



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS

VEGETAIS



CRISTIANE AMARAL DA SILVA RAMOS

MATURIDADE FISIOLÓGICA E DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE

***Physalis angulata* L.**

Feira de Santana - BA

2019

CRISTIANE AMARAL DA SILVA RAMOS

MATURIDADE FISIOLÓGICA E DESSECAÇÃO DE SEMENTES DE
***Physalis angulata* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Prof^a Claudinéia Regina Pelacani Cruz

Feira de Santana - BA

2019

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

Ramos, Cristiane Amaral da Silva
R142m Maturidade fisiológica e dessecação de sementes de *Physalis
angulata* L./ Cristiane Amaral da Silva Ramos. – 2019.
49f.: il.

Orientadora: Claudinéia Regina Pelacani Cruz
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2019.

1.Camapú. 2.Germinação. 3.Armazenamento. 4.Qualidade
fisiológica. I.Cruz, Claudinéia Regina Pelacani, orient. II.Universidade
Estadual de Feira de Santana. III.Título.

CDU : 581.1

Maria de Fátima de Jesus Moreira – Bibliotecária – CRB5/1120

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Manuela Oliveira de Souza

Prof^a. Dr^a. Marilza Neves do Nascimento

Prof^a. Dr^a. Claudineia Regina Pelacani Cruz

Orientadora e Presidente da Banca

Feira de Santana - BA

2019

*A Deus, por todo seu cuidado,
Ao meu esposo Fellipe, por seu amor,
A Natália Barroso, por cada ensinamento
Ofereço!*

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me concebido a vida, ter permitido a minha chegada até aqui e por sempre cuidar de mim.

Ao meu querido esposo, Fellipe, por todo amor, companheirismo, paciência e apoio durante a execução dos trabalhos.

A toda minha família, em especial minha mãe Eliane e minha irmã Crislane, pelo amor e por se fazerem presente mesmo na distância: Amo vocês!

A minha orientadora Claudinéia Pelacani, por compartilhar seus conhecimentos, pela atenção, compreensão e amizade ao longo deste período.

A minha amiga Natália Barroso, por sua disposição em colaborar na execução de cada etapa deste trabalho, sua paciência em tirar minhas dúvidas, incentivo e amizade: Muito obrigada!

A professora Marilza Nascimento, pelo auxílio e sugestões.

Aos amigos que fiz no Laboratório de Germinação de Sementes (LAGER), em especial Josandra, Romeu, Neto, Krisna, Marinho, Davi, Francisco, Tamara, Larissa e Carol por todos os ensinamentos, conversas e disponibilidade em ajudar nos experimentos.

As minhas colegas de turma, Vânia, Rísia e Elisama, pela amizade, conversas e apoio.

Aos funcionários do Horto Florestal pelo auxílio nos experimentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais pela oportunidade de ingresso.

A todos que, de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

*“A vida não é sobre metas, conquistas e linhas de chegada... É sobre quem você se torna
nesta caminhada”.*

Autor Desconhecido.

RESUMO

RAMOS, C. A. S. 2018. **Maturidade fisiológica e dessecação de sementes de *Physalis angulata* L.** 49p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2019.

A forma mais comum de propagação de *Physalis. angulata* é com emprego de sementes, e estas devem possuir qualidade fisiológica. Além disso, a qualidade de sementes pode ser influenciada pelo conteúdo de água em seu interior durante o período de armazenamento. O objetivo desse trabalho foi determinar a maturidade fisiológica e limites de tolerância à dessecação de sementes de *Physalis angulata* L. O trabalho foi realizado no Laboratório de Germinação (LAGER) da Unidade Experimental do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana. Flores em antese foram etiquetadas diariamente até a obtenção do número de frutos suficientes para as avaliações. As coletas foram realizadas aos 15, 22, 29, 36, 43 dias após a antese (DAA). A partir de uma amostragem de 50 frutos foi obtido o comprimento, diâmetro, peso fresco, cor do epicarpo, sólidos solúveis totais, número e peso de sementes por fruto. Para determinar a qualidade das sementes nas diferentes épocas de maturação, as sementes recém-colhidas e após secagem em ambiente por 72 horas foram avaliadas quanto ao conteúdo de água, massa seca, germinação e emergência de plântulas. Durante a dessecação de sementes, a velocidade de secagem das sementes, lenta e rápida, foram testados e comparados os resultados de porcentagem, tempo médio de germinação e sincronicidade. Verificou-se que a maturidade fisiológica das sementes foi atingida aos 36 DAA, quando ocorreu o máximo acúmulo de massa seca, a germinabilidade foi de 99%, a emergência foi de 66%, os frutos encontravam-se com cálice na cor roxa e o epicarpo amarelo. Neste período não houve incrementos significativos no tamanho dos frutos, peso e sólidos solúveis totais, indicando que a colheita com objetivo de consumo pode ser realizada também a partir deste estágio. As velocidades de secagem não interferiram na germinabilidade e vigor das sementes, bem como, no tempo médio e sincronicidade. As sementes mostraram ser tolerantes aos baixos conteúdo de água.

Palavras-chave: Camapú, germinação, qualidade fisiológica, armazenamento.

ABSTRACT

RAMOS, C. A. S. 2018. **Maturidade fisiológica e dessecação de sementes de *Physalis angulata* L.** 49p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2019.

The appropriate way to propagate the *Physalis angulata* is through the cultivation of the seed. The quality of the seed must be physiological qualities. This kind of quality is achieved thanks to the level of water during the storage process. The objective of this study is to determine physiological maturity and level of tolerance to the drying process of the *Physalis Angulata* L. The work has been done at the germination Laboratory of The State University of Feira de Santana. The process of work included labeling flowers at anthesis daily until obtained so many fruits that enough for the evaluation. The fruits were collected during the process at day 15, 22, 29, 36 and 43 beyond the anthesis (DAA). After all 50 sample fruits were tested according to observing length, diameter, fresh weight, epicarp color, total soluble solids, number and weight of the seems by each fruit. To determinate the quality of the seeds in different maturing periods, the seeds were freshly harvested and after the drying process at room temperature for 72 hours it was judged by the level of water, the weight of dry matter, germination and emergence of the plants. The limit of tolerance to drying process was evaluated through two speed of desiccation, slow and quick, to determinate the percentage of seeds was germinated, synchronicity and the average time of germination. It was checked what the physiological maturity of the seeds was accomplished at 36 DAA when the maximum collection of dry matter happened, the level of germination was 99%, the emergence was 66%, the fruits were showed with the purple color and the epicarp was yellow. In this period has not done a substantial increase of the fruit size, weight and total soluble solids indicating that the harvesting period can happen from this point. The speed of desiccation didn't change the level of germination and the health of seeds as well as average time, synchronicity, those moreover tolerated low water content.

Keywords: camapú, germination, physiological quality, storage.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Médias do comprimento (C), diâmetro (D), peso fresco (PF), sólidos solúveis totais (SST), peso de 100 sementes (PS) e do número sementes (NS) de frutos em diferentes estádios de desenvolvimento e maturação. UEFS, Feira de Santana, BA, 2018. N=50.....29
- Tabela 2** Coloração do epicarpo dos frutos e cálice de *P. angulata*, baseado na carta de cores The Royal Horticulture Society (RHS) nos cinco estádios de desenvolvimento dos frutos. UEFS, Feira de Santana, BA, 2018.31
- Tabela 3** Tempo médio (τ) e sincronicidade (Z) de sementes frescas e secas nos cinco estádios de desenvolvimento dos frutos. UEFS, Feira de Santana, BA, 2018.35
- Tabela 4** Porcentagem de germinação (G) e Emergência (E), Tempo médio (τ) e Sincronicidade (Z) de sementes aos 29 DAA secas em diferentes métodos de secagem . UEFS, Feira de Santana, BA, 2018.39
- Tabela 5** Média do comprimento da raiz e parte aérea (CR, CPA), razão raiz parte aérea (R:PA), massa fresca da raiz e parte aérea (MFR, MFPA) e massa seca da raiz e parte aérea (MSR, MSPA) de plântulas originadas de sementes após secagem em diferentes métodos após 29 DAA. UEFS, Feira de Santana, BA, 2018.....41

