 DAT	889,55	898,22	879,45	754,11	855,33 a
105 DAT	901,25	882,53	811,03	777,32	843,03 a
Média	895,40 A	890,37 AB	845,23 B	765,72 C	-
..... CC					
55 DAT	0,61	0,56	0,44	0,42	0,51 a
105 DAT	0,58	0,55	0,45	0,34	0,48 a
Média	0,59 A	0,56 A	0,45 B	0,39 B	-
..... AF (mm²)					
55 DAT	177,43 bD	231,03 bC	326,00 aA	276,10 aB	252,64
105 DAT	194,35 aC	294,13 aAB	302,54 bA	272,10 aB	266,01
Média	185,89	262,58	314,27	274,54	-
..... CF					
55 DAT	0,55 aC	0,59 aBC	0,62 bB	0,75 aA	0,63
105 DAT	0,56 aB	0,61 aB	0,75 aA	0,79 aA	0,68
Média	0,55	0,60	0,68	0,77	-
..... AF/AC (%)					
55 DAT	20,0 aC	25,8 bB	37,3 aA	36,6 aA	30,0
105 DAT	21,6 aC	33,4 aB	37,3 aA	35,2 aAB	31,8
Média	20,8	29,6	37,3	35,9	-
C.V _{AC} = 4,0%; C.V _{CC} = 9,6%; C.V _{AF} = 4,2%; C.V _{CF} = 4,6%; C.V _{AF/AC} = 3,8%					

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

O cálice tem atividade metabólica ativa no início do desenvolvimento do fruto e na medida em que o fruto amadurece há a degradação da clorofila, a desidratação dos tecidos, a redução da turgescência e a perda do formato globular. Consequentemente, provoca a redução da área e a diminuição da circularidade do cálice, em frutos nos estágios mais avançados da maturação (75 e 90 DAA). Todavia, os dados da área do cálice dos frutos produzidos em 2017 não tiveram variação ao longo do desenvolvimento, o que não possibilitou caracterizar a diferença na área. Porém, os índices de circularidade dos frutos aos 45 DAA (0,57) e aos 60 DAA (0,56) foram semelhantes aos determinados em 2016.

TABELA 7 - Médias da área (AC) e da circularidade do cálice (CC); da área (AF) e da circularidade do fruto (CF) e da razão AC/AF (%) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... AC (mm²)					
55 DAT	887,10 aA	939,41 aA	931,21 aA	898,95 aA	916,66
105 DAT	847,51 aA	791,03 bA	779,35 bA	672,11 bB	772,50
Média	872,29	865,22	855,28	785,53	-
..... CC					
55 DAT	0,56 aA	0,55 aA	0,46 aB	0,31 aC	0,47
105 DAT	0,59 aA	0,58 aA	0,35 bB	0,29 aB	0,45
Média	0,57	0,56	0,40	0,30	-
..... AF (mm²)					
55 DAT	190,59 aC	252,29 aB	366,30 aA	361,64 aA	292,70
105 DAT	192,36 aC	238,38 aB	269,88 bA	222,76 bB	230,84
Média	191,47	245,33	318,10	292,20 B	-
..... CF					
55 DAT	0,51 aB	0,58 aAB	0,55 bAB	0,66 aA	0,58
105 DAT	0,52 aB	0,58 aB	0,74 aA	0,72 aA	0,64
Média	0,51	0,58	0,64	0,69	-
..... AF/AC (%)					
55 DAT	21,3 aC	26,9 bB	39,4 aA	40,3 aA	31,9
105 DAT	22,7 aC	30,1 aB	34,7 bA	33,2 bA	30,2
Média	22,0	28,5	37,0	36,7	-

C.V_{AC} = 4,8%; C.V_{CC} = 8,6%; C.V_{AF} = 4,2%; C.V_{CF} = 10,9%; C.V_{AF/AC} = 4,3%

C.V_{AC} = 4,8%; C.V_{CC} = 8,6%; C.V_{AF} = 4,2%; C.V_{CF} = 10,9%; C.V_{AF/AC} = 4,3%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Em relação à área e à circularidade do fruto ocorreu o inverso ao constatado com o cálice, pois aumentaram ao longo do desenvolvimento do fruto. A maior área do fruto foi atingida aos 75 DAA e, a partir desta fase, a forma foi arredondada, o que resulta nos maiores índices de circularidade, superiores a 0,55.

A relação percentual da área do cálice ocupada pelo fruto (AF/AC) foi maior nos frutos colhidos a partir dos 75 DAA, independentemente do momento do florescimento, o que pode ser explicado pelas alterações físicas ocorridas em sentidos opostos no cálice e no fruto. O cálice cresce mais e atinge o tamanho máximo nos primeiros 25 dias, ou seja, antes do fruto, provendo espaço para o crescimento do fruto no seu interior (MAZORRA et al., 2003). Portanto, enquanto há paralisação do crescimento do cálice, no fruto ocorre o aumento da massa e dos diâmetros, como foi constatado nesta pesquisa até os 75 DAA (55 DAT) e os 60 DAA (105 DAT). A partir de então, o cálice tendeu ao amarelecimento e à desidratação, causando redução do turgor e, conseqüentemente, redução da área.

Aparentemente o cálice não tem função metabólica após a colheita, mas protege o fruto, além disso, há resultados de pesquisas que confirmam que o cálice prolonga a vida do fruto durante o armazenamento, por reduzir a intensidade respiratória, a perda de peso e as perdas da coloração (ÁVILA et al. 2006; BOLZAN et al., 2011). Por este motivo, os frutos são comercializados com o cálice aderido e são frequentemente utilizados para a ornamentação na culinária.

Os conhecimentos a respeito da circularidade e da relação entre o fruto e o cálice, em termos de massa e de área, são úteis para calcular índices que possam indicar o grau de maturação e a qualidade do fruto, além da possibilidade de serem utilizados para a caracterização de materiais genéticos.

Nas Tabelas 8 e 9, são apresentadas as médias dos atributos: pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e vitamina C, correspondentes aos ensaios conduzidos nos anos de 2016 e 2017, respectivamente. Houve interação significativa sobre todas as variáveis, com exceção quanto ao pH dos frutos do ano de 2016, que tiveram os valores influenciados pelos fatores isoladamente. Os quais aumentaram significativamente a partir dos 75 DAA, especialmente nos frutos oriundos do segundo momento de frutificação (105 DAT).

Os sólidos solúveis e o *ratio* aumentaram e a acidez titulável diminuiu com a maturação dos frutos. De acordo com as normas colombianas (ICONTEC, 1999), para a comercialização do fruto de *Physalis peruviana* o conteúdo de sólidos solúveis deve ser, no mínimo, 14 °Brix, o *ratio* $\geq 6,0$ e a acidez titulável $\leq 2,34$. Portanto, os frutos colhidos a partir dos 75 DAA (55 DAT) e dos 60 DAA (105 DAT), apresentaram as características e os padrões necessários para a colheita e para a comercialização, similar ao verificado com os frutos

colhidos com o cálice de cor amarela e “palha” (LIMA et al., 2009; SILVA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014).

Singh et al. (2012) estudaram o desenvolvimento dos frutos de *Physalis peruviana* até a 8ª semana após antese e verificaram que o teor de água e a proporção do peso do cálice diminuíram linearmente, que há a redução do teor de clorofila e o aumento dos carotenoides, ocorre a redução da acidez e o aumento dos sólidos solúveis e concluíram que a colheita deve ser realizada quando os frutos são bem formados e preenchem substancialmente o cálice, o que ocorre entre 42 e 56 dias após a antese.

TABELA 8 - Médias do pH, dos sólidos solúveis (SS), da acidez titulável (AT), do *ratio* (SS/AT) e da vitamina C (Vit. C) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
pH					
55 DAT	3,64	3,57	3,76	3,85	3,70 b
105 DAT	3,65	3,70	3,88	3,97	3,80 a
Média	3,64 C	3,63 C	3,82 B	3,91 A	-
SS (°Brix)					
55 DAT	6,8 bD	11,4 bC	14,3 bB	16,3 bA	12,2
105 DAT	8,1 aD	14,0 aC	15,9 aB	18,7 aA	14,2
Média	7,4	12,7	15,1	17,5	-
AT (% ác. cítrico)					
55 DAT	2,60 bB	3,18 aA	1,91 aC	1,91 aC	2,40
105 DAT	3,10 aA	2,02 bB	1,92 aBC	1,75 aC	2,20
Média	2,85	2,60	1,91	1,83	-
ratio (SS/AT)					
55 DAT	2,6 aB	3,6 bB	7,5 aA	8,6 bA	5,6
105 DAT	2,6 aD	6,9 aC	8,4 aB	10,7 aA	7,2
Média	2,6	5,3	8,0	9,7	-
Vit. C (mg ác. asc.100 g ⁻¹)					
55 DAT	14,78 bC	47,52 aA	39,77 aB	47,43 aA	37,38
105 DAT	36,53 aC	42,54 bB	38,28 aC	45,90 aA	40,81
Média	25,66	45,03	39,02	46,66	-
C.V _{pH} = 1,4%; C.V _{SS} = 3,4%; C.V _{AT} = 5,6%; C.V _{ratio} = 9,2%; C.V _{Vit.C} = 4,2%					

C.V_{pH} = 1,4%; C.V_{SS} = 3,4%; C.V_{AT} = 5,6%; C.V_{ratio} = 9,2%; C.V_{VIT.C} = 4,2%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Os resultados obtidos confirmaram as mudanças típicas da evolução da maturação: a degradação da clorofila, tornando visíveis pigmentos pré-existentes e, ou, a síntese de novos pigmentos, a síntese de açúcares e a redução da acidez e da adstringência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos produzidos no segundo momento de florescimento (105 DAT), independentemente dos estádios de maturação, tinham teores dos sólidos solúveis superiores aos produzidos no início do florescimento (55 DAT) das plantas. Lima et al. (2012) avaliaram as características dos frutos de *Physalis peruviana* L. ao longo do período de colheita, em duas épocas de plantio e verificaram que os maiores teores de sólidos solúveis e do *ratio* ocorreram quando as plantas tinham 240 dias após o transplante das mudas. Bravo et al. (2015), ao analisarem frutos de *Physalis peruviana* colhidos nos meses de junho e agosto, constataram que os colhidos no segundo momento tinham mais sólidos solúveis do que os da primeira colheita e sugeriram que foi causado pelo aumento da temperatura e maior evapotranspiração.

TABELA 9 - Médias do pH, dos sólidos solúveis (SS), da acidez titulável (AT), do *ratio* (SS/AT) e da vitamina C (Vit. C) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... pH					
55 DAT	3,67 aB	3,54 aC	3,82 bA	3,79 bA	3,70
105 DAT	3,65 aC	3,57 aD	3,92 aB	4,05 aA	3,80
Média	3,66	3,55	3,87	3,92	-
..... SS (°Brix)					
55 DAT	7,9 bC	13,8 bB	16,3 bA	16,1 bA	13,5
105 DAT	9,7 aC	14,3 aB	17,1 aA	16,9 aA	14,5
Média	8,8	14,0	16,7	16,5	-
..... AT (% ác. cítrico)					
55 DAT	3,13 bA	3,10 aA	2,28 aB	1,91 aC	2,60
105 DAT	3,36 aA	2,10 bB	1,74 bBC	1,73 bC	2,23
Média	3,25	2,58	2,01	1,82	-
..... ratio (SS/AT)					
55 DAT	2,5 aD	4,5 bC	7,2 bB	8,4 bA	5,6
105 DAT	2,9 aC	6,9 aB	9,8 aA	9,7 aA	7,3
Média	2,7	5,7	8,5	9,1	-
..... Vit. C (mg ác. asc.100 g ⁻¹)					
55 DAT	21,37 bC	51,28 aAB	47,53 aB	53,02 aA	43,30
105 DAT	37,82 aB	53,53 aA	48,95 aA	51,19 aA	47,83
Média	29,59	52,31	48,24	52,11	-
C.V _{pH} = 1,0%; C.V _{SS} = 2,5%; C.V _{AT} = 3,5%; C.V _{ratio} = 5,9%; C.V _{VIT.C} = 5,9%					

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Casa e Evangelista (2009) avaliaram os frutos de tomate colhidos semanalmente, concluíram que o estágio do ciclo da planta interfere nos parâmetros de qualidade dos frutos, uma vez que os frutos colhidos na 6ª semana apresentaram os maiores teores de sólidos

solúveis. Neste contexto, Beckles (2012) relacionaram diversos fatores pré-colheita, dentre os quais a alta radiação solar e a temperatura elevada, que influenciam positivamente nos níveis de açúcar dos frutos de Solanaceae.

Essas justificativas podem ser consideradas para o presente trabalho, pois por ocasião das colheitas dos frutos oriundos das flores emitidas aos 105 DAT, algumas plantas tinham menos folhas, o que favoreceu o aumento da incidência dos raios solares sobre os frutos. Além disso, conforme Chitarra e Chitarra (2005), durante a maturação, os ácidos orgânicos são utilizados como substratos no processo respiratório e, em função de grande parte destes ser translocada das raízes ou das folhas para os frutos, as plantas parcialmente desfolhadas apresentam frutos menos ácidos que os de plantas normais.

Em relação ao conteúdo de ácido ascórbico (vitamina C), os menores valores foram obtidos nos frutos mais novos (45 DAA) e do início do florescimento (55 DAT). De forma geral, houve variação do conteúdo ao longo da maturação, com aumento nos frutos de 60 DAA, redução nos frutos de 75 DAA e novamente acréscimo nos frutos de 90 DAA. Embora tenham estudado o desenvolvimento dos frutos de *Physalis peruviana* por apenas oito semanas, Singh et al. (2012) constataram que o conteúdo do ácido ascórbico aumentou entre a 2ª e a 4ª semana (5,9 a 8,4 mg.100⁻¹) e entre a 6ª e a 7ª semana após a antese (8,7 a 10,7 mg.100⁻¹).

Carrasco e Zelada (2008) determinaram a capacidade antioxidante dos frutos de *Physalis peruviana* em estágio de maturação similar ao avaliado no presente trabalho e obtiveram 43,3 mg.100⁻¹ de ácido ascórbico. Para Liang et al. (2017) os níveis de ácido ascórbico nas células vegetais variam entre as espécies e até entre os genótipos de uma mesma espécie. Havendo, portanto, frutos que têm aumento do conteúdo de ácido ascórbico no início do desenvolvimento e com redução no final, enquanto outros, tendem a aumentar a concentração com o transcorrer da maturação.