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Morfologia de *P. angulata*: (A) aspecto geral da planta durante a frutificação; (B) flor, aspectos externos; (C) frutos (cada quadrado equivale a 1cm²). 17
- Figura 2** Dados de precipitação e temperatura do período de estudo. (Fonte: Inmet)..... 23
- Figura 3** Câmaras onde as sementes foram dessecadas utilizando secagem rápida (sílica gel) e secagem lenta (soluções salinas). 26
- Figura 4** Frutos e cálice de *P. angulata* aos 15 DAA (A;B), 22 DAA (C;D), 29 DAA (E;F), 36 DAA (G;H) e 43 DAA (I;J), cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019..... 30
- Figura 5** Conteúdo de água e massa seca de sementes frescas (A) e secas (B) nos cinco estádios de desenvolvimento dos frutos de *P. angulata* cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019. 32
- Figura 6** Frequência relativa (A-C) e acumulada (D-F) da germinação de três estádios de desenvolvimento dos frutos de *P. angulata* cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019..... 33
- Figura 7** Germinação (a) e Emergência de plântulas (b) de sementes frescas e secas nos cinco estádios de maturação dos frutos cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019..... 36
- Figura 8** Teor de água, massa seca, germinação e emergência de plântulas de sementes secas nos cinco estádios de maturação dos frutos cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019..... 36
- Figura 9** Variação do conteúdo de água das sementes de *P. angulata* em função da secagem rápida, em sílica gel, e lenta em soluções salinas..... 38
- Figura 10** Porcentagem média de plântulas normais de *P. angulata* submetidas a secagem rápida (sílica gel) e lenta (solução de cloreto de zinco e cálcio). 40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 <i>Physalis angulata</i> L.	16
2.2 Maturação de frutos e sementes	18
2.3 Dessecação de sementes	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Local	23
3.2 Produção de mudas	23
3.3 Marcação das flores e períodos de coleta	24
3.4 Caracterização dos frutos	24
3.5 Teor de água e massa seca de sementes	25
3.6 Teste de germinação	25
3.7 Teste de emergência de plântulas	25
3.8 Limite de tolerância à dessecação	26
3.9 Delineamento estatístico	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Maturação de frutos e sementes	28
4.2 Dessecação	37
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O território brasileiro apresenta grande extensão, o que favorece o cultivo de diversas espécies vegetais. As espécies pouco cultivadas e pouco exploradas economicamente contribuem para o enriquecimento da dieta alimentar humana e promovem o crescimento da matriz agrícola do país (KINUP; BARROS, 2008). Neste grupo, encontram-se as espécies do gênero *Physalis* L., que vêm se destacando devido a incorporação em plantios de pequenos produtores e sendo alvo de estudos em diversas regiões do Brasil, especialmente no sul e sudeste (SOUZA et al., 2010). Os frutos dessas espécies são ricos em nutrientes, além disso, caules, folhas e raízes apresentam potencial medicinal devido à presença de fisalinas, que desenvolvem atividades biológicas de moluscicida (SANTOS et al., 2003), antimalárica (SÁ, 2011) e leishmanicida (NOGUEIRA et al., 2013).

Physalis angulata L. é naturalizada, ocorrendo em todos os estados do Brasil, sendo que os domínios fitogeográficos estão situados na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Stehmann et al., 2015). Relatos da literatura apontam que esta espécie tem sido utilizada na medicina popular com função anticoagulante, antileucêmica, antisséptica, antiflogística, antimutagênica, antiespasmódica, analgésica e também no tratamento de diabetes (SALGADO; ARANA, 2013). Por suas funções na medicina popular, atividades farmacológicas e por apresentar fisalinas, esta espécie tem apresentado grande interesse de estudos químicos e farmacológicos. Além disso, *P. angulata* L. pode ser considerada um importante recurso genético vegetal de ocorrência natural no semiárido brasileiro. Estudos tem demonstrado seu grande potencial para cultivo e comercialização no mercado de pequenas frutas (LEITE et al., 2017; TANAN et al., 2017; LEITE et al., 2018).

Para que o cultivo de uma espécie tenha sucesso, é necessário avaliar aspectos relevantes como capacidade de adaptação à determinada condição ambiental, estádios de maturação dos frutos e produção de sementes de qualidade. A forma mais comum de propagação de *P. angulata* é via sexuada. O uso de sementes de alta qualidade fisiológica contribui significativamente para formação de plântulas vigorosas além do crescimento e desenvolvimento padronizado (BARROSO et al., 2017).

As plantas de *P. angulata* apresentam crescimento indeterminado, cujo florescimento e frutificação são contínuos e desuniformes, podendo ser encontrado na mesma planta frutos em diferentes estádios de maturação. Essa característica tem dificultado a determinação da época em que ocorre a maturidade fisiológica das sementes e o momento ideal para a colheita dos frutos, visando garantir a máxima qualidade e vigor das sementes. Trabalhos com esta

espécie e com espécies do mesmo gênero mostraram que a coloração do cálice é uma alteração importante a ser considerada para se estabelecer o momento de colheita (BARROSO et al., 2017; SANTIAGO et al., 2019) contudo, informações ou características mais detalhadas sobre as sementes devem ser investigadas.

O estágio de maturação de frutos pode influenciar na qualidade das sementes, pois estas quando retiradas em época incorreta, imatura ou posteriormente à maturidade, podem ter seu percentual de germinação e vigor diminuídos (PÉREZ-CAMACHO et al., 2012), bem como sua longevidade e tolerância a estresses. Características físicas como coloração, tamanho, peso e teor de sólidos solúveis totais podem indicar o estágio de maturação de frutos de *Physalis* e a partir destas informações é possível definir o melhor momento para colheita (BARROSO et al., 2017; SANTIAGO et al., 2019; SILVA et al., 2018).

A qualidade de sementes ‘pós-colheita’ pode ser influenciada por diversos fatores, sendo que o controle do teor de água das sementes e as baixas atividades metabólicas são os principais. Souza et al. (2016) avaliaram a influência do osmocondicionamento na cinética da germinação de sementes de *P. peruviana* armazenadas em diferentes temperaturas e observaram que a manutenção de teores de água em níveis baixos é um dos fatores que contribuíram para o maior vigor das sementes que foram avaliadas tanto pela % de germinação quanto a de formação de plântulas normais. Nesse mesmo trabalho não foi verificada nenhuma influência dos ambientes testados.

Ambientes favoráveis de armazenamento como aqueles com baixas temperaturas e umidade do ar são os mais indicados para espécies que toleram a dessecação (ortodoxas), sendo eficientes no retardo dos sintomas de deterioração e ao mesmo tempo na conservação da germinabilidade. Sementes de *Physalis* sp. quando colhidas no ponto de maturidade fisiológica apresentam teor de água em torno de 10 a 12%, e para sua conservação necessita de um período de secagem para que possa ser armazenada (SOUZA, 2015). A dessecação pode ocorrer expondo as sementes por determinados períodos de tempo em condições de ambiente seco, normalmente em bancada e condições de laboratório, uma vez que são de tamanhos reduzidos e requerem pouco espaço físico. Embora seja um método simples, não é muito recomendado devido às condições não controladas do meio, não garantindo que todas as sementes atinjam o mesmo teor de água (teor higroscópico) desejado, o que pode contribuir para acelerar a deterioração e perda de vigor das sementes durante o armazenamento (ALVES et al., 2017).

A eficiência do método de dessecação e a sensibilidade das sementes devem ser estudadas quando se pretende manter o máximo da qualidade fisiológica (vigor e viabilidade)

por períodos mais prolongados de armazenamento. Nesse sentido estudos referentes à conservação de sementes de *Physalis angulata* devem ser desenvolvidos. Souza (2015) recomenda o desenvolvimento de protocolos específicos para testar o período de tempo e a melhor forma que as sementes devem ser armazenadas. Carvalho et al. (2014) trabalhando com *Physalis angulata* observaram redução na germinação de sementes, após 45 dias da antese, tanto daquelas mantidas em câmara de armazenamento quanto em ambiente refrigerado, sendo independente da embalagem utilizada. Diante deste levantamento e dos resultados contraditórios, ressalta-se a importância de monitorar todas as etapas envolvidas no processo de secagem de sementes, e independente da finalidade, deve-se proceder de maneira eficiente respeitando os limites de tolerância a dessecação de cada espécie.

O uso de dessecantes como soluções saturadas de sais inorgânicos ou mesmo químico (sílica gel) tem sido empregado para remover a umidade do ar, pelo princípio físico da absorção de água por um material altamente higroscópico. Segundo Avelar et al. (2012), esse princípio pode ser utilizado na secagem de sementes até teores de água de 5 a 7%, como no caso de sementes de hortaliças e de espécies ornamentais, acondicionadas em embalagens impermeáveis (latas e envelopes aluminizados). Souza et al. (2017) utilizando solução saturada de cloreto de cálcio a 20 °C por um período de 24 horas, conseguiu reduzir a umidade das sementes de *P. angulata* para 7,6%, e quando colocadas para germinarem a taxa de germinabilidade foi de 100%. No entanto, não se sabe qual é o limite de tolerância de dessecação das sementes e quanto isso pode afetar a máxima qualidade fisiológica de *P. angulata*.

Desta forma, estudos voltados para o acompanhamento das alterações durante a maturação dos frutos e das investigações sobre os limites à dessecação se fazem necessários para determinar o ponto de maturidade e conservação de sementes de maior qualidade fisiológica. O objetivo deste trabalho foi determinar a maturidade fisiológica e limites de tolerância à dessecação de sementes de *Physalis angulata*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Physalis angulata* L.

Physalis angulata L. é conhecida como camapu, saco de bode, mullaca ou juá-de-capote dependendo da região em que está inserida (FREITAS; OSUNA; RODRIGUES, 2006). Pertence à família Solanaceae A. L. Jusseu, que compõe um dos maiores grupos dentre as plantas vasculares, com cerca de 98 gêneros e aproximadamente 2800 espécies (D'Arcy, 1991; Hunziker, 2001). No Brasil, a família é bem representada ocorrendo 34 gêneros e 448 espécies, sendo 228 destas exclusivas do país (STEHMANN et al., 2015). A espécie ocorre naturalmente em todas as regiões brasileiras, sendo reconhecida por apresentar frutos envolvidos por um cálice que os protege da ação de insetos e do tempo (SILVA, 2016).

Trabalhos realizados na região de Feira de Santana-BA têm mostrado que *P. angulata* L. apresenta ciclo anual, relativamente curto, com a produção de frutos iniciando a partir do 3º e 4º meses a partir da data da sementeira, estendendo-se por um período de aproximadamente seis meses (TANAN; NASCIMENTO; LEITE, 2018). Sendo a via sexuada a principal forma de propagação da espécie, as sementes possuem um grande potencial germinativo, havendo preferência por solos úmidos e sombreados. O fruto de *P. angulata* L. é doce e insípido, serve para alimentação humana e devido aos teores de açúcares encontrados em estudos recentes há a possibilidade de sua utilização para a produção de fermentados alcoólicos e acéticos (LORENZI; MATOS, 2008; TANAN, NASCIMENTO, LEITE, 2018). Além disso, os frutos desta espécie são delicados, pequenos e redondos, envolvidos por sépalas em forma de balão. Apresenta sabor doce, levemente ácido, é consumido ao natural e usado na preparação de doces, geleias, sorvetes, bombons e em molhos de saladas e carnes (MOSCHETO, 2007).

Segundo Rufato et al. (2008), as plantas são caracterizadas morfológicamente por folhas alternas, pubescentes, com tricomas simples glandulares. As flores são solitárias ou em cimeiras, axilares, com coloração amarelo pálida. Quanto a forma de vida é uma planta herbácea, ereta e que pode atingir de 40-70 cm de altura. O fruto consiste em uma baga globosa envolvida pelo cálice acrescente e inflado em forma de balão. As sementes são numerosas com comprimento de 1,55 mm e 1,26 mm de largura, são elipsóides e comprimidas, castanho alaranjadas quando maduras e esbranquiçadas quando imaturas (SOUZA et al., 2010).

P. angulata se destaca por suas funções na medicina tradicional, sendo empregada como analgésico, antirreumático, para tratar dores de garganta e abdominal; também é considerada antipirética, antinociceptiva, antidiurética, anticoagulante, antileucêmica, antisséptica, antiflogística, antimutagênica, antiespasmódica, e também no tratamento de diabetes (SALGADO; ARANA, 2013). Estudos farmacológicos realizados com esta espécie indicam seu grande potencial no tratamento de patologias como esquistossomose, tripanossomíases, doenças inflamatórias, incluindo dermatite e artrite, dores, malária, leishmania, asma, tuberculose e o extrato do caule de *P. angulata* L. apresentou atividade inseticida contra o barbeiro, vetor transmissor da doença de chagas (LIMA et al., 2014; SILVA et al., 2005; MEIRA et al., 2015).



Figura 1 Morfologia de *P. angulata*: (A) aspecto geral da planta durante a frutificação; (B) flor, aspectos externos; (C) frutos (cada quadrado equivale a 1cm²).

Devido à produção de compostos com capacidade farmacológica, *P. angulata*, tem despertado interesse sendo considerada um importante recurso genético vegetal. É uma espécie promissora pois, além do uso medicinal, seus frutos têm potencial alimentício semelhante à de outras espécies do gênero já comercializadas (VARGAS-PONCE et al., 2015), podendo ser consumido *in natura* ou em preparações já realizadas com as espécies *P.*

peruviana, como doces, sucos, geleias e iogurtes (MUNIZ et al., 2015), e *P. ixocarpa*, como molhos e saladas (SAMUELS, 2015).

Por ser de fácil cultivo, ter elevada adaptabilidade a diferentes condições ambientais, autocompatibilidade, alto rendimento, copa compacta e versatilidade de usos Vargas-Ponce et al. (2015) apontam que esta espécie ruderal pode ser de interesse comercial para os produtores. Por ser de ocorrência natural no semiárido brasileiro, o cultivo pode ser promovido na região e comercializada no mercado de pequenas frutas como é o caso de *P. peruviana* no Sul e Sudeste do Brasil (MUNIZ et al., 2015). Sendo necessário, portanto, estudos sobre a obtenção de sementes vigorosas para a produção de mudas de qualidade e os tratamentos culturais adequados para desenvolver o cultivo desta espécie com grande potencial.

2.2 Maturação de frutos e sementes

As características dos frutos durante o processo de desenvolvimento e produção de sementes de alta viabilidade são aspectos importantes a serem avaliados dentre as informações básicas para o potencial de cultivo de uma espécie. Alguns indicativos são utilizados a fim de determinar o melhor momento para a colheita dos frutos colaborando para o aumento da vida útil dos mesmos, o máximo aproveitamento pós-colheita do produto vegetal, melhor qualidade e mínimo de perdas (RODRIGUES et al., 2012).

Mudanças na coloração são normalmente utilizadas para determinar a qualidade e classificar os estádios de maturação dos frutos devido à facilidade de utilização no campo e mostra-se um parâmetro eficaz para auxiliar na determinação da maturidade de frutos e sementes (MAZORRA et al., 2003; FACHINELLO et al., 2009; BARROSO et al., 2017). Em relação ao tamanho, a literatura indica tratar-se de um importante índice de maturação, mas que deve ser utilizado apenas como parâmetro auxiliar e avaliado conjuntamente com outros indicadores (MARCOS FILHO, 2015).

O teor de sólidos solúveis totais dos frutos também é um importante parâmetro de maturação a ser avaliado, pois apresenta um indicativo de qualidade uma vez que, mostra a quantidade de açúcares dissolvidos na polpa das frutas e conseqüentemente ao sabor dos frutos conferindo maior qualidade ao produto (IANCKIEVICZ et al., 2013).

Além das avaliações durante o processo de desenvolvimentos dos frutos, outro ponto a ser considerado é a maturação concomitante das sementes. O ponto de maturidade fisiológica pode variar em função da espécie e do local, havendo, portanto, a necessidade de

estabelecimento de parâmetros que permitam a definição da época adequada de colheita (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Estudar o processo de maturação das sementes tem grande importância, pois é a forma de conhecer o desempenho das espécies no que diz respeito à sua produção, o que possibilita prever e estabelecer a época adequada de colheita.

A maturação da semente resulta de um conjunto de transformações controladas geneticamente que ocorrem desde o momento em que o óvulo é fertilizado até o momento em que a semente atinge o ponto de máxima potencialidade para desempenhar suas funções vitais; desse ponto em diante a semente encontra-se praticamente desligada da planta, estando apta a desempenhar as funções fisiológicas que lhe são inerentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

De acordo com Bewley et al. (2013) o desenvolvimento das sementes pode ser dividido em três fases, a primeira fase é iniciada logo após a fertilização do óvulo, onde são intensas as divisões celulares e formação de tecidos que irão compor o embrião e o endosperma. Posteriormente ocorre um aumento no tamanho da semente devido à expansão celular resultante da transferência de substâncias e água por parte da planta mãe para os tecidos de reserva aumentando o acúmulo de massa seca. Finalmente, a terceira fase compreende o período do processo de secagem ou dessecação, o qual resulta na redução do teor de água da semente devido a uma redução gradual do metabolismo e o embrião passa para o estado quiescente (BEWLEY et al, 2013).

Durante estas etapas de desenvolvimento ocorrem modificações nas características físicas e fisiológicas, como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca acumulada, germinação e vigor, as quais são acompanhadas e utilizadas como parâmetros para caracterização da maturação das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Durante o processo de maturação, o tamanho das sementes atinge seu máximo em um intervalo curto de tempo em relação à duração total do processo devido aos acontecimentos que ocorrem durante a primeira fase do desenvolvimento. À medida que as sementes têm os conteúdos de reserva acumulados o teor de água se mantém elevado e as sementes exibem alto poder germinativo (BEWLEY et al., 2013). Em algumas espécies pode ocorrer redução do tamanho no final do processo devido ao período de rápida e intensa desidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A desidratação é acelerada quando ocorre o máximo acúmulo de massa seca (MARCOS FILHO, 2015).

O momento de máximo acúmulo de massa seca tem sido apontado como o melhor índice para determinar o ponto em que a semente atinge a maturidade fisiológica, indicando seu desligamento da planta-mãe e coincide frequentemente com a capacidade máxima de

germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Este ponto em que ocorre a estabilização no acúmulo de massa indica que a semente atingiu seu potencial máximo de reserva, ou seja, o ponto de equilíbrio entre substâncias armazenadas e substâncias consumidas pela respiração (MEDEIROS et al., 2010).

Informações a respeito da maturação fisiológica de sementes de *P. angulata* ainda não estão totalmente esclarecidas. Carvalho et al. (2014) verificaram que a máxima germinação e vigor ocorreu quando o cálice se encontrava na coloração verde. Esses autores também constataram que o atraso na colheita diminuiu a viabilidade das sementes causada pela deterioração e pela maior exposição às condições adversas de campo. Já Santiago et al. (2019) verificaram que a viabilidade e germinabilidade das sementes de *P. angulata* aumenta a medida em que os frutos amadurecem.

Incremento no vigor das sementes concomitante ao amadurecimento do fruto também é observado para outras espécies do gênero como *P. peruviana* e *P. ixocarpa*. As sementes de *P. peruviana* atingem a maturidade fisiológica em torno dos 50 dias após antese quando os frutos são amarelos esverdeados e o cálice verde amarelado, embora a melhor época para a realização da colheita de frutos ocorra entre os 50 a 60 DAA (MAZORRA et al., 2003). Já para *P. ixocarpa* as sementes de maior qualidade fisiológica foram obtidas aos 45 DAA quando o cálice encontra-se rompido apresentando cor verde amarelado e marrom amarelado claro e o fruto na cor verde escuro (BARROSO et al., 2017). Portanto é necessário estudos para melhor entendimento do processo de maturação das sementes *P. angulata* a fim de obter parâmetros mais precisos para a indicação do ponto de colheita.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a determinação da maturidade fisiológica de sementes baseada em dias após a ocorrência de um dado evento, como a antese das flores, pode apresentar diferenças em função das variações do ambiente de cultivo. Esses autores destacam estudos onde as características físicas dos frutos e sementes, sobretudo coloração, se mostraram eficientes índices de colheita. Dessa maneira, o conhecimento do processo de maturação de frutos e sementes é fundamental para se obter um indicador de colheita possibilitando a obtenção de material uniforme e de melhor qualidade para o desenvolvimento de estudos. Além disso, a indicação de um índice de colheita também é um importante fator a ser considerado nos programas de produção de sementes, seja para o estabelecimento de programas de melhoramento, conservação ou produção de mudas.