Bravo et al. (2015) também constataram o aumento do conteúdo do ácido ascórbico e posterior redução, com o avanço da maturação. Segundo os mesmos, essa variação é atribuída ao papel antioxidante do ácido ascórbico, que aumenta com o aumento da taxa respiratória em frutos climatéricos. Seguindo o mesmo raciocínio, Severo et al. (2009) também justificaram as reduções do teor de ácido ascórbico após a colheita, por ser um antioxidante.

Diante do exposto, é possível afirmar que há o incremento da massa e do diâmetro do fruto até os 75 DAA (55 DAT), a partir de então, ocorrem alterações das cores do cálice da verde para a amarela ($h^\circ \leq 95,4$) e da epiderme do fruto ($h^\circ \leq 78,4$), do sabor, aumento dos sólidos solúveis ($> 14,0$ °Brix), há o aumento do pH ($\geq 3,76$), redução da acidez titulável ($\leq 2,28\%$) e *ratio* ($\geq 7,2$). Nesta fase, o fruto tem forma circular (circularidade $\geq 0,55$), ocupa mais de 37% da área do cálice e contribui, no mínimo, com 92% da massa do conjunto cálice-fruto. Enquanto que nos frutos originários da floração aos 105 dias, a maioria destas alterações típicas da maturação são perceptíveis aos 60 DAA.

3.4 Conclusões

As características qualitativas do fruto são influenciadas tanto pelo seu estágio de desenvolvimento, quanto pelo momento do florescimento que o originou.

Os frutos colhidos aos 75 DAA, do primeiro momento de florescimento (55 DAT) e aos 60 DAA, das flores emitidas aos 105 DAT, apresentam parâmetros (massa, tamanho, cor e sabor) que caracterizam a maturidade fisiológica.

O acúmulo térmico necessário da antese à maturidade fisiológica do fruto é variável entre os momentos do florescimento da planta; para os frutos aos 75 DAA (55 DAT) são necessários 886 graus-dia e 744 graus-dia para os frutos aos 60 DAA (105 DAT).

Os frutos de *Physalis peruviana* produzidos em Piracicaba, São Paulo, têm padrão para comercialização e qualidade similar a dos frutos produzidos em outras regiões de cultivo.

Referências

ANGULO, R. **Uchuva el cultivo**. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colciencias, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales, 2005. 78 p.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18.ed. AOAC: Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

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

BALAGUERA-LÓPEZ, H.E.; MARTÍNEZ-CÁRDENAS, C.A.; HERRERA-ARÉVALO, A. Effect of the maturity stage on the postharvest behavior of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits stored at room temperature. **Bioagro**, Barquisimetro, v. 28, n. 2, p. 117-124, 2016.

BECKLES, D.M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 63, p. 129-140, 2012.

BERILLI, S.S.; OLIVEIRA, J.G.A.; MARINHO, A.B.; LYRA, G.B.; SOUSA, E.F.; VIANA, A.P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, MG. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 011-014, 2007.

BETANCOURT, M.L.B.; PIEDRAHÍTA, K.E.; TERRANOVA, A.M.P.; AMARILES, H.D.V.; FLÓREZ, J.E.M. Caracterización morfológica de 24 accesiones de uchuva del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. **Acta Agonómica**, Palmira, v. 57, n. 2, p. 101-108, 2008.

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**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.179-185, 2014.

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

BRAVO, K.; SEPULVEDA-ORTEGA, S.; LARA-GUZMAN, O.; NAVAS-ARBOLEDAB, A.A.; OSORIO, E. Influence of cultivar and ripening time on bioactive compounds and antioxidant properties in Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 7, p. 1562-1569, 2015.

CARRASCO, R.R.; ZELADA, C.R.E. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, Lima, v. 74, n. 2, p. 108-124, 2008.

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

CASA, J.; EVANGELISTA, R.M. Influência as épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, sup. 1, p. 1101-1108, 2009.

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

CRIOLLO, H.; LAGOS, T.C.; FISCHER, G.; MORA, L.; ZAMUDIO, L. Comportamiento de tres genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes sistemas de poda. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, Tunja, v. 8, n. 1, p.34-43, 2014.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. **ImageJ Use Guide**: IJ 1.46r. 2012. Disponível em: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/user-guide.pdf>>. Acesso em: 25 de out. de 2017.

FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 001-015, 2014.

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

FISCHER, G.; MELGAREJO, L.M. Ecofisiología de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: CARVALHO, C.P.P. **Physalis peruviana** L.: fruta andina para el mundo. Bogotá: Corpoica, 2014. p. 29-47.

FISCHER, G.; MARTÍNEZ, O. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 16, n. 1, p. 35-39, 1999.

FISCHER, G.; MIRANDA, D. Uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: FISCHER, G. **Manual para el cultivo de frutales en el trópico**. Bogotá: Produmedios, 2012. p. 851-873.

GALVIS, J.A.; FISCHER, G.; GORDILLO, O.P. Cosecha y poscosecha de la uchuva. In: FISCHER, G.; PIEDRAHÍTA, W.; MIRANDA, D.; ROMERO, J. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva physalis peruviana L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005. p. 165-190.

GARCIA M., M.C.; PEÑA, A.C.; BRITO, B. Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: CARVALHO, C.P.P. **Physalis peruviana** L.: fruta andina para el mundo. Bogotá: Corpoica, 2014. p. 80-111.

HERRERA H., ORTIZ A, J.D.; FISCHER, G.; CHACON S, M.I. Behavior in yield and quality of 54 cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) accessions from north-eastern Colombia. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 29, n. 2, p. 189-196, 2011.

ICONTEC. **Frutas frescas: uchuva, especificaciones**. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1999. 15 p. (Norma Técnica Colombiana NTC, 4580).

LIANG, D.; ZHU, T.; NI, Z.; LIN, L.; TANG, Y.; WANG, Z.; WANG, X.; WANG, J.; LV, X.; XIA, H. Ascorbic acid metabolism during sweet cherry (*Prunus avium*) fruit development. **PloS On**, v. 12, n. 2, p. 1-16, 2017.

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**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1004-1012, 2012.

LIMA, C.S.M.; SEVERO, J.; MANICA-BERTO, R.; SILVA, J.A.; RUFATO, L.; RUFATO, A.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.

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

MAZORRA, M.F.; QUITANA, A.P.; MIRANDA, D.; FISCHER, G.; VALENCIA, M.C. Aspectos anatómicos de la formación y crecimiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* (Solanaceae). **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v. 11, n. 1, p. 69-81, 2006.

MORA-AGUILAR, R.; PEÑA-LOMELÍ, A.; LÓPEZ-GAYTÁN, E.; AYALA-HERNANDEZ, J.J.; PONCE-AGUIRRE, D. Agrofenología de *Physalis peruviana* L. en invernadero y fertirriego. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v. 12, n. 1, p. 57-63, 2006.

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, v. 33, n. 3, p. 830-838, 2011.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T.R.; RUFATO, A.R.; MACEDO, T.A. General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

PUENTE, L.A.; PINTO-MUÑOZ, S.A.; CASTRO, E.S.; CORTÉS, M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: a review. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 1, p. 733-1.740. 2011.

RODRIGUES, F.A.; PENONI, E.S.; SOARES, J.D.R.; SILVA, R.A.L.; PASQUAL, M. Characterization of the harvest point of *Physalis peruviana* L. in the region of Lavras, state of Minas Gerais, **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 862-867, 2012.

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

SALAZAR, M.R.; JONES, J.W.; CHAVES, B.; COOMAN, A.; FISCHER, G. Base temperature and simulation model for nodes appearance in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 862-867, 2008.

SEVERO, J.; GALARÇA, S.P.; AIRES, R.F.; CANTILLANO, R.F.F.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, p. 65-70, 2009.

SILVA, D.F.; VILLA, F.; BARP, F.K.; ROTILI, M.C.C.; STUMM, D.R. Conservação pós-colheita de fisális e desempenho produtivo em condições edafoclimáticas de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 826-832, 2013.

SINGH, D.B.; PAL, A.A.; LAL, S.; AHMED, N.; MIRZA, A. Growth and developmental changes of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits. **The Asian Journal of Horticulture**, Muzaffarnagar, v. 7, n. 2, p.3 74-378, 2012.

TREVISANI, N.; MELO, R.C.; COLLI, M.P.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Associations between traits in *Physalis*: a tool for indirect selection of superior plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 4, p. 1-7, 2017.

VALDENEGRO, M.; FUENTES, L.; HERRERA, R.; MOYA-LEÓN, M.A. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 67, p. 110-117, 2012.

4 MATURAÇÃO DAS SEMENTES DE *Physalis peruviana* L. EM FUNÇÃO DO MOMENTO DO FLORESCIMENTO E DA IDADE DOS FRUTOS

Resumo

O Entendimento do processo de maturação das sementes é imprescindível para a identificação do momento que a alta qualidade é alcançada, bem como, do ponto ideal para a colheita. Entretanto, estas informações para a espécie *Physalis peruviana* L., ainda são escassas. Diante disto, o objetivo do trabalho foi estudar a maturação das sementes de *Physalis peruviana* L., segundo o momento do florescimento da planta e a idade dos frutos. O trabalho foi realizado entre março e outubro, nos anos de 2016 e 2017, no Setor de Horticultura e nos Laboratórios de Análise de Sementes (LAS) e de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas (LPCPH), do Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, em Piracicaba, São Paulo. As plantas foram cultivadas em quatro blocos, dispostas em espaçamento 2,5 x 1,0 m e conduzidas com quatro hastes. Como tratamentos experimentais, foram distinguidos dois momentos de florescimento das plantas, 55 e 105 dias após o transplante (DAT) e, em cada um destes, as flores foram marcadas por ocasião da antese e os respectivos frutos e sementes avaliados aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA). As características durante o desenvolvimento do fruto como a idade (em dias após a antese) e as modificações da cor, da massa e do sabor são parâmetros indicativos da maturidade fisiológica do fruto e das sementes. O momento do florescimento da planta e o estágio de desenvolvimento do fruto influenciam a maturação das sementes, as quais têm maior germinação e vigor quando obtidas dos frutos colhidos a partir dos 75 DAA (55 DAT) e 60 DAA (105 DAT) e posteriores à maturidade de massa.

Palavras-chave: Fisális; Maturidade fisiológica; Germinação; Antese; Colheita

Abstract

Understanding the process of seed maturation is essential to identify the time when high quality is achieved as well as the ideal time for harvesting. However, this information for the species *Physalis peruviana* L. is still scarce. Therefore, the objective of this work was to study the maturation of seeds of *Physalis peruviana* L., according to the moment of flowering of the plant and fruit age. The work was carried between march and october, in the years 2016 and 2017, in the Horticulture Sector and in the Laboratories of Seeds Analysis (LAS) and Post-Harvesting Horticultural Plants (LPCPH), belonging to the Department of Crop Science, ESALQ/USP, in Piracicaba, São Paulo. The plants were arranged in four blocks, in spacing of 2,5 x 1,0 m and conducted with four stems. Two flowering moments were considered, at 55 and 105 days after transplanting (DAT) of the plants. At each of these moments, the flowers were marked in the anthesis and the fruits and seeds evaluated at 45, 60, 75 and 90 days after (DAA). Characteristics during fruit development such as age (in days after anthesis) and changes in color, mass and flavour are parameters indicative of the physiological maturity of the fruit and seeds. The moment of flowering of the plant and the stage of development of the fruit influence the maturation of the seeds, which have greater germination and vigor when obtained from fruits harvested from 75 DAA (55 DAT) and 60 DAA (105 DAT) and after mass maturity.

Keywords: Cape gooseberry; Physiological maturity; Germination; Anthesis; Harvest

4.1 Introdução

O conhecimento das propriedades nutricionais e funcionais, associado às características organolépticas do fruto de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae), tem

proporcionado o interesse pelo consumo e tornado, a cultura, em uma alternativa de cultivo, no âmbito das pequenas frutas no Brasil (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014; RAMADAN, 2011).

Neste contexto, há demanda por informações a respeito da cultura nas condições edafoclimáticas brasileiras, o que já ensejou a condução de algumas pesquisas, em relação ao sistema de condução (MUNIZ *et al.*, 2011), à adubação (THOMÉ; OSAKE, 2010), à qualidade pós-colheita dos frutos (BOLZAN; CUQUEL; LAVORANTI, 2011) e aos custos de produção (LIMA *et al.*, 2009). Entretanto, no que tange ao conhecimento em Tecnologia de Sementes há restrição de pesquisa, sendo que a semente é a principal forma de multiplicação da espécie, ainda que possa ser propagada assexuadamente (FISCHER *et al.*, 2014; MUNIZ *et al.*, 2014).

Estudos relacionados ao processo de maturação da semente são imprescindíveis, pois a partir dos conhecimentos gerados, há possibilidade de identificação do momento em que as sementes atingem alta qualidade, bem como, o ponto ideal para a colheita. O estágio no qual a qualidade é máxima, varia entre as espécies, sendo que, naquelas cujas sementes são formadas em frutos carnosos, geralmente as sementes apresentam a máxima germinação e vigor, próximo ao momento em que atingem o máximo acúmulo de massa seca, quando a maturidade fisiológica é alcançada, podendo ser um pouco antes ou depois (DIAS *et al.*, 2006; NETO *et al.*, 2015; VIDIGAL *et al.*, 2011).

Em espécies de frutos carnosos, como *Physalis peruviana*, frequentemente tem sido constatada correlação entre os aspectos do fruto, como a idade e a cor, com a maturidade fisiológica das sementes e a colheita (DIAS; NASCIMENTO, 2009; MEDEIROS *et al.*, 2010; NAKADA *et al.*, 2011; VIDIGAL *et al.*, 2009).

A planta de *Physalis peruviana* tem crescimento indeterminado, com florescimento e frutificação ininterruptos (FISCHER *et al.*, 2014), fazendo com que, em uma mesma planta, sejam encontrados frutos em diferentes estádios de maturação, o que dificulta a identificação da maturidade fisiológica das sementes e a melhor época para a realização da colheita, similar a outras Solanáceas tais como *Capsicum* spp. (ABUD, *et al.*, 2013), *Solanum melongena* L. (MARTINS *et al.*, 2012) e *Solanum lycopersicum* (DIAS *et al.*, 2006).

Porém, visando os frutos para o consumo, a coloração do cálice associada à caracterização qualitativa dos frutos, é o principal indicador da maturação e do momento da colheita de *Physalis peruviana* (FISCHER; MARTINEZ, 1999). Ainda que alguns dos parâmetros

que caracterizam a maturação dos frutos possam variar ao longo do ciclo da planta (BRAVO *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2012).