2.3 Dessecação de sementes

As sementes apresentam comportamentos diferentes quanto à perda de água no final da maturação. Sementes que passam pela secagem foram classificadas primeiramente por Roberts (1973), como ortodoxas, as quais podem secar a níveis baixos de água, em torno de 2 a 5% de base úmida. Provavelmente dependem dessa redução na quantidade de água dos seus tecidos para redirecionar seu metabolismo tendo como finalidade a germinação e crescimento da plântula, funcionando como uma chave de transição entre o final do desenvolvimento e a germinação (BARBEDO; BILIA; FIGUEIREDO-RIBEIRO, 2002; CASTRO et al., 2004).

Para as sementes que ao final da maturação não passam pela secagem, são dispersas com elevado teor de água, em torno de 20 a 30% de base úmida, e têm sua capacidade de germinar afetada negativamente após serem secas, foram classificadas como recalcitrantes (ROBERTS, 1973). Há ainda, uma classe de sementes que suportam níveis intermediários de umidade, 10 a 13% de base úmida e podem ser armazenadas em temperaturas abaixo de zero em períodos curtos, classificadas como intermediárias (HONG; ELLIS, 1996).

Sementes de *P. angulata* apresenta comportamento ortodoxo, ou seja, ao final da maturação passa naturalmente pela secagem, mas por estarem envolvidas em um fruto carnoso, quando dispersas da planta mãe apresenta alto teor de água (>50%), (SANTIAGO et al., 2019), fazendo-se necessário a execução de uma secagem que permita a redução de água até níveis adequados, visando o armazenamento e a conservação por longos períodos de forma que qualidade fisiológica seja garantida (AVELAR et al., 2012). Esta atividade tem papel fundamental, pois a longevidade das sementes está diretamente relacionada a seu teor de água, que pode favorecer o processo de deterioração durante o armazenamento (JOSÉ et al., 2009).

De acordo com Marcos Filho (2015), a tolerância à dessecação das sementes pode ser definida como a capacidade de recuperar suas funções biológicas quando reidratadas, após terem sido submetidas à desidratação natural ou artificial. Esta capacidade de tolerar a dessecação está associada a expressão gênica, ela ocorre quando a maior parte das reservas foram depositadas e quando múltiplos processos metabólicos que contribuem para a aquisição de tolerância a dessecação são ativados, como: acúmulo de açúcares e certos oligossacarídeos (rafinose, estaquiose e verbascose), síntese de proteínas de reserva e proteínas abundantes na embriogênese tardia (LEA, de *late embryogenesis abundant*), redução no grau de

vacuolização e presença e operação de mecanismos de reparo durante a reidratação das sementes (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Entre outros mecanismos que podem estar envolvidos no processo de tolerância a dessecação, a síntese do ácido abscísico (ABA) tem sido reportada, indicando que este fitormônio atua ativando vários mecanismos protetores contra a dessecação, dentre eles, o relaxamento da membrana celular, que aumenta a possibilidade de redução do volume citoplasmático sem a ocorrência de danos ultraestruturais (RODRIGUES et al., 2015).

A forma como as sementes são submetidas à desidratação é um fator importante a ser considerado, pois quando conduzida incorretamente, pode danificá-las, implicando na redução da qualidade fisiológica. Um dos fatores que influencia na tolerância das sementes à dessecação é a velocidade de perda de água que depende da capacidade da espécie de resistir à rápida remoção de água (BEWLEY et al., 2013). A velocidade com que a perda de água ocorre é definida pelo método empregado na secagem das sementes, dessa maneira ela pode acontecer de forma rápida ou lenta.

A sílica gel é um dessecante utilizado na secagem rápida, ela retira a umidade pela adsorção física da água, que tem suas moléculas retidas à superfície dos poros do dessecante. Tem capacidade de adsorção de água de, no máximo, 30% de seu próprio peso e pode ter sua capacidade de adsorção recuperada quando submetida a temperaturas entre 100 °C e 200 °C, por um período de 40 minutos, esta capacidade pode ser verificada por meio da variação de sua cor (COELHO et al., 2015).

Para a dessecação de sementes em velocidade lenta, soluções salinas saturadas têm sido empregadas, essas soluções mantêm a umidade relativa constante na atmosfera ao seu redor (HAY et al., 2008). Desta forma, as soluções salinas saturadas quando usadas em recipientes fechados proporcionam uma pressão de vapor constante nos recipientes, a uma determinada temperatura (MEDEIROS, 2006).

Não foram encontrados estudos relacionados ao conhecimento sobre limites de teor de água e métodos de desidratação das sementes para *P. angulata*, desta forma torna-se importante conhecer tais informações, uma vez que, são indispensáveis para o correto planejamento e execução da secagem a níveis adequados para o armazenamento e conservação a longo prazo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido na Unidade Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana-Bahia (UEFS), localizada a 12°16'00'' de latitude sul e 38°58'00'' de longitude oeste, apresentando 234 metros de altitude. As informações de temperatura e precipitação durante o período do experimento foram obtidas na Estação Climatológica N° 83221, localizada no campus da UEFS (Figura 2). Além da área de campo, utilizou-se as instalações do laboratório de Germinação (LAGER) para ensaios e análises.

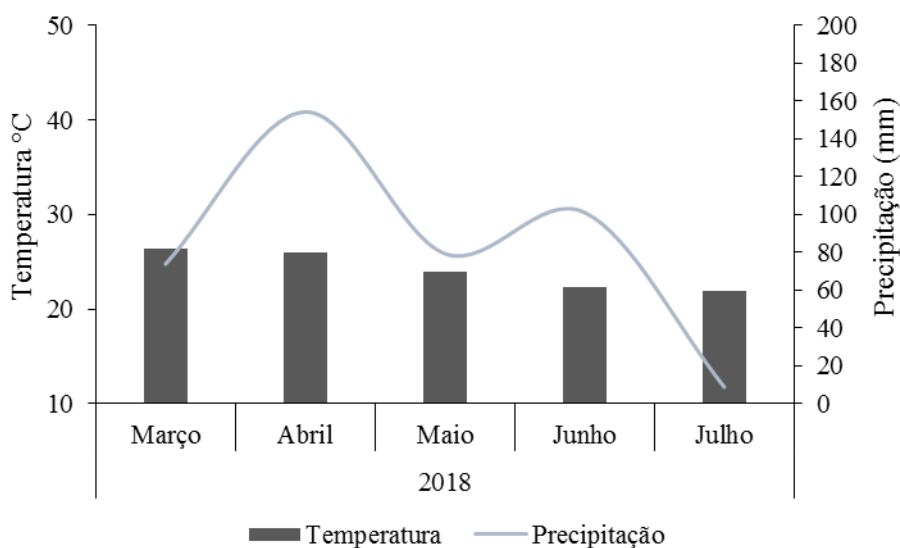


Figura 2 Dados de precipitação e temperatura do período de estudo. (Fonte: Inmet)

3.2 Produção de mudas

Foram utilizadas sementes de *Physalis angulata* L. provenientes de cultivos anteriores e disponibilizadas pela coleção de uso do LAGER. Três sementes foram semeadas em recipientes plástico perfurados (250 cm³) contendo substrato comercial (Topstrato©). O conjunto foi mantido em viveiro coberto com tela tipo sombrite (50% de irradiação solar) até atingirem comprimento da parte aérea suficiente para transplântio. Simultaneamente, vasos de 10 dm³ foram preenchidos com solo local e mantidos no viveiro. O solo utilizado foi coletado da camada de 0-20 cm de profundidade, com as seguintes características físicas e químicas

antes da adubação, em g/Kg: areia=851; argila=90; silte=59; em g/dm³: M.O.= 16; P=16; em mmol/dm³: Al³⁺=1; K=1.8; Ca=11; Mg=5; em mg/dm³: S= 6; B=0.06; Cu=0.8; Fe=49; Mn=2.1 e Zn=2.6. Foi realizada a calagem com calcário dolomítico 30 dias antes do transplante. Quando as mudas apresentaram cerca de 15 cm de comprimento de parte aérea, realizou-se o transplante. As mudas foram transplantadas para os vasos já preparados e dispostos em linhas com espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,5 m entre linhas. A irrigação foi feita regularmente com regador manual.

3.3 Marcação das flores e períodos de coleta

Durante a fase de floração, os botões florais eram diariamente identificados usando marcadores específicos (fios de lã de diferentes cores). Essa marcação foi realizada durante 10 dias consecutivos a partir da antese. Em média, por dia, 15 flores por planta foram escolhidas para acompanhar o desenvolvimento dos frutos retirando-se as flores excedentes. Aos 15, 22, 29, 36 e 43 dias após a antese foram coletados aleatoriamente 50 frutos e levados para laboratório para análises físico-químicas. Depois de realizadas as mensurações, procedeu-se a retirada manual da polpa seguida de lavagem em peneiras e a secagem das sementes.

3.4 Caracterização dos frutos

Em laboratório os frutos foram separados dos cálices para a caracterização. Após higienização e secagem com papel toalha comparou-se a coloração dos frutos, cálice e nervuras do cálice utilizando a carta de cores RHS (The Royal Horticultural Society, 2001). Outras avaliações foram realizadas: peso fresco (g) utilizando balança analítica; diâmetros transversais (medida da região mediana) e longitudinais (medida do ápice a base) do fruto (mm) utilizando paquímetro digital; para a determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST), em °Brix, foi utilizado refratômetro analógico com correção de temperatura para 20 °C; foram obtidos o peso e número de sementes por fruto. As parcelas foram compostas por cinco repetições de 10 frutos cada.

3.5 Teor de água e massa seca de sementes

O teor de água das sementes foi determinado em dois momentos: logo após a retirada das sementes dos frutos, sementes recém-coletadas ou frescas; e em outras sementes pertencentes ao mesmo lote que ficou exposto em ambiente por 3 dias (secas). O método utilizado foi descrito pela Associação Internacional de Testes de Sementes (ISTA, 2004) submetendo 200 sementes (4 repetições de 50 sementes) a 103 ± 2 °C/ 17 ± 1 hora. O teor de água foi verificado por meio da fórmula $100 \times (\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial} - \text{tara}$, expresso em %. Simultaneamente foi determinada a massa seca das sementes, a qual consistiu do peso médio final das quatro subamostras de 50 sementes frescas e secas.

3.6 Teste de germinação

A viabilidade das sementes foi analisada em diferentes estádios de desenvolvimento por meio de teste de germinação. Sementes recém colhidas (frescas) e secas foram colocadas para germinar em placas de Petri com 2 folhas de papel germitest ao fundo, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. Os ensaios foram realizados em germinador com fotoperíodo de 12 horas ajustados na temperatura alternada 20-30°C (SOUZA, 2015) por 21 dias. As avaliações foram realizadas diariamente sendo consideradas germinadas as sementes que protruíram radícula com pelo menos 2 mm de comprimento, utilizou-se quatro repetições compostas por 50 sementes cada. Com os dados de germinação diária foi obtida a curva de germinação relativa e acumulada nos diferentes estádios de desenvolvimento do fruto, o tempo médio de germinação (\bar{t}) e a sincronicidade (Z) das sementes, calculados de acordo com Ranal e Santana (2006).

3.7 Teste de emergência de plântulas

O teste de emergência de plântulas foi realizado para verificar o vigor das sementes. Sementes frescas e secas de cada estágio de desenvolvimento foram semeadas em copos plásticos de 300 cm³ preenchidos com substrato comercial (Topstrato®) e areia lavada na

proporção 1:1, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. O experimento foi conduzido em casa de vegetação mantido sob irrigação por microaspersão. Realizou-se análises diárias por um período de 20 dias considerando emergência o aparecimento e expansão dos cotilédones acima da linha do solo. Com os dados de emergência diária foi obtida a porcentagem de emergência de plântulas normais (E%), o tempo médio de emergência (\bar{t}), e sincronidade (Z) da emergência nos diferentes estádios de desenvolvimento, calculados de acordo com Ranal e Santana (2006).

3.8 Limite de tolerância à dessecação

Duas velocidades de secagem foram avaliadas: rápida, em sílica gel; e lenta, com uso de soluções salinas (cloreto de cálcio e de zinco). Em ambos os métodos, as sementes provenientes do terceiro estágio de desenvolvimento (29 DAA, neste estágio as sementes apresentaram alta qualidade fisiológica) foram dessecadas, expondo as sementes a essas condições por diferentes períodos de tempo (24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas). As sementes foram mantidas em câmaras de saturação (Figura 3) contendo ao fundo as soluções salinas e a sílica gel na proporção de 1:10 (1 g de semente e 10 g de sílica gel). As câmaras com as sementes foram acondicionadas em câmaras tipo BOD, à temperatura constante de 25°C. A manutenção da sílica gel ativa foi realizada periodicamente, trocando-se a sílica antes da mudança da coloração.



Figura 3 Câmaras onde as sementes foram dessecadas utilizando secagem rápida (sílica gel) e secagem lenta (soluções salinas).

Para a secagem lenta foram utilizadas soluções saturadas de cloreto de zinco e de cálcio, em temperatura de 25°C que determinam umidade relativa de equilíbrio em recipiente fechado em aproximadamente 5% e 8%, respectivamente.

Após um período de 24 horas para o estabelecimento do equilíbrio entre as sementes e o meio e a cada intervalo de 24 horas durante sete dias, foi monitorado a perda de água das sementes determinando o teor de água das mesmas pelo método de estufa submetendo 200 sementes (4 repetições de 50 sementes) a $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}/ 17 \pm 1$ hora. Ao final do período de sete dias as sementes foram submetidas ao teste de germinação e emergência de plântulas utilizando 4 repetições de 50 sementes. A massa de matéria seca de plântulas foi determinada após 21 dias da semeadura, quando os eixos hipocótilo-radículas das plântulas normais foram isolados, condicionados em sacos de papel e secos em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C , por 24 horas. Após esse período, foi determinado o peso da matéria seca de raízes e da parte aérea das plântulas e a relação raiz/parte aérea, com resultados expressos em miligramas por plântula.

3.9 Delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As médias dos dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, sendo transformados com arcoseno quando necessário. Os dados foram então submetidos à análise de variância e para comparação entre as médias utilizou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para a avaliação dos limites de tolerância a dessecação foram confeccionadas curvas de variação do teor de água ao longo do processo de dessecação. A análise dos dados foi realizada por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Maturação de frutos e sementes

Houve incremento das medidas biométricas dos frutos ao longo dos períodos observados (Tabela 1) e aos 36 dias após a antese (DAA) os frutos alcançaram média de 13,7 mm de comprimento e 14,4 mm de diâmetro, não diferindo significativamente do estágio posterior (43 DAA). Trabalhando com a mesma espécie, Souza et al. (2017) encontraram valores semelhantes com média de 13,9 mm de diâmetro a partir de frutos coletados na cor amarela. Contudo, os dados do presente trabalho foram abaixo dos encontrados por Curi et al. (2017), que encontraram comprimento médio de 22 mm e 21,6 mm de diâmetro avaliando frutos dessa mesma espécie. Essa diferença observada pode estar relacionada tanto à localização dos ensaios como a fatores como clima, tipos de solo e ocorrência de chuvas durante a realização do experimento.

O peso dos frutos apresentou aumento até os 43 DAA, porém não houve diferença significativa dos frutos coletados aos 36 DAA. Durante todo o estudo, o peso apresentou uma variação de 0,5 g a 2,0 g (Figura 2B) semelhante aos resultados encontrados em estudos com a mesma espécie (OLIVEIRA et al., 2011; SOUZA et al., 2017; SILVA et al., 2018). Incremento no peso ao longo da maturação dos frutos também foram identificados por Tanan et al. (2018) com a mesma espécie e por Barroso et al. (2017) para frutos de *P. ixocarpa*.

Para *P. angulata* o teor de SST a partir dos 29 DAA não apresentou incrementos significativos, estando os valores entre 11,0 e 11,9 °Brix, semelhante aos encontrados em trabalhos com a mesma espécie (OLIVEIRA et al., 2011; SOUZA et al., 2015; CURI et al., 2017). Em geral, a medida de SST aumenta com o avanço da maturação seja por biossíntese, pela degradação excessiva de polissacarídeos ou, ainda, pela perda de água do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os valores de SST obtidos no presente estudo estão próximos aos maiores valores observados por Rodrigues et al. (2012) com a espécie comercial *P. peruviana*, encontrando em média 14,2 °Brix quando os frutos apresentavam a cor amarelo-amarronzado. Isso mostra o potencial para o consumo *in natura* dos frutos de *P. angulata* e uma alternativa para implantação de cultivos na região de Feira de Santana-BA em condições de ambiente protegido pois, os valores de sólidos solúveis totais (SST) representam uma medida da

concentração de açúcares e outros sólidos diluídos na polpa do fruto, sendo considerado um indicador de qualidade e da maturação de frutos (IANCKIEVICZ et al., 2013).

Tabela 1 Médias do comprimento (C), diâmetro (D), peso fresco (PF), sólidos solúveis totais (SST) dos frutos, peso de 100 sementes (PS) e do número sementes (NS) em diferentes estádios de desenvolvimento e maturação. UEFS, Feira de Santana, BA, 2019.

Dias após antese	C (mm)	D (mm)	PF (g)	SST (°Brix)	PS (mg)	NS
15	9,97 d	9,26 d	0,55 d	5,02 d	32,08 c	170 b
22	11,53 c	11,30 c	0,92 c	6,97 c	52,48 b	183 b
29	12,42 b	12,34 b	1,26 b	11,00 b	54,58 ab	180 ab
36	13,68 a	14,42 a	2,00 a	11,50 ab	57,92 a	222 a
43	14,51 a	15,52 a	2,35 a	11,96 a	58,70 a	226 a
CV %	3,62	3,35	9,42	3,95	4,89	7,94

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada variável analisada não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. N=50

Houve diferença significativa para as variáveis peso e número de sementes por fruto, nos estádios de desenvolvimento avaliados. O número de sementes variou entre 170 a 226 sementes por fruto (Tabela 1). Os valores encontrados estão entre os resultados reportados por Souza et al. (2017), em que a média do número de sementes foi de 197 sementes/fruto. Quanto ao peso de 100 sementes em cada estágio avaliado, os maiores resultados foram alcançados quando os frutos foram coletados a partir de 29 DAA, quando não foi observada diferença significativa com os demais estádios (Tabela 1).

Os resultados encontrados para as medidas de comprimento, diâmetro, peso e SST dos frutos apresentados na tabela 1 mostraram que estas variáveis não apresentam diferenças significativas após 36 DAA, o que pode-se inferir que a colheita com o objetivo de consumo dos frutos pode ser realizada a partir desse estágio de desenvolvimento, já que estas são características importantes para produtos destinados tanto para o consumo quanto para o processamento (RODRIGUES et al., 2012).