Analogamente, variações também ocorrem quanto à maturação das sementes, pois há variação do momento em que ocorre a maturidade fisiológica da semente de uma dada espécie, em função do genótipo, das posições do fruto na planta e da semente no interior do fruto, do estágio de desenvolvimento da planta e das condições ambientais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; DIAS *et al.*, 2006).

Portanto, não há ainda pesquisas ou estudos sobre as possíveis relações entre o momento do florescimento e a idade do fruto com a maturidade fisiológica das sementes de *Physalis peruviana*. Deste modo, nesta pesquisa foi estudada a maturação das sementes em função do momento do florescimento da planta e da idade dos frutos, nas condições edafoclimáticas do município de Piracicaba, São Paulo.

4.2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado no período de março a outubro, nos anos de 2016 e 2017, sendo as plantas de *physalis* cultivadas no Setor de Horticultura (22°42'32,01"S; 47°37',41,03"O, 546 m) e as análises dos frutos e das sementes realizadas nos Laboratórios de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas (LPCPH) e de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), em Piracicaba, São Paulo.

Inicialmente, as mudas foram produzidas em bandejas de polietileno, com 50 células, contendo substrato comercial Basaplant, acrescido de terra de subsolo e fibra de coco, nas proporções de (3:2:1 v/v). Permaneceram em viveiro telado com sombrite (50%) e, partir de 30 dias da emergência das plântulas, foram adubadas via foliar com o fertilizante comercial Yogen2®, na concentração de 2,5 g.L⁻¹, em intervalo de 15 dias.

As mudas foram transplantadas aos 60 dias após a semeadura, quando tinham 15 cm e três pares de folhas. O solo da área experimental, tipo NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico latossólico, textura argilosa, foi previamente preparado com duas gradagens e adubado conforme os resultados das análises do solo. O espaçamento entre as plantas foi de 1,0 m e entre as linhas 2,5 m. Cada linha de 14 plantas representou um bloco, no total de quatro. Entre os blocos havia uma linha com número similar de plantas, sendo consideradas como

bordaduras da parcela experimental, perfazendo 126 plantas, distribuídas nas nove linhas. As plantas foram conduzidas no sistema em “X”, em que quatro ramos principais foram definidos e conduzidos por fios de polietileno até a altura de 1,6 m do solo. Foi utilizada irrigação por gotejamento, com aplicação diária de 2 a 5 litros por planta. Foram realizadas as desbrotas dos ramos laterais e o roguing, para eliminar as plantas com sintomas de doenças.

Foram considerados dois momentos do florescimento das plantas, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Em cada um destes momentos, as flores foram etiquetadas por ocasião da antese e os respectivos frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA). Transcorridos os períodos pré-determinados, 30 frutos de cada bloco foram colhidos, dos quais 15 foram destinados para a caracterização dos frutos e 15 para a extração das sementes.

Imediatamente após a colheita, os frutos foram avaliados quanto à massa, com cálice (MFC) e sem cálice (MFSC), sendo empregada balança digital, com precisão de 0,01 g; à cor do cálice e da epiderme do fruto, obtidas com duas leituras em lados opostos na região equatorial do cálice e epiderme do fruto correspondente, com colorímetro Minolta® (Modelo CR-300) e anotados os valores do ângulo Hue (h°); os sólidos solúveis (SS), para a qual foi utilizado o refratômetro digital Atago PR-101, Palette, sendo os resultados apresentados em °Brix a 20 °C (AOAC, 2005) e a acidez titulável (AT), determinada por titulação com solução de NaOH 1 N, sendo os resultados apresentados em porcentagem de ácido cítrico em cem gramas do suco (CARVALHO et al., 1990), que a partir desses valores e dos sólidos solúveis, foi determinada a relação *ratio* (SS/AT).

A extração das sementes foi manual, utilizando uma peneira e água corrente, e foram descartadas as sementes que tinham menor densidade, ou seja, que sobrenadavam. Imediatamente após a remoção da água superficial das sementes, parte da amostra foi dividida em oito repetições de 100 sementes (duas amostras de cada bloco) e determinado o teor de água (TA), com base na massa úmida (BRASIL, 2009), procedimento que permitiu também o cálculo da massa da matéria seca de cem sementes (MMS), cujo resultado foi apresentado em mg. Para determinar o número médio de sementes por fruto (NSF), foram retiradas e contadas as sementes de dois frutos de cada repetição.

Na sequência, foi instalado o teste de germinação (TG), com quatro repetições de 50 sementes distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas na proporção de 2,3 vezes o seu peso seco e mantidas no interior de caixas plásticas transparentes (11,0x11,0x3,0 cm). Permaneceram em germinador com fotoperíodo de oito horas, a 25 °C. A

avaliação foi diária até a estabilização do número de sementes germinadas, foram registradas a protrusão da raiz primária e as plântulas normais. Os resultados foram apresentados em porcentagem de emissão da raiz primária e de germinação (BRASIL, 2009), índice de velocidade de emissão da raiz primária e de germinação (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de emissão da raiz primária e de germinação (dia), Labouriau (1983).

A outra parte da amostra das sementes foi submetida à secagem em estufa com circulação de ar, a 33 °C, por 24 horas. Em seguida, foram determinados o teor de água e o peso de mil sementes, ajustado para 7% de água e conduzidos os testes de germinação e de emergência da plântula. Este, realizado com quatro repetições de 50 sementes em bandejas de poliestireno expandido, contendo o substrato comercial Basaplant; as avaliações foram diárias e com os resultados foram calculados a emergência da plântula, o índice de velocidade de emergência da plântula e o tempo médio de emergência da plântula (dia).

Os dados durante o cultivo foram registrados e utilizados para calcular a soma térmica (graus-dia acumulados), considerando o intervalo da antese da flor às respectivas colheitas dos frutos, conforme o método descrito por Salazar *et al.* (2008).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 4, representados pelos dois momentos de florescimento das plantas (55 e 105 dias após o transplante, DAT) e pela idade dos frutos (45, 60, 75 e 90 dias após a antese, DAA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as comparações entre as médias realizadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.3 Resultados e Discussão

Os resultados decorrentes das avaliações dos frutos foram influenciados significativamente e de forma interativa pelos tratamentos (momento do florescimento das plantas e idade dos frutos) nos dois anos de cultivo (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Médias do ângulo Hue (h°) do cálice e da epiderme, da massa do fruto com cálice (MFC) e sem cálice (MF), da acidez titulável (AT), dos sólidos solúveis (SS) e do *ratio* (SS/AT) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2016.

Médias seguidas por mesmas letras minúscula (comparam momento do florescimento, DAT) e maiúscula (comparam idade dos frutos, DAA), não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$).

Figura 2 - Médias do ângulo Hue (h°) do cálice e da epiderme, da massa do fruto com cálice (MFC) e sem cálice (MF), da acidez titulável (AT), dos sólidos solúveis (SS), e do *ratio* (SS/AT) dos frutos de *Physalis peruviana* L., colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Ano 2017.

Médias seguidas por mesmas letras minúscula (comparam momento do florescimento, DAT) e maiúscula (comparam idade dos frutos, DAA), não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$).

Houve alterações das cores do cálice e da epiderme do fruto, com o progresso da maturação, ou seja, os frutos aos 45 DAA tinham o cálice e a epiderme verdes, aos 60 DAA a cor do cálice era verde-amarela e a epiderme amarela-esverdeada e, aos 75 DAA ambas as partes completamente amarelas, enquanto que aos 90 DAA o cálice tinha a cor “amarela-palha” e a epiderme era amarela-laranja (Figura 3).

Esta alteração da cor, é perceptível pela observação visual e é confirmada pelo decréscimo dos valores do ângulo Hue (h°). Os frutos a partir de 75 DAA (55 DAT), apresentaram os valores do $h^\circ \leq 82,0$ para o cálice e $h^\circ \leq 78,4$ para a epiderme do fruto, enquanto os frutos provenientes do segundo momento do florescimento (105 DAT), os menores valores do h° já foram perceptíveis a partir de 60 DAA. Além disso, as médias do h° da epiderme do fruto são inferiores as médias do cálice, especialmente nos frutos de 60 DAA. Estas observações sugerem que os frutos produzidos a partir do florescimento aos 105 DAT, iniciam antes a alteração da cor que, por sua vez, inicia-se primeiramente na epiderme do fruto e posteriormente no cálice.

Figura 3 - Frutos de *Physalis peruviana* L., no interior do cálice (A, B, C e D) e seccionados ao meio, sentido transversal em relação ao comprimento do fruto expondo as sementes (A', B', C' e D'), colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), respectivamente. (Barras = 1 cm).

Os frutos, com e sem cálice, colhidos a partir de 75 DAA e originários das flores aos 55 DAT, tinham as maiores massas. Enquanto àqueles provenientes das flores aos 105 DAT, as maiores massas foram obtidas a partir de 60 DAA. Todavia, os valores das massas dos frutos oriundos do segundo momento de florescimento são menores que os dos frutos do primeiro momento, especialmente no ano de 2017 (Figuras 1 e 2).

Com o avanço da maturação dos frutos, os sólidos solúveis e o *ratio* aumentaram e a acidez titulável diminuiu (Figuras 1 e 2), possibilitando que os frutos colhidos a partir de 75 DAA (55 DAT) e de 60 DAA (105 DAT), tivessem as características e os padrões indicativos da maturidade e necessários para a colheita e a comercialização, como consta nas normas colombianas (ICONTEC, 1999), em que a comercialização do fruto de *Physalis peruviana* deve ser realizada quando o conteúdo dos sólidos solúveis apresentar, no mínimo, 14 °Brix, o *ratio* $\geq 6,0$ e a acidez titulável $\leq 2,34$. Ao contrário do verificado em relação à massa dos frutos, os originários do segundo momento de florescimento (105 DAT), apresentaram os teores dos sólidos solúveis e, conseqüentemente, o *ratio*, superiores aos constatados nos frutos colhidos no início do florescimento (55 DAT) das plantas.

Estes resultados são similares aos obtidos por Fischer e Martinez (1999), os quais constataram que na medida em que o desenvolvimento do fruto de *Physalis peruviana* evolui, ocorrem aumentos do tamanho, do peso e da relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (*ratio*) e atinge as máximas concentrações de sólidos solúveis e β -caroteno quando a epiderme tem a cor laranja, sendo este estágio, denominado de fase 4, que caracteriza a maturidade fisiológica do fruto. De certo modo, semelhante às conclusões de Lima *et al.* (2009) e Rodrigues *et al.*, (2012), que afirmaram que a colheita dos frutos pode ser realizada a partir do momento em que o cálice apresentar cor amarela-esverdeada até amarela-amarronzada, quando têm as maiores massas, os maiores diâmetros e o máximo dos sólidos solúveis totais e *ratio*.

Portanto, as mudanças verificadas nas características dos frutos, reforçam a ocorrência das transformações inerentes da evolução da maturação em frutos carnosos, como a degradação da clorofila, a síntese de açúcares e a redução da acidez, as quais os tornam adequados para o consumo, sendo o amadurecimento considerado o aprimoramento do conjunto desses processos, resultando nas características de qualidade do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005; TAIZ *et al.*, 2017).

A soma de unidades térmicas, em graus-dia acumulados (GD), correspondente ao período da antese às respectivas colheitas, possibilitou a caracterização dos estádios de maturação dos frutos. Considerando que a maturidade fisiológica dos frutos é atingida a partir de 75 DAA (55 DAT) e de 60 DAA (105 DAT), o acúmulo térmico correspondente variou de 880 a 892 GD e de 709 a 779 GD, respectivamente (Tabela 1).

A soma térmica acumulada na maturidade dos frutos de *Physalis peruviana* no presente trabalho foi similar à registrada por Mora-Aguilar *et al.* (2006) em ambiente protegido que, embora não tenham caracterizado o momento exato da antese, constataram que o florescimento da planta ocorreu aos 42 dias após o transplante e a maturidade dos frutos aos 60 dias após a emissão floral, com o acúmulo térmico de 888 GD. Por outro lado, em condição de campo, no município de Capão do Leão-RS, Betemps *et al.* (2014), ainda que não tenham efetuado a marcação das flores para determinar a idade dos frutos, observaram que o florescimento ocorreu aos 54 dias após o transplante e a colheita dos frutos foi realizada aos 42 dias após a emissão das flores, quando a coloração do cálice era amarela-esverdeada e com 624,9 GD de acúmulo térmico de.

Tabela 1 - Graus-dia (GD) acumulados entre a antese e a colheita dos frutos de *Physalis peruviana* L., aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Anos 2016 e 2017.

Florescimento	(DAA)			
	45	60	75	90
..... (2016)				
55 DAT	488	684	880	1.065
105 DAT	618	779	1.031	1.195
..... (2017)				
55 DAT	507	670	892	1.080
105 DAT	535	709	994	1.201

É essencial destacar que os frutos oriundos do segundo momento de florescimento da planta atingiram a maturidade, em número de dias e com acúmulo térmico, inferiores ao demandado por aqueles produzidos a partir da floração inicial, independentemente do ano de cultivo. Esta diferença pode estar relacionada à influência da temperatura para o desenvolvimento dos frutos, nos diferentes meses do ano. No período de desenvolvimento dos frutos que foram colhidos aos 75 DAA (55 DAT) as temperaturas médias foram 17,4 °C em 2016 e 17,6 °C em 2017, ao passo que durante o desenvolvimento dos frutos colhidos aos 60 DAA (105 DAT) a temperatura média foi 18,7 °C, tanto em 2016 quanto em 2017.

Em relação ao processo de maturação das sementes, no experimento conduzido em 2016 (Tabela 2), as extraídas dos frutos colhidos aos 45 DAA e aos 60 DAA tinham os maiores teores de água (30,8% e 29,2%, respectivamente), que estabilizaram a partir dos 75 DAA (28,2% a 28,4%). O menor valor do peso de mil sementes, com 7% de água, foi constatado nas que foram extraídas dos frutos colhidos aos 45 DAA (0,959 g) e as sementes extraídas dos frutos colhidos a partir de 60 DAA não apresentaram variação do peso, permanecendo ao redor de 1,0 g. Por outro lado, a massa da matéria seca de cem sementes não diferiu estatisticamente, entre os estádios de maturação dos frutos, cujos valores oscilaram entre 89,14 mg e 93,55 mg.