Quanto à coloração, houve mudanças na cor do epicarpo dos frutos e do cálice durante o desenvolvimento. A coloração dos frutos variou com a idade de colheita, apresentaram-se completamente verdes aos 15 DAA (Figura 2 e Tabela 2), verde roxo aos 29 DAA, com amarelecimento aos 36 DAA e predominantemente amarelados aos 43 DAA. A coloração do

cálice variou do verde com nervuras roxas, até completamente marrom ao final do período de estudo, quando o cálice se apresentava completamente desidratado com pouca ou ausência total de coloração verde.

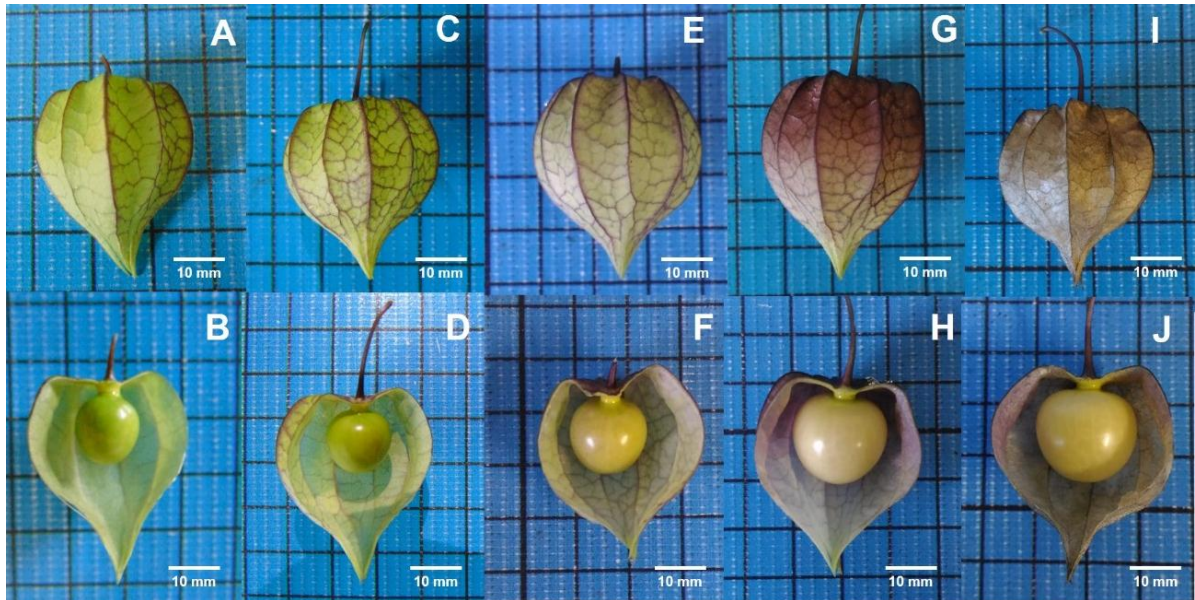


Figura 4 Frutos e cálice de *P. angulata* aos 15 DAA (A;B), 22 DAA (C;D), 29 DAA (E;F), 36 DAA (G;H) e 43 DAA (I;J), cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019.

A coloração do cálice pode ser considerada o parâmetro mais importante para indicar o ponto de colheita, uma vez que os frutos se encontram envolvidos por ele (MAZORRA, 2003). Porém, a identificação da coloração do cálice e também dos frutos para as espécies do gênero é importante, pois o ponto de colheita do fruto é determinante para garantir a sua qualidade. Nesta espécie este ponto é determinado pela mudança de coloração do fruto e do cálice que o envolve (RUFATO et al., 2008), além disso o acompanhamento das mudanças na cor dos frutos e cálice é um parâmetro de fácil utilização no campo e que pode ser empregado para determinação do ponto de colheita (FACHINELLO; NACHTIGAL et al., 2009).

Tabela 2 Coloração do epicarpo dos frutos e cálice de *P. angulata*, baseado na carta de cores The Royal Horticulture Society (RHS) nos cinco estádios de desenvolvimento dos frutos. UEFS, Feira de Santana, BA, 2019.

Cor RHS			
Dias após antese	Cálice	Nervura	Frutos
15	Verde amarelado	Roxo	Verde escuro
22	Verde amarelado	Roxo	Verde escuro
29	Verde roxo	Roxo	Verde roxo
36	Roxo	Roxo	Amarelo
43	Marrom	Roxo	Amarelo

O incremento acentuado na massa seca das sementes ocorreu até os 22 DAA, tanto para sementes frescas quanto para sementes secas (Figura 5). A maturação neste período encontra-se na fase dois, quando há um aumento na deposição de reservas (CASTRO et al., 2004). A partir deste estágio o acúmulo de massa seca ocorreu de maneira mais lenta, tendo seu máximo aos 36 DAA (26 mg para sementes secas e 28 mg para frescas), porém não apresentou diferença significativa entre os três últimos estádios nas sementes frescas. Aos 36 DAA quando as sementes atingiram a máxima massa seca, não ocorreram acréscimos de acúmulo das reservas e o pequeno declínio, aos 43 DAA, podem ser atribuídas às perdas pela respiração das sementes, que passa a ser predominante para a manutenção do eixo embrionário. Este ponto é o indicador de maturidade fisiológica, pois coincide com a máxima capacidade germinativa das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015). Neste ponto de maturidade fisiológica as sementes de *P. angulata* apresentaram alto teor de água, em torno de 50%. Se as sementes permanecerem no campo com teor de água ainda elevado, a qualidade fisiológica pode ser prejudicada, uma vez que o metabolismo continua ativo favorecendo o processo de deterioração das mesmas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Analisando a figura 4, aonde são indicados os valores médios do teor de água das sementes, percebeu-se que este parâmetro apresentou de maneira inversa ao acúmulo de massa de seca durante o processo de maturação. O declínio no teor de água das sementes frescas aconteceu de forma contínua à medida que os frutos e as sementes amadureceram, tendo aos 15 DAA 74,5%; entre os estádios de 22 a 36 DAA os valores variaram entre 55,8 e 54,6% e ao final dos 43 DAA as sementes encontravam-se com 51,6% de umidade. Nas

sementes secas, a variação no teor de água ocorreu de forma irregular, aos 15 DAA as sementes apresentaram 11,5% de teor de água; aos 29 DAA 15,3% e ao final dos 43 DAA 12%. Isso pode ser justificado pelo método empregado na secagem das mesmas, utilizando bancada em condições não controladas que contém flutuações de temperatura e umidade relativa do ar. Por serem higroscópicas, as sementes possuem a capacidade de ajustarem seu teor de água de acordo com as condições ambientais, o que torna necessário a utilização de métodos mais eficazes para manter a qualidade fisiológica adquirida para fins de armazenamento e conservação, uma vez que, o teor de água é um importante fator que influencia a manutenção da viabilidade das sementes, principalmente na conservação a longo prazo (ALVES et al, 2017).

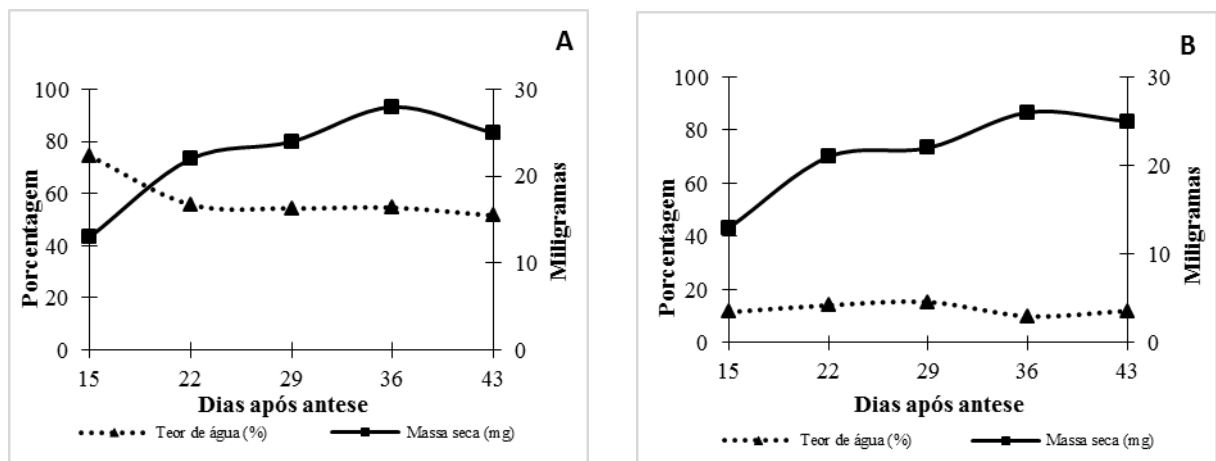


Figura 5 Conteúdo de água e massa seca de sementes frescas (A) e secas (B) nos cinco estádios de desenvolvimento dos frutos de *P. angulata* cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019.

Os resultados de frequência relativa e acumulada durante os três últimos estádios de desenvolvimento avaliados estão apresentados na figura 6. A germinação apresentou picos unimodais deslocados para a esquerda. Só no último estágio avaliado é que as sementes secas mostraram um deslocamento mais acentuado para a direita, ou seja, requerendo quase um período de 24 horas para que a germinação atingisse o pico máximo de emissão da radícula. Um fato bastante interessante é que a partir do momento em que as sementes apresentam qualidade fisiológica ou atingem a capacidade de peso máximo (a partir dos 29 DAA), a quantidade de água nos tecidos ainda elevada pode ser um fator limitante para que as sementes mostrem sincronidade da germinabilidade, requerendo alguns dias a mais para que a germinação final alcance a porcentagem máxima (Figura 6).

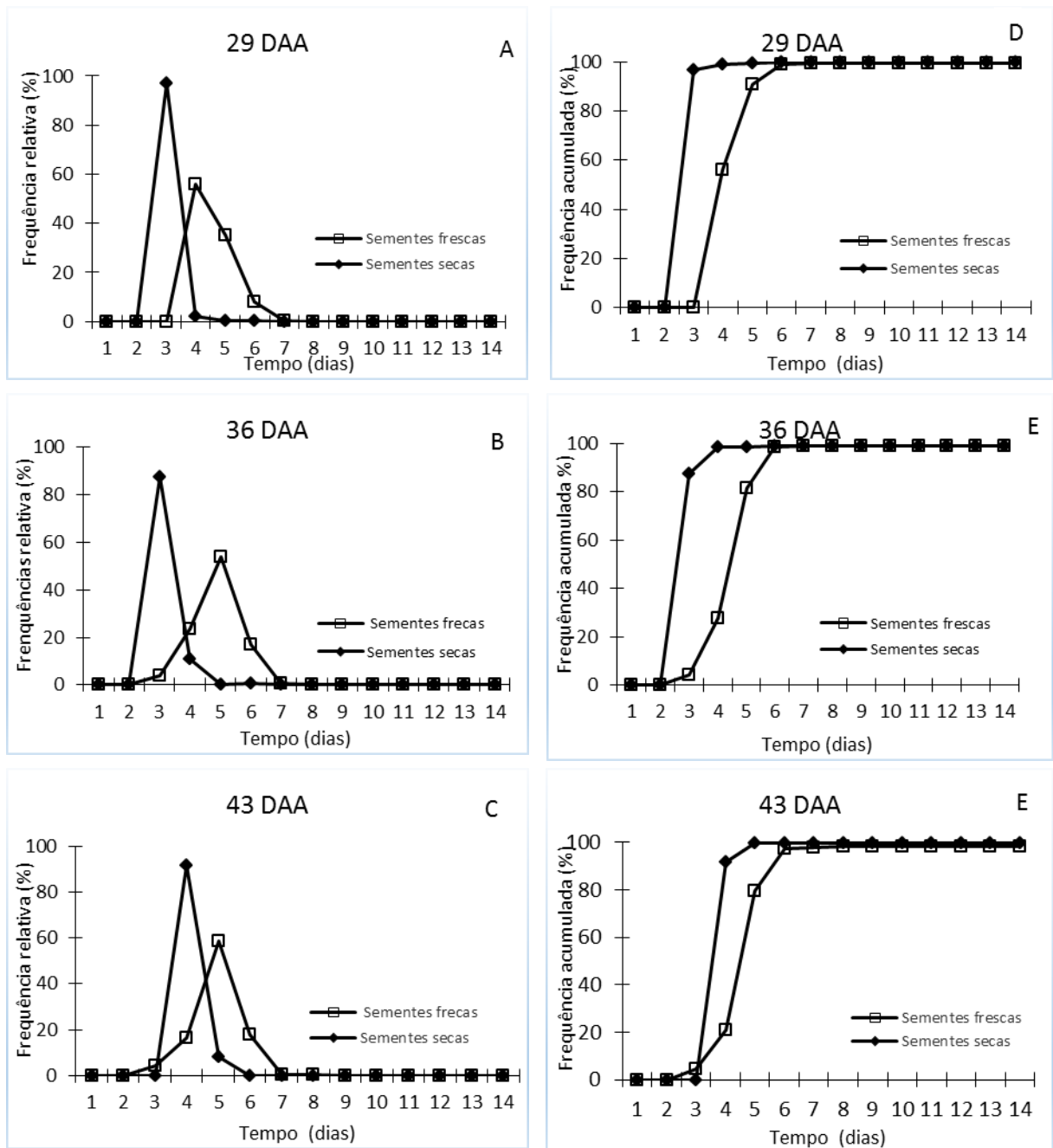


Figura 6 Frequência relativa (A-C) e acumulada (D-F) da germinação de três estádios de desenvolvimento dos frutos de *P. angulata* cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019.

Os resultados para germinação e emergência encontram-se na tabela 3. Houve diferença significativa tanto para o tempo médio em dias (\bar{t}) quanto para sincronicidade (Z) das sementes frescas e após a secagem. Logo após a coleta, as sementes não apresentaram diferenças entre os três últimos estádios avaliados, levando em torno de 4 dias para germinarem e uma média de 0,4 de sincronia. Ao passarem pela secagem as sementes não

apresentaram diferença significativa na sincronicidade da germinação a partir dos 29 DAA, e partir deste estágio apresentaram um elevado índice de sincronia, pois quanto mais próximo de 1,0 mais alta é a uniformidade da germinação. Diferença também foi identificada no tempo médio de germinação das sementes provenientes da secagem, os estádios de 29 e 36 DAA apresentaram menor média em dias para a germinação acontecer, sendo necessários 3 dias para ocorrer 100 e 99% de germinação, respectivamente.

Estes resultados demonstram que, sementes colocadas para germinarem com alta umidade, logo após coleta, ainda não são capazes de expressar seu total potencial de germinação, diminuírem o tempo médio e aumentarem a sincronia, pois necessitam de uma ‘chave’ (secagem), para desenvolverem processos metabólicos fundamentais para a germinação (BEWLEY et al., 2013).

Ao passarem pela secagem, aos 15 DAA não houve germinação e emergência de plântulas. Neste estágio, as sementes ainda não adquiriram a capacidade de tolerar a dessecação pois ainda apresentavam-se imaturas. Esta característica é adquirida durante o desenvolvimento à medida que as reservas são depositadas na semente, especialmente açúcares que interagem com proteínas *LEA* e atuam na estabilização de membranas e organelas conferindo um estado vítreo requerido para a tolerância a dessecação (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Houve diferença significativa no tempo médio e sincronicidade nos testes de emergência de plântulas entre os estádios avaliados tanto para sementes frescas quanto para as secas (Tabela 3). A menor média de tempo encontrado para a emergência das sementes ocorreu aos 29 DAA não diferindo do estágio de 36 DAA sendo necessário uma média de aproximadamente 8 dias para emergirem tanto para frescas quanto para as secas. A sincronicidade da emergência não diferiu significativamente entre os estádios nas sementes frescas, porém ocorreu o contrário com as sementes após a secagem, aos 29 DAA maiores índices foram observados.

Tabela 3 Tempo médio (\bar{t}) e sincronicidade (Z) de sementes frescas e secas nos cinco estádios de desenvolvimento dos frutos. UEFS, Feira de Santana, BA, 2019.

Dias	Germinação				Emergência			
	Fresca		Seca		Fresca		Seca	
	\bar{t} (dias)	Z	\bar{t} (dias)	Z	\bar{t} (dias)	Z	\bar{t} (dias)	Z
15	6,59 b	0,25 b	0	-	0	-	0	-
22	7,38 c	0,24 b	5,50 c	0,26 b	11,0 b	0,34 a	9,97 b	0,26 b
29	4,52 a	0,44 a	3,00 a	0,69 a	8,25 a	0,41 a	8,17 a	0,48 a
36	4,86 a	0,39 a	3,00 a	0,79 a	8,75 a	0,28 a	7,95 a	0,53 a
43	4,94 a	0,43 a	4,00 b	0,85 a	11,25 b	0,52 a	7,90 a	0,52 a

– Não quantificado. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade.

Foi ajustado um modelo matemático de regressão quadrática para porcentagem de germinação e emergência. Tanto sementes frescas quanto as secas apresentaram um aumento gradativo na taxa de germinação ao longo do período de estudo. Ao serem colocadas para germinarem logo após a coleta, aos 15 DAA as sementes apresentaram 29,5% de germinação, porém quando colocadas em campo não foi observado emergência tanto para as sementes frescas quanto para as secas. A maior taxa de germinação foi observada em sementes aos 29 DAA quando apresentaram 100% da capacidade germinativa, embora tenha ocorrido um pouco antes da máxima massa seca que ocorreu ao 36 DAA, esse percentual não diminuiu de forma acentuada após este estágio ficando as taxas entre 99 e 98,5% nos estádios seguintes (Figura 6).

Em relação à emergência das plântulas, a maior taxa foi observada no terceiro estágio (29 DAA) com 70,5% em sementes frescas e 68% nas secas. Apesar das sementes não apresentarem decréscimos acentuados na germinação nos estádios seguintes, o vigor apresentou um declínio ao final do estudo alcançando aos 43 DAA os valores de 67,5% e 52% de emergência em sementes frescas e secas, respectivamente (Figura 6).