Tabela 2 - Médias do teor de água (TA), da massa da matéria seca de cem sementes (MMS), do peso de mil sementes (PM) e do número de sementes por fruto (NSF) de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2016.

010:	(DAA)				
Florescimento	45	60	75	90	Média
..... TA (%)					
55 DAT	33,0	30,0	28,0	28,7	29,9 a
105 DAT	28,6	28,4	28,4	28,0	28,3 b
Média	30,8 A	29,2 AB	28,2 B	28,4 B	-
..... MMS (mg).....					
55 DAT	91,80	96,34	94,78	92,65	93,89 a
105 DAT	86,47	90,76	89,80	90,43	89,36 b
Média	89,14 A	93,55 A	92,29 A	91,54 A	-
..... PM (g)					
55 DAT	0,992	1,065	1,040	1,032	1,032 a
105 DAT	0,927	0,941	0,987	0,967	0,955 b
Média	0,959 B	1,003 AB	1,013 A	1,000 AB	-
..... NSF (und)					
55 DAT	265	252	260	259	259 b
105 DAT	323	308	306	327	316 a
Média	294 A	280 A	283 A	293 A	-
C.V _{TA} = 6,4%; C.V _{MMS} = 6,1%; C.V _{PM} = 3,2%; C.V _{NSF} = 9,0%					

C.V_{TA} = 6,4%; C.V_{MMS} = 6,1%; C.V_{PM} = 3,2%; C.V_{NSF} = 9,0%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Analisando o momento do florescimento (Tabela 2), as sementes dos frutos oriundos das plantas que floresceram aos 55 DAT, tinham tanto o teor de água, quanto a massa seca de cem sementes e o peso de mil sementes superiores aos das sementes obtidas no florescimento aos 105 DAT. Por outro lado, o número de sementes por fruto não foi alterado em função da idade dos frutos, embora tenha sido maior nos frutos produzidos a partir do

florescimento da planta aos 105 DAT. Neste sentido, no segundo momento de florescimento, houve o aumento do número de sementes por fruto, em detrimento da redução da massa das sementes, diferentemente dos resultados obtidos por Rodrigues *et al.* (2014), os quais determinaram a correlação positiva entre o número de sementes e a massa de sementes por fruto de *Physalis peruviana*.

No segundo experimento (Tabela 3), o teor de água das sementes decresceu ao longo da maturação do fruto, exibindo os menores percentuais a partir de 75 DAA (26,2% a 26,7%). Ocorreu o incremento da massa seca de cem sementes até os 60 DAA e do peso de mil sementes os 75 DAA, especialmente, em frutos cujas flores foram emitidas aos 55 DAT, já que no segundo momento de florescimento (105 DAT), a idade dos frutos não causou alteração da massa das sementes, tendo o peso de mil sementes variado de 0,954 a 0,999 g.

Tabela 3 - Médias do teor de água (TA), da massa da matéria seca de cem sementes (MMS), do peso de mil sementes (PM) e do número de sementes por fruto (NSF) de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... TA (%)					
55 DAT	33,4	27,8	26,2	27,0	28,6 a
105 DAT	32,3	28,8	26,1	26,5	28,4 a
Média	32,8 A	28,3 B	26,2 C	26,7 C	-
..... MMS (mg)					
55 DAT	86,58 bB	95,47 aAB	96,97 aA	96,67 aA	93,92
105 DAT	94,70 aA	88,85 aA	91,34 aA	89,00 bA	90,97
Média	90,64	92,16	94,15	92,83	-
..... PM (g)					
55 DAT	0,931 bC	0,997 aB	1,015 aAB	1,048 aA	0,998
105 DAT	0,976 aA	0,976 aA	0,977 bA	0,949 bA	0,970
Média	0,954	0,987	0,996	0,999	-
..... NSF (und)					
55 DAT	277	286	259	246	267 a
105 DAT	266	260	271	241	260 a
Média	271 A	273 A	265 A	243 A	-
C.V _{TA} = 3,5%; C.V _{MMS} = 5,0%; C.V _{PM} = 2,0%; C.V _{NSF} = 9,3%					

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Todavia, as sementes dos frutos colhidos aos 45 DAA e aos 90 DAA, do segundo momento do florescimento (105 DAT), tinham as maiores e as menores massas, respectivamente, em relação às sementes produzidas nos frutos em estádios de

desenvolvimento idênticos, da floração inicial (55 DAT). Quanto ao número de sementes por fruto, não houve variação da quantidade, independentemente do momento do florescimento da planta e do estágio de desenvolvimento do fruto.

Em sementes de frutos carnosos, mesmo na maturidade de fisiológica, o teor de água das sementes é alto, pois em decorrência da própria constituição da polpa o teor de água da semente mantém-se alto e dificulta a redução rápida da água da semente, como já foi determinado para as sementes de outros frutos carnosos como as das pimentas malagueta e biquinho, que tinham, respectivamente, 39% e 36% de água aos 70 DAA (ABUD *et al.*, 2013), para as de abobrinha, que tinham 50% de água aos 60 DAA (MARROCOS *et al.*, 2011), para as de abóbora, que tinham 34,5% de água aos 60 DAA (NETO *et al.*, 2015), enquanto a de maxixe tinham 50,6% de água aos 40 DAA (MEDEIROS *et al.*, 2010). Segundo Welbaum e Bradford (1988), apesar de ser utilizado com frequência, o teor de água das sementes não é um indicador seguro de maturidade fisiológica, em função das influências ambientais e genéticas.

As sementes extraídas dos frutos colhidos aos 75 DAA (55 DAT) e aos 60 DAA (105 DAT) tinham peso de mil sementes similar ao obtido por Sbrussi *et al.* (2014), mas divergem quanto ao fato destes autores não terem constatado aumento significativo no peso na medida em que a maturação progrediu, ou seja, o peso das sementes extraídas do fruto com a cor verde é semelhante ao peso daquelas sementes obtidas do fruto com a cor amarela. Todavia, o peso das sementes também varia conforme o ecótipo, sendo o “Colombiano”, o que tem as menores sementes (PEÑA *et al.*, 2010), o que influencia a qualidade, pois as sementes mais pesadas, originam plântulas com mais biomassa (DIAZ; FISCHER; PULIDO, 2010).

O número de sementes por fruto foi equivalente ao relatado por Fischer, Almanza-Merchán e Miranda *et al.* (2014), segundo os quais, oscila entre 150 e 300 sementes, ao passo que Betancourt *et al.* (2008) caracterizaram morfologicamente 24 acessos de *Physalis peruviana* que tinham 111 a 233 sementes por fruto. Ainda mais próximo aos resultados obtidos por Chautá-Mellizoa *et al.* (2012), ao estudarem os métodos de polinização natural e artificial, que contabilizaram cerca de 250 sementes por fruto, quando as flores tiveram polinização natural (aberta), condição que proporciona a maior deposição de pólen. Todavia, o número de sementes por fruto é determinado pelo genótipo, ao passo que a massa das sementes é decorrente do acúmulo de material de reserva durante o desenvolvimento (BEWLEY; BLACK, 1994; FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014).

Nas sementes recém extraídas (úmidas), as porcentagens da emissão da raiz primária e da germinação, aumentaram na medida em que os frutos amadureceram (Tabelas 4 e 5), sendo que no experimento de 2016, a maior porcentagem da emissão da raiz foi obtida para as sementes provenientes dos frutos aos 90 DAA, 55 DAT (87%) e aos 75 DAA, 105 DAT (98%) e o maior percentual da germinação, com sementes aos 90 DAA (78%). Em 2017, os maiores percentuais destas variáveis foram com as sementes aos 75 DAA (55 DAT) e aos 60 DAA (105 DAT). Estádios imediatamente posteriores aos que foi determinado o maior peso de mil sementes e coincidente aos estádios cujas características típicas (cor, massa e sabor) da maturidade fisiológica dos frutos.

Os resultados dos índices de velocidade da emissão da raiz primária foram idênticos aos da germinação, para os quais os maiores índices foram obtidos a partir das sementes dos frutos colhidos aos 90 DAA (55 DAT) e aos 60 DAA (105 DAT), no primeiro experimento e a partir de 75 DAA, no segundo experimento.

Em 2016, os menores tempos médio da emissão da raiz primária e da germinação são observados em sementes obtidas dos frutos colhidos com mais de 60 DAA, enquanto em 2017, as sementes dos frutos colhidos a partir de 75 DAA requereram menos tempo para emissão da raiz primária e para a germinação, particularmente para os frutos do segundo momento do florescimento da planta (105 DAT). Desta maneira, além do aumento da porcentagem de germinação há o aumento da velocidade de germinação das sementes na medida em que o processo de maturação dos frutos avança.

Tabela 4 - Médias da emissão da raiz primária (ERP), do índice de velocidade de emissão (IVERP) e do tempo médio da emissão de raiz primária (TMERP); da germinação (G), do índice de velocidade da germinação (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) das sementes de *Physalis peruviana* L., recém extraídas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
ERP (%)					
55 DAT	35 aB	50 bB	55 bB	87 aA	57
105 DAT	22 aC	74 aB	98 aA	90 aAB	71
Média	28	62	76	88	-
IVERP					
55 DAT	0,435 aC	1,251 bB	1,542 aB	2,996 aA	1,556
105 DAT	0,231 aB	2,349 aA	0,957 aB	1,759 bA	1,324
Média	0,333	1,800	1,249	2,377	-
TMERP (dia)					
55 DAT	20,8 bA	10,8 aB	9,3 aBC	7,8 aC	12,1
105 DAT	24,8 aA	9,0 bB	10,0 aB	8,3 aB	13,0
Média	22,8	9,9	9,6	8,0	-
G (%)					
55 DAT	22	43	52	79	49 a
105 DAT	17	63	63	78	55 a
Média	20 C	53 B	57 B	78 A	-
IVG					
55 DAT	0,242 aC	0,741 aBC	0,902 aB	1,575 aA	0,865
105 DAT	0,389 aB	1,108 aA	0,886 aAB	0,992 bA	0,844
Média	0,315	0,925	0,894	1,283	-
TMG (dia)					
55 DAT	23,3 bA	15,3 aB	15,0 aB	13,8 aB	16,8
105 DAT	27,0 aA	14,5 aB	14,0 aB	13,0 aB	17,1
Média	25,1	14,9	14,5	13,4	-
C.V _{ERP} = 16,4%; C.V _{IVERP} = 28,1%; C.V _{TMERP} = 8,9%; C.V _G = 21,7%; C.V _{IVG} = 33,9%; C.V _{TMG} = 7,3%					

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Tabela 5 - Médias da emissão da raiz primária (ERP), do índice da velocidade de emissão da raiz primária (IVERP) e do tempo médio da emissão de raiz primária (TMER); da germinação (G), do índice de velocidade da germinação (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) das sementes de *Physalis peruviana* L., recém extraídas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
ERP (%)					
55 DAT	20 bB	36 bB	97 aA	88 aA	60
105 DAT	51 aB	94 aA	94 aA	88 aA	82
Média	36	65	95	88	-
IVERP					
55 DAT	0,228 bB	0,586 bB	2,594 aA	2,095 aA	1,376
105 DAT	0,739 aB	1,869 aA	2,545 aA	2,346 aA	1,875
Média	0,483	1,228	2,570	2,220	-
TMERP (dia)					
55 DAT	22,5 aA	19,3 aA	10,5 aB	11,3 aB	19,9
105 DAT	19,3 bA	14,5 bB	10,5 aC	10,3 aC	13,6
Média	20,9	16,9	10,5	10,8	-
G (%)					
55 DAT	16 bB	25 bB	84 aA	81aA	51
105 DAT	33 aB	74 aA	90 aA	82aA	69
Média	24	49	87	81	-
IVG					
55 DAT	0,152 bB	0,328 bB	1,483 aA	1,371 aA	0,833
105 DAT	0,394 aC	1,026 aB	1,541 aA	1,478 aA	1,110
Média	0,273	0,677	1,512	1,425	-
TMG (dia)					
55 DAT	25,8	21,8	15,0	15,8	19,6 a
105 DAT	22,5	19,0	14,5	14,3	17,6 b
Média	24,1 A	20,4 B	14,8 C	15,0 C	-

C.V_{ERP} = 18,5%; C.V_{IVERP} = 23,2%; C.V_{TMERP} = 11,7%; C.V_G = 18,0%; C.V_{IVG} = 18,5%; C.V_{TMG} = 8,1%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Quanto às sementes submetidas à secagem (Tabelas 6 e 7), cujo teor de água médio foi 7,0%, as porcentagens da emissão da raiz primária e da germinação aumentaram também de acordo com o progresso da maturação dos frutos, com os maiores valores a partir dos 60 DAA, consolidando-se aos 75 DAA, independentemente do momento do florescimento e do ano de cultivo. O mesmo ocorreu em relação ao índice de velocidade e ao tempo médio de emissão da raiz primária e da germinação, uma vez que as sementes extraídas aos 75 DAA, tiveram maior porcentagem da germinação no menor intervalo de tempo.

Tabela 6 - Médias da emissão (ERP), do índice de velocidade (IVERP) e do tempo médio da emissão de raiz primária (TMERP); da germinação (G), do índice de velocidade (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) das sementes de *Physalis peruviana* L. (após secagem) obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
ERP (%)					
55 DAT	16 bB	77 aA	77 bA	84 aA	63
105 DAT	46 aB	59 bB	97 aA	86 aA	72
Média	31	68	87	85	-
IVERP					
55 DAT	0,208 bB	2,849 aA	2,854 aA	3,271 aA	2,296
105 DAT	0,735 aB	2,204 bA	1,237 bB	2,479 bA	1,664
Média	0,471	2,526	2.046	2.875	-
TMERP (dia)					
55 DAT	18,8 aA	7,5 aB	7,0 bB	7,0 aB	10,1
105 DAT	17,0 bA	7,8 aB	8,0 aB	7,3 aB	10,0
Média	17,9	7,6	7,5	7,1	-
G (%)					
55 DAT	9 bB	71 aA	72 bA	77 aA	57
105 DAT	39 aB	52 bB	89 aA	81 aA	65
Média	24	62	80	79	-
IVG					
55 DAT	0,084 bC	1,412 aB	1,481 aAB	1,802 aA	1,195
105 DAT	0,515 aC	1,034 bAB	0,901 bB	1,329 bA	0,945
Média	0,300	1,223	1,191	1,565	-
TMG (dia)					
55 DAT	25,8 aA	12,8 aB	12,3 aB	11,8 aB	15,6
105 DAT	19,8 bA	13,0 aB	12,8 aB	11,8 aB	14,3
Média	22,8	12,9	12,5	11,8	-

C.V_{ERP} = 12,5%; C.V_{IVERP} = 17,0%; C.V_{TMERP} = 6,5%; C.V_G = 15,4%; C.V_{IVG} = 17,4%; C.V_{TMG} = 8,6%

C.V_{ERP} = 12,5%; C.V_{IVERP} = 17,0%; C.V_{TMERP} = 6,5%; C.V_G = 15,4%; C.V_{IVG} = 17,4%; C.V_{TMG} = 8,6%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

A variação obtida entre os percentuais de emissão da raiz primária e da germinação foi evidente, pois a protrusão radicular não representa, obrigatoriamente, a formação da plântula normal, quer sejam, as sementes, recém extraídas ou submetidas à secagem. Neste sentido, a secagem não causou efeito deletério para a germinação, uma vez que os resultados foram semelhantes aos observados com as sementes úmidas. Barroso *et al.* (2017), ao estudarem a maturação de *Physalis ixocarpa*, também constataram a manutenção da capacidade de germinação após a secagem das sementes em estágios de desenvolvimento avançados. A tolerância à dessecação consiste em um dos últimos eventos do processo de maturação das sementes ortodoxas, cuja função é reduzir a respiração intensa e evitar a germinação ainda no fruto (BEWLEY; BLACK, 1994).

Tabela 7 - Médias da emissão da raiz primária (ERP), do índice de velocidade de emissão da raiz primária (IVERP) e do tempo médio da emissão de raiz primária (TMERP); da germinação (G), do índice de velocidade (IVG) e do tempo médio da germinação (TMG) das sementes de *Physalis peruviana* L. (após secagem) obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... ERP (%)					
55 DAT	20 bB	78 bA	97 aA	82 aA	69
105 DAT	59 aB	95 aA	93 aA	85 aA	83
Média	39	86	95	83	-
..... IVERP					
55 DAT	0,236	1,676	2,888	2,712	1,878 a
105 DAT	1,048	1,778	3,090	2,618	2,333 a
Média	0,642 C	1,727 B	2.989 A	2.665 A	-
..... TMERP (dia)					
55 DAT	21,0 aA	14,5 aB	9,5 aC	8,5 aC	13,4
105 DAT	15,3 bA	13,8 aA	8,0 aB	8,8 aB	11,4
Média	18,1	14,1	8,8	8,6	-
..... G (%)					
55 DAT	14 bC	61 bB	86 aA	71 aAB	58
105 DAT	47 aB	85 aA	87 aA	75 aA	73
Média	30	73	87	73	-
..... IVG					
55 DAT	0,143 bC	0,935 aB	1,649 aA	1,554 aA	1,070
105 DAT	0,652 aC	1,108 aB	1,638 aA	1,498 aA	1,224
Média	0,397	1,021	1,644	1,526	-
..... TMG (dia)					
55 DAT	24,0 aA	18,5 aB	13,5 aC	11,8 aC	16,9
105 DAT	19,0 bA	19,5 aA	13,5 aB	12,8 aB	16,2
Média	21,5	19,0	13,5	12,3	-

C.V_{ERP} = 14,5%; C.V_{IVERP} = 18,5%; C.V_{TMERP} = 11,9%; C.V_G = 15,9%; C.V_{IVG} = 16,9%; C.V_{TMG} = 7,4%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Os resultados do teste de germinação comprovam os acréscimos do percentual da germinação e da velocidade da germinação com a maturação dos frutos, diferentemente do relatado por Sbrussi *et al.* (2014), pois concluíram que os estádios de maturação dos frutos não influenciam a qualidade das sementes de *Physalis peruviana*, tendo em vista que as sementes dos frutos colhidos verdes tinham germinação e o vigor similares ao das sementes obtidas dos frutos colhidos com a cor amarela. Enquanto Carvalho *et al.* (2014), embora tenham estudado a maturação das sementes de *Physalis angulata*, recomendaram que as sementes sejam obtidas de frutos com cálice de coloração verde, em detrimento das colorações amarela e amarela-amarronzada.

Por outro lado, os resultados apresentados por Criollo e Ibarra (1992) são similares aos obtidos neste trabalho, posto que os menores percentuais da germinação das sementes de *Physalis peruviana* foram observados justamente para os frutos colhidos verdes, sendo a redução da germinação atribuída à imaturidade do embrião, que pode ser afetada pela maturação do fruto.

Já, Mazzora *et al.* (2003) afirmaram que as sementes de *Physalis peruviana* extraídas dos frutos com mais de 30 dias de idade, germinam e atingem a maturidade fisiológica após os 50 dias, coincidindo com a coloração verde-amarela do cálice e amarela-esverdeada da epiderme, enquanto os resultados gerados por Ali e Singh (2015), apontam o alto percentual da germinação da semente e plântulas mais vigorosas a partir das sementes obtidas de frutos com idade de 56 dias e com declínio após o 63º dia.

A emergência da plântula foi influenciada exclusivamente pela idade dos frutos, cujos maiores percentuais foram atingidos a partir dos 60 DAA (Tabelas 8 e 9), valores semelhantes aos da germinação, em que as condições do teste são controladas. No primeiro ano da pesquisa foi verificada a interação significativa dos tratamentos em relação ao índice de velocidade e o tempo médio da emergência da plântula, entretanto, os melhores resultados foram obtidos com as sementes provenientes dos frutos colhidos a partir dos 75 DAA (55 DAT) e dos 60 DAA (105 DAT).

Na pesquisa de 2017, diferentemente de 2016, não houve interação significativa dos tratamentos em relação aos resultados do teste de emergência da plântula. O estágio de desenvolvimento dos frutos, cujas sementes apresentaram os maiores índices de velocidade, também proporcionaram os maiores percentuais da germinação e os menores tempo médio da emergência (60 DAA), sendo que esta última variável foi favorecida quando as sementes foram obtidas dos frutos cujas flores foram emitidas aos 105 DAT.

Tabela 8 – Médias da emergência da plântula (EP), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e do tempo médio de emergência da plântula (TMEP), originadas das sementes de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2016.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... EP (%)					
55 DAT	33	95	96	98	80 a
105 DAT	36	91	90	98	79 a
Média	35 B	93 A	93 A	98 A	-
..... IVEP					
55 DAT	0,671 aC	2,724 bB	3,309 aA	3,042 bAB	2,436
105 DAT	0,943 aC	3,291 aAB	3,155 aB	3,613 aA	2,750
Média	0,807	3,007	3,232	3,327	-
..... TMEP (dia)					
55 DAT	25,3 aA	18,0 aB	14,5 aC	16,3 aBC	18,5
105 DAT	20,3 bA	15,0 bB	15,0 aB	14,0 bB	16,1
Média	22,8	16,5	14,8	15,1	-
C.V _{EP} = 9.0%: C.V _{IVEP} = 8.4%: C.V _{TMEP} = 8.9%					

C.V_{EP} = 9,0%; C.V_{IVEP} = 8,4%; C.V_{TMEP} = 8,9%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Tabela 9 - Médias da emergência da plântula (EP), do índice de velocidade de emergência da plântula (IVEP) e do tempo médio de emergência da plântula (TMEP), originadas das sementes de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante das mudas (DAT). Ano 2017.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... EP (%)					
55 DAT	46	87	94	94	80 a
105 DAT	38	84	88	92	76 a
Média	42 B	86 A	91 A	93 A	-
..... IVEP.....					
55 DAT	0,994	2,464	2,603	2,897	2,239 a
105 DAT	0,837	2,712	2,570	2,580	2,175 a
Média	0,915 B	2,588 A	2,586 A	2,739 A	-
..... TMEP (dia)					
55 DAT	23,3	18,0	18,3	16,8	19,1 a
105 DAT	23,3	16,0	15,8	15,5	17,6 b
Média	23,3 A	17,0 B	17,0 B	16,1 B	-
C.V _{FP} = 9.8%; C.V _{IVFP} = 10.5%; C.V _{TMEP} = 5.2%					

C.V_{EP} = 9,8%; C.V_{IVEP} = 10,5%; C.V_{TMEP} = 5,2%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

De modo geral, os resultados dos testes de germinação indicaram que as sementes provenientes dos frutos colhidos aos 75 DAA (55 DAT) e dos 60 DAA (105 DAT) em diante tinham qualidade superior, ao passo que nos testes de emergência da plântula, os resultados favoráveis foram obtidos a partir de 60 DAA. Nestes estádios, as sementes embora ainda

tenham teor alto de água, apresentam o máximo acúmulo de massa seca, o que favorece a máxima germinação e o máximo vigor, atingidos posteriormente ao máximo acúmulo da massa de matéria seca.

Estes resultados são similares aos de Demir *et al.* (2002) e Tekrony e Egli (1997), que afirmaram que o máximo de germinação e vigor das sementes de frutos carnosos, ocorre após as sementes atingirem o peso seco máximo. Portanto, divergindo dos resultados de outras pesquisas que consideraram que a máxima qualidade da semente é obtida no final da fase de formação das sementes (DIAS *et al.*, 2006; NAKADA *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2014; VIDIGAL *et al.*, 2011).

Ainda que a massa da matéria seca seja o indicador ideal do estágio de formação de sementes, essa característica não deve ser utilizada como o único parâmetro, pois alterações fisiológicas e bioquímicas na semente, podem ocorrer mesmo após o máximo conteúdo de massa seca, razão pela qual, para algumas espécies, o máximo do parâmetro fisiológico é atingido após esse ponto (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Ao longo do processo de desenvolvimento, contabilizado em dias após a antese, são evidentes as transformações ocorridas, por meio da mudança de coloração verde para a amarela, dos incrementos da massa e dos teores de açúcares e da redução da acidez, que caracterizaram a maturidade os frutos colhidos a partir dos 75 DAA (55 DAT) e dos 60 DAA (105 DAT) e para os quais as sementes tiveram os melhores resultados da germinação das sementes e da emergência das plântulas. Portanto, as modificações sinalizadoras da maturação e do momento da colheita e relacionadas à maturidade fisiológica das sementes das espécies de frutos polposos (DIAS; NASCIMENTO, 2009), são também aplicáveis às sementes de *Physalis peruviana*.

Os frutos e as sementes formados a partir das flores emitidas aos 55 DAT atingiram a maturidade fisiológica aos 75 DAA, enquanto os frutos e as sementes originados do florescimento aos 105 DAA apresentaram maturidade fisiológica aos 60 DAA em diante, ou seja, o momento do florescimento influencia o processo de maturação. Esses resultados têm relação com a temperatura durante o florescimento e a formação do fruto e das sementes, como demonstrado por Demir, Ashirov e Mavi (2008), ao cultivarem plantas de tomate em casa de vegetação, em duas estações, concluíram que as sementes atingiram respectivamente, máximas massa seca e emergência da plântula aos 50 e aos 60 dias após a

antese (DAA) na primavera e aos 80 e aos 115 DAA no outono. Atribuíram essas diferenças da maturação à condição ambiental durante o desenvolvimento das sementes, uma vez que na primavera as temperaturas foram mais altas do que no outono.

Por outro lado, Singkaew *et al.* (2017) verificaram que as sementes de tomate formadas durante a estação chuvosa (temperatura média de 26,4 °C e 79,2% de umidade relativa do ar) atingiram a maturidade fisiológica aos 50 dias após a antese, mas quando produzidas durante o inverno (temperatura média de 25,2 °C e umidade relativa do ar de 61,1%), ocorreu 10 dias de atraso da maturidade e justificaram estes resultados em função das diferenças da temperatura entre o dia e a noite, que foi 12,9 °C, enquanto na estação chuvosa foi 6,2 °C. O efeito dessa variação da temperatura já havia sido demonstrado por Khanal *et al.* (2013) ao testarem, em ambiente controlado, diferentes amplitudes de temperatura entre o dia e a noite, concluíram que a menor diferença (7 °C) proporcionou a antecipação da maturação dos frutos de tomate, em comparação aos frutos produzidos com as diferenças de temperatura 13 °C e 19 °C. Portanto, estes resultados ratificam a interferência do clima durante o desenvolvimento da planta mãe no desenvolvimento e na qualidade das sementes, conforme afirmou Delouche (1980).

4.4 Conclusões

As características durante o desenvolvimento do fruto como a idade (em dias após a antese) e as modificações da cor, da massa e do sabor são parâmetros indicativos da maturidade fisiológica do fruto e das sementes de *Physalis peruviana* L.

O momento do florescimento da planta e o estágio de desenvolvimento do fruto influenciam a maturação das sementes de *Physalis peruviana* L., as quais têm maior germinação e vigor quando obtidas dos frutos colhidos a partir dos 75 DAA (55 DAT) e dos 60 DAA (105 DAT) e posterior à maturidade de massa.

Referências

ABUD, H.F. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 12, p. 1546-1554, 2013.

ALI, A.; SINGH, B.P. Effect of seed maturity on germination and seedling growth of *Physalis peruviana* (L.). **International Journal of Forestry and Crop Improvement**, v. 6, n. 2, p. 100-104, 2015.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18.ed. AOAC: Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

BARROSO, *et al.* Maturation stages of fruits and physiological seed quality of *Physalis ixocarpa* BROT. EX HORMEN. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3. e-151, 2017.

BETANCOURT, M.L.B. *et al.* Caracterización morfológica de 24 accesiones de uchuva del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. **Acta Agonomica**, v. 57, n. 2, p. 101-108, 2008.

BETEMPS, D.L. *et al.* 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.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRAVO, K. *et al.* Influence of cultivar and ripening time on bioactive compounds and antioxidant properties in Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 7, p. 1562–1569, 2015.

CARVALHO, C.R.L. *et al.* **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**, 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CARVALHO, T.C. *et al.* Germinação de sementes de *Physalis angulata* L.: estágio de maturação do cálice e forma de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 357-362, 2014.

CHAUTÁ-MELLIZA, A. *et al.* Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. **Basic and Applied Ecology**, v. 13, n. 6, p. 524-532, 2012.

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

CRIOLLO, H.; IBARRA, V. Germinación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento. **Acta Horticulturae**, 310, p. 183-187, 1992.

DELOUCHE, J.C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, v. 15, n. 6, p.775-780, 1980.

DEMIR, I.; ASHIROV, A.M.; MAVI, K. Effect of seed production environment and time of harvest on tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedling growth. **Research Journal of Seed Science**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2008.

DEMIR, I. *et al.* Seed development and maturation in Aubergine (*Solanum melongena* L.). **Gartenbauwissenschaft**, v. 67, n. 4, p. 148-154, 2002.

DIAS, D.C.F.S. *et al.* Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 446-456, 2006.

DIAS, D.C.F.S.; NASCIMENTO, W.M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. *In*: NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. cap. 1, p. 11-76.

DIAZ, L.A.; FISCHER, G.; PULIDO, S.P. La fibra de coco como sustituto de la turba em la obtención de plântulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 4, n. 2, p. 153-162, 2010.

FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 001-015, 2014.

FISCHER, G.; MARTÍNEZ, O. Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación com la coloración del fruto. **Agronomía Colombiana**, v. 16, n. 1, p. 35-39, 1999.

ICONTEC. **Frutas frescas: uchuva**, especificaciones. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 1999. 15 p. (Norma Técnica Colombiana NTC, 4580).

KHANAL, B. *et al.* The effect of high day and low night temperature on pollen production, pollen germination and postharvest quality of tomatoes. **American Journal of Plant Science**, v. 4, n. 7, p. 19-25, 2013.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LIMA, C.S.M. *et al.* Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1004-1012, 2012.

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

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARROCOS, S.T.P. *et al.* Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 272-278, 2011.

MARTINS, D.C. *et al.* Physiological maturity of eggplant seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 534-540, 2012.

MAZORRA, M.F. *et al.* Análisis sobre el desarrollo y la madurez fisiológica del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca). **Agronomía Colombiana**, v. 21, n. 3, p. 175-189, 2003.

MEDEIROS, M.P. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3 p. 017-024, 2010.

MORA-AGUILAR, R. *et al.* Agrofenología de *Physalis peruviana* L. en invernadero y fertirriego. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 12, n. 1, p. 57-63, 2006.

MUNIZ, J. *et al.* General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

MUNIZ, J. *et al.* Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 830-838, 2011.

NAKADA, P.G. *et al.* Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

NETO, A.F. *et al.* Physiological maturity of pumpkin seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 27, p. 2662-2667, 2015.

PEÑA, J.F. *et al.* Relaciones semilla-fruto em tres ecotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 4, n. 1, p. 43-54, 2010.

PEREIRA, F.E.C.B. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

RAMADAN, M.F. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1830-1836, 2011.

RODRIGUES, F.A. *et al.* Characterization of the harvest point of *Physalis peruviana* L. in the region of Lavras, state of Minas Gerais, **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 862-867, 2012.

RODRIGUES, F.A. *et al.* Caracterização física, química e físico-química de physalis cultivada em casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1411-1414, 2014.

SALAZAR, M.R. *et al.* Base temperature and simulation model for nodes appearance in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 862-867, 2008.

SBRUSSI, C.A.G. *et al.* Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 543-549, 2014.

SINGKAEW, J. *et al.* Season, fruit maturity, and storage affect on the physiological quality of F1 hybrid 'VTM580' tomato seeds and seedlings. **The Horticulture Journal**, v. 86, n. 1, p. 121-131, 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Accumulation of seed vigour during development and maturation. *In*: ELLIS, R.H.; BLACK, M.; MURDOCK, A.J.; HONG, T.H. **Basic and applied aspects of seed biology**. Kluwer Academic, Boston, MA, USA. 1997, p. 369-384.

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

VIDIGAL, D.S. *et al.* Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

VIDIGAL, D.S. *et al.* Changes in seed quality during fruit maturation of sweet pepper. **Scientia. Agricola**, v. 68, n. 5, p. 535-539, 2011.

WELBAUM, G. E.; BRADFORD, K. J. Water relations of seeds development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Water relations of seeds and fruit development. **Plant Physiology**, v. 86, p. 406-411, 1988.

5 INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM SEMENTES DE *Physalis peruviana* L. EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Resumo

A expansão do cultivo *Physalis peruviana* L. no Brasil, exigirá a oferta de sementes de alta qualidade. Neste contexto, o atributo sanitário é essencial, uma vez que, a semente, além de ser a principal forma de multiplicação dessa planta, constitui um meio eficiente para a transmissão e a disseminação de patógenos, predominantemente dos fungos. Porém, não há ainda relato dos fungos associados às sementes de *Physalis peruviana* no Brasil. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a incidência de fungos em sementes de *Physalis peruviana*, em diferentes estádios de maturação. O trabalho foi realizado em 2016, no Setor de Horticultura e nos Laboratórios de Análise de Sementes (LAS) e de Patologia de Sementes, dos Departamentos de Produção Vegetal e de Fitopatologia e Nematologia, respectivamente, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), em Piracicaba, São Paulo. As plantas foram cultivadas em quatro blocos, dispostas em espaçamento 2,5 x 1,0 m e conduzidas com quatro hastes. Como tratamentos experimentais, foram distinguidos dois momentos de florescimento das plantas, 55 e 105 dias após o transplante (DAT) e, em cada um destes momentos, durante a antese as flores foram marcadas para a obtenção dos frutos aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA). A sanidade, avaliada por meio do teste do papel de filtro, foi determinada com as sementes recém extraídas (úmidas) e com as sementes secas a 33 °C, por 24 horas, antes e após serem armazenadas por três meses. Enquanto os testes de germinação e de emergência de plântulas foram conduzidos com as sementes secas, antes e após o armazenamento. Os gêneros fúngicos constatados em sementes de *Physalis peruviana* L. são *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora* e *Penicillium*, sendo que a menor incidência ocorre em sementes aos 75 DAA, ocasião da maturidade fisiológica. A presença dos fungos não afeta o componente fisiológico das sementes.

Palavras-chave: Fisalis; Sanidade de sementes; Maturidade fisiológica; Colheita

Abstract

The expansion of cultivation *Physalis peruviana* L. in Brazil, will require the supply of high quality seeds. In this context, sanitary attribute is essential, since the seed, besides being the main form of multiplication of this plant, constitutes an efficient means for the transmission and dissemination of pathogens, predominantly fungi. However, there is still no report of the fungi associated to the seeds of *Physalis peruviana* in Brazil. The objective of the work was to evaluate the incidence of fungi on *Physalis peruviana* seeds at different maturation stages. The work was carried out in 2016, in the Horticulture Sector and in the Laboratories of Seeds Analysis (LAS) and Pathology seeds (LPS), belonging to the Department of Crop Science and Phytopathology and Nematology, respectively, of the “Luiz de Queiroz” College of Agriculture, University of São Paulo (USP, ESALQ) in Piracicaba, São Paulo. The plants were cultivated in four blocks, in spacing of 2,5 x 1,0 m and conducted with four stems. Two flowering moments of the plant were considered, at 55 and 105 days after transplanting (DAT). At each of these moments, the flowers were marked in the anthesis and the seeds evaluated at 45, 60, 75 and 90 days after (DAA). The sanitary test, by the blotter test, was conducted with freshly extracted seeds (wet) and seeds dried at 33 °C for 24 hours, before and after being stored for three months. Therefore, germination and seedling emergence tests were conducted with dry seeds, before and after storage. The fungal genus found in seeds of *Physalis peruviana* L. are *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora* and *Penicillium*, with the lowest incidence occurring in seeds at 75 DAA, at the point of physiological maturity. The presence of fungi does not affect the physiological component of the seeds.

Keywords: Cape gooseberry; Seed health; Physiological maturity; Harvest

5.1 Introdução

O aumento da área cultivada com *Physalis peruviana* L. no Brasil, exigirá a oferta de sementes de alta qualidade, pois a semente é a principal forma de multiplicação da espécie (MUNIZ *et al.*, 2014). Essa qualidade desejável na semente consiste na manifestação conjunta dos atributos genético, físico, fisiológico e sanitário para a formação de uma plântula normal e apta para apresentar o seu potencial de produção (POPINIGIS, 1985). Com exceção do componente genético, o estágio no qual a semente apresenta as melhores características física, fisiológica e sanitária é na maturidade fisiológica, ainda que haja variação desse momento em função da espécie e das condições ambientais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Em virtude do cultivo comercial desta planta ser recente no Brasil, restrita a algumas regiões, e por ter na semente a principal forma de multiplicação (FISCHER; ALMANZAMERCHÁN; MIRANDA, 2014), pode existir um risco associado, uma vez que, agentes fitopatogênicos, predominantemente fungos, são capazes de associar-se às sementes que, a partir destas, contaminadas ou infectadas, constituirão uma fonte eficiente de introdução e acúmulo de inóculo de patógeno em novas áreas de cultivo (MACHADO, 2012). As sementes são suscetíveis à invasão de fungos durante a maturação e o armazenamento. No campo, os fungos podem causar desde o aborto do óvulo fecundado até a redução da germinação, que também é provocada no armazenamento, além de perdas de peso e produção de toxinas (WETZEL, 1987).

A importância da sanidade das sementes foi destacada também por Goulart (2005), segundo o qual, 90% das espécies destinadas à produção de alimentos no mundo são multiplicadas por sementes, cujas plantas estão sujeitas ao ataque de fitopatógenos, muitos dos quais, podem ser transmitidos pelas sementes. Neste contexto, Menten e Bueno (1987), ressaltaram o papel da semente como meio eficiente para a transmissão e a disseminação de patógenos.

Há um vasto número de trabalhos que relatam a associação patógeno-semente em diversas espécies, como em sementes de alface e de repolho (PAIVA *et al.*, 2016), de coentro (PEREIRA; MUNIZ; NASCIMENTO, 2005), de feijão-vagem (BRITO *et al.*, 2013), de girassol (GOMES *et al.*, 2008), de grão-de-bico (ARAÚJO *et al.*, 2010), de algodão (JULIATTI; BIANCO JUNIOR; MARTINS, 2011), alguns dos quais, relacionados aos diferentes estágios de maturação das sementes, de milho (HENNING *et al.*, 2011), de pitanga (AVILA *et al.*, 2009), de

abobrinha (SILVA *et al.*, 2017) e ao retardamento da colheita, no caso de sementes de soja (MINUZZI *et al.*, 2010; ZUFFO *et al.*, 2017).

Conquanto, nas espécies cujas sementes são produzidas no interior de frutos carnosos, que conferem maior proteção aos agentes patogênicos, a incidência destes, é relativamente baixa, comparada àquelas espécies, cujas sementes ou frutos são mais expostos ao ataque de agentes presentes no ambiente de cultivo (MACHADO; SOUZA, 2009).

Neste sentido, presume-se que as sementes de *Physalis peruviana* sejam menos predispostas aos microrganismos patogênicos, pois são formadas no interior do fruto, que é uma baga globosa e completamente envolto pelo cálice. Este, dentre outras funções, oferece proteção contra as adversidades ambientais e aos predadores (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014).

Não há ainda relato de pesquisa que avaliaram os patógenos associados às sementes de *Physalis peruviana* no Brasil, da mesma maneira que são escassos os estudos relacionados ao processo de maturação das sementes. Pesquisas desta natureza são imprescindíveis, pois possibilitam a identificação do momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica e o ponto ideal para a colheita, assim como, o conhecimento da sanidade das mesmas, visto que a dinâmica de transmissão de patógenos da planta à semente tem relação com a época de infecção da planta, sendo que os riscos de contaminação ou infecção das sementes são maiores quando a doença ocorre entre o florescimento e a maturação fisiológica (MACHADO, 2012). Além disso, tanto o processo de maturação das sementes quanto a incidência de patógenos, são influenciados pelas condições ambientais durante a produção (ALBRECHT *et al.*, 2008; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; WETZEL, 1987).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a incidência de fungos em sementes de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese, oriundos de dois momentos de florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante.

5.2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado em 2016, com sementes produzidas no Setor de Horticultura (22°42'32,01''S; 47°37',41,03''O, 546 m) e analisadas nos Laboratórios de Análise de Sementes (LAS) e de Patologia de Sementes (LPS), dos Departamentos de Produção Vegetal e de

Fitopatologia e Nematologia, respectivamente, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP, ESALQ), em Piracicaba, São Paulo.

As plantas foram cultivadas em solo classificado como NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico latossólico, textura argilosa. A irrigação foi por gotejamento e o espaçamento de 1,0 m entre plantas e 2,5 m entre as linhas. Cada linha de 14 plantas representou um bloco, no total de quatro. Entre os blocos havia uma linha com número similar de plantas, sendo consideradas como bordaduras da parcela experimental, perfazendo 126 plantas, distribuídas nas nove linhas.

As plantas foram conduzidas no sistema em “X”, em que quatro ramos principais foram definidos e conduzidos por fios de polietileno até a altura de 1,6 m do solo. Os ramos laterais das plantas foram retirados e por meio do roguing as plantas com sintomas de doenças foram eliminadas.

Como tratamentos experimentais, foram considerados dois momentos do florescimento das plantas, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Em cada um destes momentos, as flores foram etiquetadas por ocasião da antese e os respectivos frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após (DAA). Transcorridos os períodos pré-determinados, 15 frutos de cada bloco foram colhidos para a extração das sementes.

Para a extração das sementes dos frutos foi utilizada peneira e água corrente, e as sementes menos densas foram descartadas. Imediatamente após a remoção da água superficial das sementes, foi determinado o teor de água, com base na massa úmida (BRASIL, 2009a) e conduzido o teste de sanidade (BRASIL, 2009b).

Parte das sementes foi submetida à secagem em estufa com circulação de ar a 33 °C, por 24 horas. Em seguida, o teor de água e o peso de mil sementes foram determinados e o teor de água ajustado para 7% (BRASIL, 2009a), a seguir, as sementes foram avaliadas quanto à germinação, à sanidade e à emergência da plântula. As sementes remanescentes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara a 20 °C e 50% de umidade relativa do ar, pelo período de três meses. Após este período, as sementes foram avaliadas novamente.

Para o teste de sanidade, o método utilizado foi o do Papel de Filtro (BRASIL, 2009b), com oito repetições de 25 sementes, distribuídas em placas de Petri contendo três folhas de papel filtro, previamente umedecidas com água destilada e posteriormente incubadas a 20 ± 2 °C, com 12 h horas de alternância de luz e escuro a cada 24 h por sete dias. Após este

período, para determinar a incidência dos fungos, as sementes foram examinadas individualmente, utilizando o microscópio estereoscópio, com resolução de 30 - 80X e, quando necessário, foram preparadas lâminas microscópicas para a identificação do gênero dos fungos.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas na proporção de 2,3 vezes o seu peso seco e mantidas no interior de caixas plásticas transparentes (11,0x11,0x3,0 cm). Permaneceram em germinador com fotoperíodo de oito horas, a 25 °C. A avaliação foi diária até a estabilização do número de sementes germinadas, com o registro das plântulas normais em porcentagem.

O teste de emergência da plântula foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, em bandejas de poliestireno expandido, contendo substrato comercial Basaplant; as avaliações das plântulas emersas foram diárias e o resultado foi calculado em porcentagem.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 4, representados pelos dois momentos de florescimento das plantas (55 e 105 dias após o transplante, DAT) e pela idade dos frutos (45, 60, 75 e 90 dias após a antese, DAA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As análises estatísticas relacionadas ao teste de sanidade, foram realizadas quanto à incidência total de fungos e à incidência dos gêneros *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. e *Epicoccum* spp., por terem sido os mais detectados.

5.3 Resultados e Discussão

As sementes recém extraídas (úmidas) dos frutos colhidos aos 45 DAA e aos 60 DAA apresentaram os maiores teores de água, estabilizando a partir dos 75 DAA e tinham mais de 28% de água. O teor de água das sementes (Tabela 1) obtidas dos frutos oriundos do florescimento inicial (55 DAT) foi superior ao das sementes obtidas dos frutos cujas flores foram emitidas aos 105 DAT.

Em sementes recém colhidas de frutos carnosos é comum teores de água entre 40% e 50%, mesmo no ponto de maturidade fisiológica (NASCIMENTO, 2014). O alto teor de água tem relação com a própria constituição da polpa, que mantém as sementes em meio úmido

e, geralmente, têm influência de menor número de fatores ambientais, comparativamente às sementes produzidas em frutos secos (PESKE; VILLELA; LABBÉ-BAUDET, 2009).

Após o procedimento da secagem, o teor de água das sementes de *Physalis peruviana* foi reduzido para 6,6 %, em média, independentemente da idade do fruto do qual foram obtidas (Tabela 1). Portanto, além da ausência de significância dos tratamentos, demonstra a uniformidade da secagem. Todavia, após o armazenamento por três meses, houve variação de 6,5 a 7,4% de água das sementes (Tabela 1). Esta oscilação decorre da propriedade higroscópica das sementes e, mesmo assim, estes teores foram compatíveis com os recomendados para manutenção da baixa atividade respiratória das sementes durante o armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Tabela 1 - Médias dos teores de água das sementes recém extraídas (TA), após a secagem (TAS) e após o armazenamento (TAA) e do peso de mil sementes (PM) de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT).

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... TA (%)					
55 DAT	33,0	30,0	28,0	28,7	29,9 a
105 DAT	28,6	28,4	28,4	28,0	28,3 b
Média	30,8 A	29,2 AB	28,2 B	28,4 B	-
..... TAS (%)					
55 DAT	6,5	6,0	6,5	6,6	6,4
105 DAT	6,7	6,4	6,8	6,9	6,7
Média	6,6	6,2	6,7	6,8	-
..... TAA (%)					
55 DAT	6,5 aA	6,6 bA	6,6 bA	6,7 bA	6,6
105 DAT	6,7 aB	7,4 aA	7,0 aAB	7,3 aA	7,1
Média	6,6	7,0	6,8	7,0	-
..... PM (g)					
55 DAT	0,992	1,065	1,040	1,032	1,032 a
105 DAT	0,927	0,941	0,987	0,967	0,955 b
Média	0,959 B	1,003 AB	1,013 A	1,000 AB	-

C.V_{TA} = 6,4%; C.V_{TAS} = 6,5%; C.V_{TAA} = 2,9%; C.V_{PM} = 3,2%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey (p < 0.05); C.V = Coeficiente de variação.

Na medida em que houve a maturação, houve redução do teor de água e o aumento do peso de mil sementes, com os maiores valores decorrentes dos frutos colhidos após os 60 DAA. Similar ao observado em relação ao teor de água, para as sementes produzidas a partir do primeiro florescimento (55 DAT) o peso de mil sementes foi superior ao obtido com as sementes originárias do segundo momento, 105 DAT (Tabela 1). O menor peso das sementes

produzidas no segundo momento de florescimento, possivelmente é função do aumento da relação fonte-dreno, pois nesta fase de desenvolvimento, a planta tem mais ramos e frutos, que além aumentar o sombreamento, aumenta a competição pelos nutrientes e fotoassimilados (CRIOLLO *et al.*, 2014; D'ANGELO, BASTOS; CUQUEL, 2017).

São evidentes as transformações típicas do padrão de desenvolvimento da semente, em que o teor de água é alto no início, seguido por uma fase de lento decréscimo, ao mesmo tempo em que ocorre o incremento da massa da matéria seca, até o máximo ser atingido (BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; TAIZ *et al.*, 2017). Na maioria das vezes, o máximo acúmulo da massa da matéria seca é coincidente com a maturidade fisiológica, por este motivo, tem sido empregado como uma característica de referência nos estudos da maturação de sementes (ABUD, *et al.*, 2013; DEMIR *et al.*, 2002; NETO *et al.*, 2015; TEKRONY; EGLI, 1997; VIDIGAL *et al.*, 2011). Desde modo, presume-se que a maturidade de massa da semente é atingida a partir de 60 DAA.

Em relação às sementes que foram secas e imediatamente analisadas (Tabela 2), para as extraídas dos frutos colhidos após os 60 DAA e independentemente do momento do florescimento da planta, os resultados da germinação e da emergência da plântula foram superiores, com exceção das sementes obtidas dos frutos colhidos aos 60 DAA e oriundos do segundo momento do florescimento da planta (105 DAT), cuja germinação foi menor e similar a das sementes obtidas dos frutos colhidos aos 45 DAA.

Estes resultados confirmaram que, na medida em que a semente se desenvolve, há o aumento da massa da matéria seca, assim como, há o aumento da quantidade de sementes que germina e das plântulas que se formam o que está associado aos frutos que têm o cálice e a epiderme com cor amarela. Porém, divergem dos resultados apresentados por Sbrussi *et al.* (2014), pois concluíram que os estádios de maturação dos frutos não influenciam a qualidade das sementes de *Physalis peruviana*, tendo em vista que a germinação e o vigor das sementes extraídas dos frutos verdes foram similares ao das sementes obtidas dos frutos com a cor amarela.

Por outro lado, Mazorra *et al.* (2003), afirmaram que as sementes de *Physalis peruviana* atingem a maturidade fisiológica aos 50 dias após o florescimento, enquanto Ali e Singh (2015), ressaltaram que a germinação da semente e a produção das plântulas são superiores quando as sementes são obtidas dos frutos que têm 56 dias após a antese.

Tabela 2 - Médias da germinação da semente (G) e da emergência da plântula (E), sementes de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Após a secagem.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... G (%)					
55 DAT	9 bB	71 aA	72 bA	77 aA	57
105 DAT	39 aB	52 bB	89 aA	81 aA	65
Média	24	62	80	79	-
..... E (%)					
55 DAT	33	95	96	98	80 a
105 DAT	36	91	90	98	79 a
Média	35 B	93 A	93 A	98 A	-

C.V_G = 15,4%; C.V_E = 9,0%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Após o período de armazenamento, os percentuais de germinação da semente e da emergência da plântula diferiram dos observados inicialmente (antes do armazenamento), em função dos maiores valores obtidos com as sementes originadas dos frutos colhidos após os 75 DAA (Tabela 3). Embora o peso de mil sementes e os percentuais de germinação da semente e de emergência da plântula, sejam superiores nas sementes obtidas dos frutos colhidos aos 60 DAA (sementes não armazenadas) é provável que estas ainda não tenham atingido a maturidade fisiológica. Deste modo, considerando as condições edafoclimáticas em que as sementes foram produzidas e as variáveis determinadas, as sementes de *Physalis peruviana* atingiram a maturidade fisiológica aos 75 DAA.

Sementes que não estão completamente maduras podem germinar satisfatoriamente, porém não têm o mesmo vigor daquelas que atingiram a maturidade fisiológica, conforme determinado para as sementes de *Physalis ixocarpa* (BARROSO *et al.*, 2017; CAMACHO *et al.*, 2012), de *Cucumis anguria* (MEDEIROS *et al.*, 2010), de *Capsicum* sp. (ABUD *et al.*, 2013) e de *Solanum melongena* (MARTINS *et al.*, 2012).

Souza *et al.* (2016) relataram que sementes de *Physalis peruviana* armazenadas a 25 °C, mantiveram a germinação até o 16º mês, porém a partir do oitavo mês de armazenamento houve o comprometimento do vigor. Por outro lado, sementes de *Physalis angulata*, armazenadas a 5 °C e 25 °C, mantiveram a germinação e o vigor até o 15º mês, a partir de então manifestaram os efeitos causados pela deterioração (SOUZA *et al.*, 2014). Portanto, a redução da qualidade atribuída à imaturidade das sementes é reforçada pelo período relativamente curto de armazenamento (três meses), que é, aparentemente, insuficiente para

causar prejuízos significativos à qualidade das sementes maduras, ao contrário das sementes imaturas.

Tabela 3 - Médias da germinação da semente (G) e da emergência da plântula (E) de sementes de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT). Após o armazenamento.

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
.....G (%).....					
55 DAT	24 aC	67 aB	92 aA	95 aA	70
105 DAT	26 aC	67 aB	90 aA	78 bB	65
Média	25	67	91	87	-
.....E (%).....					
55 DAT	23	71	97	97	72 a
105 DAT	21	59	95	96	68 a
Média	22 C	65 B	96 A	97 A	-
C.V _G = 9,3%; C.V _E = 9,6%					

C.V_G = 9,3%; C.V_E = 9,6%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Em relação à análise sanitária das sementes, foram constatados os gêneros dos fungos *Cladosporium*, *Penicillium*, *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Aspergillus* e *Fusarium*, sendo os três primeiros os mais frequentes. Todavia, os gêneros *Alternaria*, *Bipolaris* e *Aspergillus*, não foram detectados nas sementes armazenadas, pois foram determinados nas sementes recém extraídas (úmidas) e nas analisadas logo após terem sido submetidas à secagem.

Na amostra das sementes recém extraídas (Tabela 4), a maior incidência de fungos (30,5%) foi nas sementes originadas dos frutos colhidos aos 90 DAA, do primeiro momento de florescimento da planta (55 DAT). Em compensação, nas sementes obtidas do florescimento aos 105 DAT não houve diferença significativa entre os estádios de desenvolvimento, ainda que, numericamente, as obtidas dos frutos colhidos aos 60 DAA tenham apresentado 12,0% de fungos. Os fungos detectados foram *Cladosporium* e *Penicillium*, embora este não tenha sido detectado nas sementes do segundo florescimento.

Tabela 4 - Valores médios de incidência total de fungos (ITF) e de *Cladosporium* spp. e *Penicillium* spp., em sementes (recém extraídas) de *Physalis peruviana* L., obtidas dos frutos, colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT).

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
..... ITF (%)					
55 DAT	9,5 aB	2,5 bB	2,0 aB	30,5 aA	11,0
105 DAT	3,0 aA	12,0 aA	0,5 aA	1,5 bA	4,0
Média	6,0	7,0	1,0	16,0	-
..... <i>Cladosporium</i> spp. (%)					
55 DAT	8,5 aB	1,0 bB	1,0 aB	25,5 aA	9,0
105 DAT	2,5 aA	11,0 aA	0,5 aA	1,5 bA	4,0
Média	5,5	6,0	1,0	13,5	-
..... <i>Penicillium</i> spp. (%)					
55 DAT	0,0 aB	1,0 aB	0,5 aB	2,5 aA	1,0
105 DAT	0,0 aA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 bA	0,0
Média	0,0	0,5	0,25	1,25	-
C.V _{ITF} = 82.2%; C.V _{<i>Cladosporium</i> spp.} = 101.3%; C.V _{<i>Penicillium</i> spp.} = 130.9%					

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Nas sementes que foram secas (Tabela 5), as maiores incidências dos fungos foram nas obtidas dos frutos colhidos aos 45 DAA, aos 60 DAA e aos 90 DAA, do primeiro momento de florescimento (55 DAT), 18,0%, 10,0% e 15,0%, respectivamente e nas sementes colhidas aos 60 DAA (105 DAT), predominando os fungos dos gêneros *Cladosporium*, *Penicillium* e *Epicoccum*. Praticamente não foram detectados os fungos dos dois últimos gêneros, nas sementes originadas dos frutos colhidos aos 75 DAA.

Por outro lado, nas sementes que foram armazenadas (Tabela 6), os altos percentuais de fungos foram restritos às sementes obtidas dos frutos colhidos aos 45 DAA e aos 60 DAA, especialmente, quando produzidas a partir das flores emitidas aos 55 DAT; os fungos detectados foram, predominantemente, do gênero *Cladosporium*, e quantidade limitada dos fungos *Penicillium* e *Epicoccum*, tiveram presença muito reduzida nas sementes obtidas dos frutos colhidos a partir dos 75 DAA.

Tabela 5 - Valores médios de incidência total de fungos (ITF) e de *Cladosporium* spp., de *Penicillium* spp. e de *Epicoccum* spp. em sementes (após secagem) de *Physalis peruviana* L., obtidas de frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT).

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
ITF (%)					
55 DAT	18,0 aA	10,0 bAB	5,0 aB	15,0 aAB	12,0
105 DAT	8,0 bB	20,0 aA	3,0 aB	5,0 bB	9,0
Média	13,0	15,0	4,0	10,0	-
Cladosporium spp. (%)					
55 DAT	8,5 aAB	4,0 bB	2,5 aB	12,5 aA	7,0
105 DAT	6,0 aAB	12,0 aA	2,0 aB	4,0 bB	6,0
Média	7,0	8,0	2,0	8,0	-
Penicillium spp. (%)					
55 DAT	2,5	2,5	0,0	2,0	2,0 a
105 DAT	1,5	5,0	0,0	0,0	1,5 a
Média	2,0 AB	4,0 A	0,0 B	1,0 AB	-
Epicoccum spp. (%)					
55 DAT	4,0 aA	0,0 aB	0,0 aB	0,5 aB	1,0
105 DAT	0,0 bA	1,0 aA	0,5 aA	0,5 aA	0,5
Média	2,0	0,5	0,25	0,5	-

C.V_{ITF} = 52,4%; C.V_{Cladosporium} spp. = 57,4%; C.V_{Penicillium} spp. = 123,8%; C.V_{Epicoccum} spp. = 139,5%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

Tabela 6 - Valores médios de incidência total de fungos (ITF), de *Cladosporium* spp., de *Penicillium* spp. e de *Epicoccum* spp. em sementes (após o armazenamento) de *Physalis peruviana* L., obtidas dos frutos colhidos aos 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA), em dois momentos do florescimento da planta, aos 55 e aos 105 dias após o transplante (DAT).

Florescimento	(DAA)				Média
	45	60	75	90	
ITF (%)					
55 DAT	15,5	22,5	2,0	5,5	11,5 a
105 DAT	8,0	7,5	1,5	3,5	5,0 b
Média	12,0 AB	15,0 A	2,0 C	4,0 BC	-
Cladosporium spp. (%)					
55 DAT	8,5	16,5	1,0	4,0	7,5 a
105 DAT	6,0	3,5	1,5	2,5	3,5 b
Média	7,0 AB	10,0 A	1,0 B	3,0 AB	-
Penicillium spp. (%)					
55 DAT	1,5	1,5	0,0	1,0	1,0 a
105 DAT	1,5	4,0	0,0	0,0	1,5 a
Média	1,5 AB	3,0 A	0,0 B	0,5 AB	-
Epicoccum spp. (%)					
55 DAT	3,5 aA	1,5 aB	1,0 aB	0,0 aB	1,5
105 DAT	0,0 bA	0,0 bA	0,0 aA	0,0 aA	0,0
Média	2,0	1,0	0,5	0,0	-

C.V_{ITF} = 74,8%; C.V_{Cladosporium} spp. = 91,4%; C.V_{Penicillium} spp. = 150,0%; C.V_{Epicoccum} spp. = 120,0%

Médias seguidas por mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0.05$); C.V = Coeficiente de variação.

O armazenamento favoreceu a manutenção da qualidade das sementes, ao mesmo tempo em que reduziu a quantidade dos fungos, uma vez que os dos gêneros *Alternaria*, *Bipolaris* e *Aspergillus* não foram detectados, ainda que o último gênero seja um típico integrante do grupo dos fungos de armazenamento (WETZEL, 1987). Isso se deve tanto à umidade relativa do ar e à temperatura adequadas, quanto ao reduzido teor de água das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Igualmente, Silva *et al.* (2017) atribuíram a redução da incidência dos fungos de armazenamento nas sementes de abobrinha, devido as condições desfavoráveis aos microorganismos durante o armazenamento.

Aparentemente, a incidência dos fungos não causou prejuízos à germinação da semente e à emergência da plântula. Além disso, as sementes obtidas dos frutos colhidos aos 75 DAA, independentemente do momento em que foram produzidas e dos momentos em que foram analisadas, apresentaram a menor quantidade de fungos, coincidindo com o estágio no qual a maturidade fisiológica da semente é alcançada. Estes resultados são similares aos apresentados por Henning *et al.* (2011), que analisaram sementes de milho em diferentes estádios de maturação e concluíram que a incidência dos microorganismos diminui na medida em que as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica.

Em contrapartida, Avila *et al.* (2009) não relacionaram a alta incidência de fungos, predominantemente, *Cladosporium* spp., aos diferentes estádios de maturação das sementes de *Eugenia uniflora*. Do mesmo modo, Silva *et al.* (2017) não estabeleceram a relação entre a sanidade e os estádios de maturação das sementes de abobrinha, uma vez que os fungos não interferiram na germinação da semente e nem no desenvolvimento das plântulas.

Apesar de não terem causado interferência negativa sobre os resultados dos testes de emergência da plântula e de germinação das sementes de *Physalis peruviana*, a simples detecção merece atenção, considerando que algumas espécies dos gêneros fúngicos identificados são causadoras de danos para diversas plantas. Por exemplo, durante o armazenamento, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. podem intensificar a deterioração das sementes, culminando com a perda da capacidade de germinação (MACHADO, 2012), da mesma forma que *Alternaria* spp. e *Fusarium* spp., podem deteriorar as plântulas em pré ou pós-emergência, principalmente em condições desfavoráveis para a emergência (MENTEN, 1995). No caso dos fungos do gênero *Alternaria*, causam doenças destrutivas em várias apiáceas, solanáceas, aliáceas, cucurbitáceas, asteráceas e brássicas, e as sementes constituem fonte de inóculo (TOFOLI; DOMINGUES; FERRARI, 2015).

Os fungos do gênero *Cladosporium* são regularmente determinados nas análises das sementes de várias espécies, como as de rúcula (VIEIRA *et al.*, 2015), feijão comum (CARVALHO *et al.*, 2011), milho (RAMOS *et al.*, 2010) e tomate (BRAGA *et al.*, 2010), entretanto, causam problemas para as cucurbitáceas, nas quais causam a Sarna, importante doença, cujo agente causal é *Cladosporium cucumerinum* (CASAROLI *et al.*, 2006; NAKADA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2017).

Quanto ao gênero *Bipolaris*, o fungo da espécie *Bipolaris sorokiniana* é transmitido pelas sementes e causador da helmintosporiose, em cereais de inverno (FARIAS *et al.*, 2010; FERRARI; POSSAMAI, 2015; FORCELINI, 1995; TANAKA; FREITAS; MEDINA, 2008). Por outro lado, os fungos *Nigrospora* spp. e *Epicoccum* spp. são saprófitas comumente identificados em testes de sanidade de sementes de diversas espécies (GOMES *et al.*, 2009; GOULART, 2005; GURGEL *et al.*, 2016; VANZOLINI *et al.*, 2010).

Ao consultar a relação das doenças causadas por fungos em plantas de *Physalis peruviana* cultivadas na Colômbia, o principal produtor mundial dessa fruta (FISCHER; ALMANZA-MERCHÁN; MIRANDA, 2014), o *Fusarium oxysporum* é importante agente causal da murcha vascular. Enquanto outras espécies de *Fusarium*, juntamente com *Penicillium* spp. e *Cladosporium* spp., são associados às enfermidades pós-colheita dos frutos e, como doença menos frequente, a mancha negra foliar, causada por *Aspergillus* spp. (LA-ROTTA, 2014; ZAPATA *et al.*, 2005).

Portanto, entre os gêneros fúngicos detectados neste trabalho, alguns são descritos como patogênicos e outros não. Todavia, um organismo que apresenta inocuidade, em um dado momento, no futuro, poderá ser um patógeno importante para a cultura, uma vez que, conforme afirmam Casaroli *et al.* (2006), são organismos vivos, que dependem da associação de fatores intrínsecos e extrínsecos para a expressão do efeito causado.

O conhecimento dos microorganismos presentes nas sementes, tem importância ainda maior quando se trata de uma cultura recente, cujo sistema de produção não está ainda consolidado e as doenças não são conhecidas ou ainda não manifestadas, nas condições edafoclimáticas no local de cultivo. Para ilustrar a importância desses conhecimentos, em algumas plantas da área experimental desta pesquisa, foi diagnosticada a infecção por *Groundnut ring spot vírus* (GRSV), consistindo no primeiro relato deste vírus em *Physalis*

peruviana no Brasil (ESQUIVEL *et al.*, 2018), cujos impactos nos cultivos comerciais, devem ser determinados em estudos futuros.

5.4 Conclusões

Os gêneros dos fungos associados às sementes de *Physalis peruviana* L. são *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Nigrospora* e *Penicillium*. A presença destes fungos não afeta o componente fisiológico das sementes.

A menor incidência dos fungos ocorre em sementes obtidas dos frutos colhidos aos 75 DAA, coincidindo com a maturidade fisiológica da semente.

Referências

- ABUD, H.F. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 12, p. 1546-1554, 2013.
- ALI, A.; SINGH, B.P. Effect of seed maturity on germination and seedling growth of *Physalis peruviana* (L.). **International Journal of Forestry and Crop Improvement**, v. 6, n. 2, p. 100-104, 2015.
- ALBRECHT, L.P. *et al.* Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 445-454, 2008.
- ARAÚJO, A.V. *et al.* Qualidade das sementes de diferentes genótipos de grão-de-bico produzidas no Norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1031-1036, 2010.
- AVILA, A.L. *et al.* Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (Pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.
- BARROSO, *et al.* Maturation stages of fruits and physiological seed quality of *Physalis ixocarpa* BROT. EX HORMEN. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3. e-151, 2017.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRAGA, M.P. *et al.* Relações entre tratamento térmico, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1 p. 101-110, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009a. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009b. 200 p.

BRITO, R. *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) produzidas sob manejo orgânico e submetidas ao congelamento. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 8, n. 3, p. 131–140, 2013.

CAMACHO, I.P. *et al.* Calidad fisiológica de semillas de *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.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CARVALHO, D.D.C. *et al.* Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of comom bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 822-828, 2011.

CASAROLI, D. *et al.* Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de abóbora variedade menina brasileira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 158-163, 2006.

CRIOLLO, H. *et al.* Comportamiento de tres genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes sistemas de poda. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 8, n. 1, p. 34-43, 2014.

D'ANGELO, J.W.O.; BASTOS, M.C.; CUQUEL, F.L. Maintenance pruning in physalis comercial production. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 214-219, 2017.

DEMIR, I. *et al.* Seed development and maturation in Aubergine (*Solanum melongena* L.). **Gartenbauwissenschaft**, v. 67, n. 4, p. 148-154, 2002.

ESQUIVEL, A.F. *et al.* First report of *Groundnut ring spot virus* on *Physalis peruviana* in Brazil. **Plant Disease**, v. 102, n. 7, p. 1468, 2018.

FARIAS, C.R.J. *et al.* Infecção de sementes de trigo com *Bipolaris sorokiniana* pela técnica de restrição hídrica. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 4, p. 253-257, 2010.

FERRARI, J.T.; POSSAMAI, E. Incidência de *Bipolaris sorokiniana* nas sementes e transmissão para plantas de cevada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 320-329, 2015.

FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P.J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 001-015, 2014.

FORCELINI, C.A. Importância epidemiológica de fungos do gênero *Helminthosporium* em sementes de trigo e cevada. In: MENTEN, J.O.M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. p. 179-190.

GOMES, D.P. *et al.* Efeito da colhedora, velocidade e ponto de coleta na contaminação de sementes de soja por fungos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 160-166, 2009.

GOMES, D.P. *et al.* Sanidade de sementes de girassol provenientes de três municípios do estado do Maranhão. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 55-63, 2008.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 72 p.

GURGEL, L.M.S. *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão caupi durante o beneficiamento. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 13, p. 279-290, 2016.

HENNING, F.A. *et al.* Qualidade sanitária de sementes de milho em diferentes estádios de maturação. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 2, p. 316-321, 2011.

JULIATTI, F.C.; BIANCO JUNIOR, R.D.; MARTINS, J.A.S. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro produzidas nas regiões do triângulo mineiro e Sul de Goiás. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 24-31, 2011.

LA-ROTTA, M.C.F. Enfermedades de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *In*: CARVALHO, C.P.P. **Physalis peruviana L.: fruta andina para el mundo**. 1 ed. Bogotá: Corpoica, 2014. p. 49-78.

MACHADO, J.C. Patologia de sementes: significados e atributos. *In*: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 524-590.

MACHADO, J.C.; SOUZA, R.M. Tratamento de sementes de hortaliças para o controle de patógenos: princípios e aplicações. *In*: NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 247-272.

MARTINS, D.C. *et al.* Physiological maturity of eggplant seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 534-540, 2012.

MAZORRA, M.F. *et al.* Análisis sobre el desarrollo y la madurez fisiológica del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca). **Agronomía Colombiana**, v. 21, n. 3, p. 175-189, 2003.

MEDEIROS, M.P. *et al.* Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3 p. 017-024, 2010.

MENTEN, J.O.M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. *In*: MENTEN, J.O.M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. p. 115-136.

MENTEN, J.O.M.; BUENO, J.T. Transmissão de patógenos pelas sementes. *In*: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 164-191.

MINUZZI, A. *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

MUNIZ, J. *et al.* General aspects of physalis cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964-970, 2014.

NAKADA, P.G. *et al.* Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 042-051, 2010.

NASCIMENTO, W.M. **Produção de sementes de hortaliças**. v. 2. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 342 p.

NETO, A.F. *et al.* Physiological maturity of pumpkin seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 27, p. 2662-2667, 2015.

PAIVA, C.T.C. *et al.* Qualidade fisiológica e sanitária de sementes comerciais de alface e repolho. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, p. 53-59, 2016.

PEREIRA, R.S.; MUNIZ, M.F.B.; NASCIMENTO, W.M. Aspectos relacionados à qualidade sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 703-706, 2005.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; LABBÉ-BAUDET, L. Secagem de sementes de hortaliças. *In*: NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. cap. 4, p. 137-151.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 285 p.

RAMOS, A.T.M. *et al.* Levantamento da micoflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 257-259, 2010.

SBRUSSI, C.A.G. *et al.* Maturation stages of fruit development and physiological seed quality in *Physalis peruviana*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 543-549, 2014.

SILVA, H.W. *et al.* Physiological maturity and drying speed in the quality of zucchini (*Cucurbita pepo* L.) seeds. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 2, p. 142-149, 2017.

SOUZA, C.L.M. *et al.* *Physalis peruviana* seed storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 263-268, 2016.

SOUZA, M.O. *et al.* Preconditioning of *Physalis angulata* L. to maintain the viability of seeds. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 1, p. 153-156, 2014.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TANAKA, M.A.S.; FREITAS, J.G.; MEDINA, P.F. Incidência de doenças fúngicas e sanidade de sementes de trigo sob diferentes doses de nitrogênio e aplicação de fungicida. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 313-317, 2008.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Accumulation of seed vigour during development and maturation. *In*: ELLIS, R.H.; BLACK, M.; MURDOCK, A.J.; HONG, T.H. **Basic and applied aspects of seed biology**. Kluwer Academic, Boston, MA, USA. 1997, p. 369-384.

TOFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; FERRARI, J.T. *Alternaria* spp. em oleráceas: sintomas, etiologia, manejo e fungicidas. **Biológico**, v. 77, n. 1, p. 21-34, 2015.

VANZOLINI, S. *et al.* Qualidade sanitária e germinação de sementes de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4 p. 009-014, 2010.

VIDIGAL, D.S. *et al.* Changes in seed quality during fruit maturation of sweet pepper. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 5, p. 535-539, 2011.

VIEIRA, J.F. *et al.* Physiological and phytosanitary potential of rocket seeds. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2. p. 200-205, 2015.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos do armazenamento. *In*: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 260-275.

ZAPATA, J.L. *et al.* Las enfermedades limitantes en cultivo y poscosecha y de la uchuva y su control. *In*: FISCHER, G. *et al.* **Avances en cultivo, poscosecha y exportacion de la uchuva physalis peruviana L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005. p. 97-110.

ZUFFO, A.M. *et al.* Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at diferente periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 3, p. 312-320, 2017.