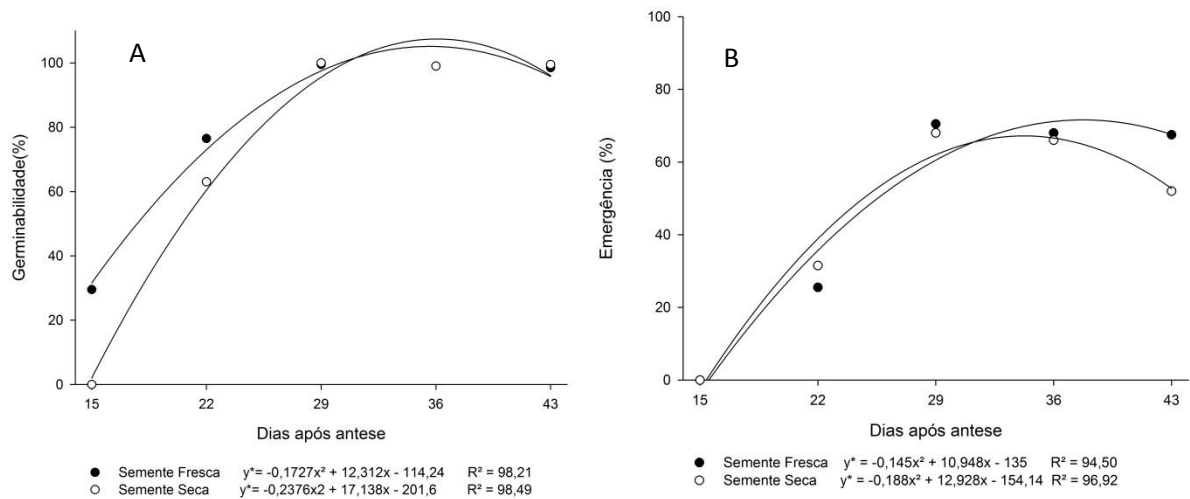


Figura 7 Germinação (a) e emergência de plântulas (b) de sementes frescas e secas nos cinco estádios de maturação dos frutos cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019.

Os parâmetros de massa seca, teor de água, germinação e vigor de sementes são utilizados de forma associada para determinação da maturidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

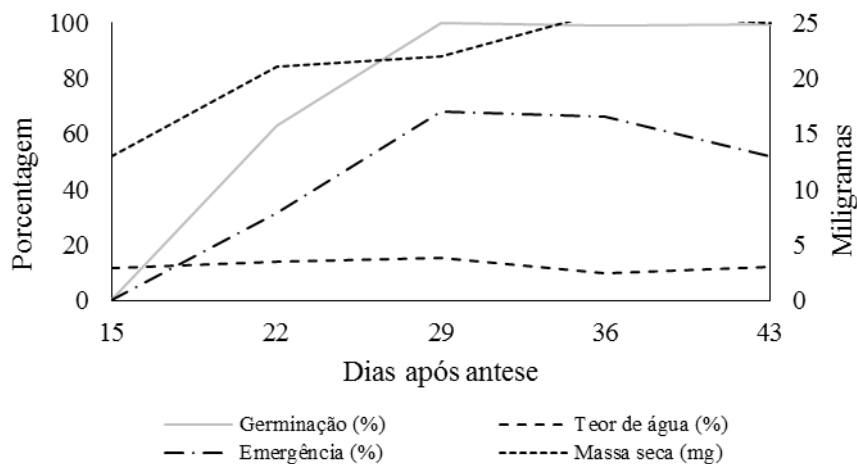


Figura 8 Teor de água, massa seca, germinação e emergência de plântulas de sementes secas nos cinco estádios de maturação dos frutos cultivados na Unidade Experimental Horto Florestal (UEFS), Feira de Santana, Bahia, 2019.

A associação entre os parâmetros supracitados foi verificada aos 36 DAA (Figura 7), sendo, portanto, este estádio indicado para a colheita visando a obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica, uma vez que são encontradas neste período a maior massa seca, alta germinabilidade, e capacidade de produzir plântulas de maneira mais rápida e uniforme.

4.2 Dessecação

O teor de água das sementes de *P. angulata* apresentou grande redução durante as primeiras 24 horas de secagem tanto para secagem em sílica gel quanto nas soluções salinas de cloreto de cálcio e zinco, diminuindo seu conteúdo inicial de 60,6% para 9,2%, 10,3% e 14,1%, respectivamente (Figura 8). Mesmo tratando-se de duas modalidades de secagem, lenta e rápida, as sementes da espécie estudada apresentam tamanho pequeno, em torno de 1,55 mm de comprimento e 1,26 mm de largura (SOUZA et al., 2010), o que faz o processo de secagem acontecer muito rapidamente. Além disso, no início do processo, quando as sementes possuem elevada umidade, a água possui propriedades similares a uma solução diluída e ocupa os espaços intercelulares, o que torna sua retirada das sementes mais rápida e com maior facilidade (MARCOS FILHO, 2015).

Por outro lado, quando os teores de água encontram-se abaixo dos 10%, a água presente está ligada aos compostos da semente por meio de ligações químicas, como pontes de hidrogênio, não apresenta mobilidade e é considerada estrutural, o que, portanto, dificulta sua remoção (MAGISTRALI et al., 2015), isso pode ser verificado neste trabalho logo após as 48 horas de secagem quando não foi observada grandes perdas de água (Figura 8).

Reis et al. (2013), trabalhando com beringela (*Solanum melongena* L.), espécie pertencente também à família Solanaceae, avaliaram a secagem das sementes e verificaram também que o teor de água decresceu rapidamente logo no início da secagem tanto para aquelas em que foram secas lentamente tanto para as que foram secas de maneira rápida.

A partir das 96 horas de secagem é possível observar uma estabilização no teor de água das sementes nas diferentes formas empregadas, podendo a partir desse momento serem armazenadas com baixa porcentagem de umidade, tendo na secagem com sílica gel 5,4%, com cloreto de cálcio 6,8% e 4,6% quando secas com cloreto de zinco (Figura 8). À medida que o teor de água diminui, a água liga-se mais fortemente às superfícies coloidais das macromoléculas, o que pode tornar o processo de secagem mais difícil (COELHO et al., 2015).

Sementes de *P. angulata* são consideradas, segundo sua tolerância a secagem, como ortodoxas pois conseguem suportar redução no grau de umidade (SOUZA et al., 2014). Para estas sementes, a diminuição do teor de água possibilita a manutenção da viabilidade por períodos mais prolongados, uma vez que seu metabolismo diminui por conta da redução na atividade respiratória (FARIA et al., 2016).

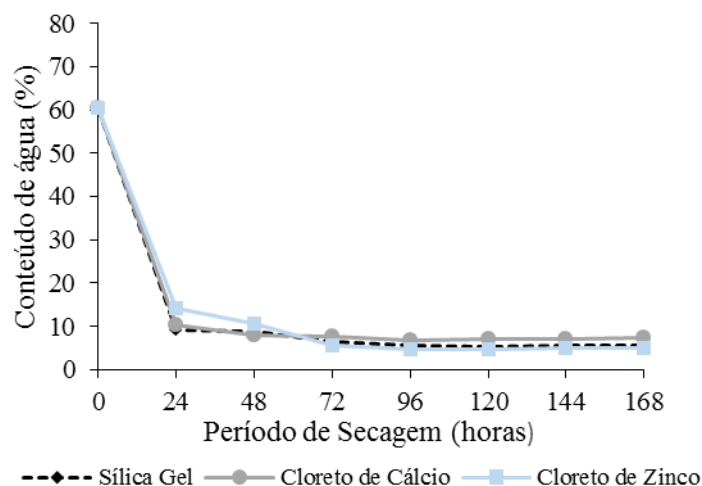


Figura 9 Variação do teor de água das sementes de *P. angulata* em função da secagem rápida, em sílica gel, e lenta em soluções salinas.

Ao final das 168 horas de secagem, as sementes antes de serem colocadas para germinarem e testadas quanto ao vigor utilizando o teste de emergência de plântulas, apresentaram teor de água de 5,4% ao serem secas em sílica, 7,4% em cloreto de cálcio e 4,6% em cloreto de zinco. De maneira geral, a viabilidade das sementes não foi afetada pelos métodos empregados na secagem, por isso não apresentou diferenças significativas na taxa de germinação (superior a 90% para os três métodos testados), no tempo médio de germinação e sincronidade (Tabela 1). Isso pode ser atribuído ao fato das sementes antes de passarem pelos métodos de secagem, apresentarem alta qualidade fisiológica e por isso o teste de germinação pode não ter sido sensível para detectar diferenças dos efeitos dos métodos empregados. Além disso, estes resultados demonstram que as sementes dispõem de mecanismos protetores necessários para manter as funções fisiológicas após a reumbebição (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998).

Muitos processos metabólicos estão envolvidos na conquista da tolerância a dessecação, dentre entre, destacam-se características como a redução da vacuolização, acúmulo de reservas insolúveis; reações do citoesqueleto, conformação do DNA nuclear; diferenciações intracelulares; desligamento metabólico; presença e eficiência de sistemas antioxidantes; acúmulo de moléculas protetoras; deposição de moléculas anfipáticas; presença de camada periférica de oleosinas eficaz em torno dos corpos lipídicos; bem como, a presença e o funcionamento dos mecanismos de reparação durante a reidratação (BERJAK; PAMMENTER, 2000; MARCOS FILHO, 2015; TAIZ E ZEIGER, 2017).

Mesmo não havendo diferenças entre os métodos testados, quando utilizada a solução de cloreto de cálcio obteve-se uma média superior na porcentagem de germinação, menor média em dias para máxima germinação e maior sincronidade comparada aos demais métodos (Tabela 1).

Quanto ao vigor, mesmo não sendo observada diferenças significativas nas variáveis estudadas, as sementes de *P. angulata* parecem ser afetadas negativamente quando submetidas à secagem rápida (sílica gel), como mostra os resultados de porcentagem de emergência das plântulas que se encontram abaixo dos 50%.

Tabela 4 Porcentagem de germinação (G) e emergência (E), tempo médio ($\bar{\tau}$) e sincronidade (Z) de sementes aos 29 DAA secas em diferentes métodos de secagem. UEFS, Feira de Santana, BA, 2019.

Método de Secagem	Germinação			Emergência		
	% G	$\bar{\tau}$ (dias)	Z	% E	$\bar{\tau}$ (dias)	Z
Sílica Gel	99,0 a	4,2 a	0,64 b	35,5 a	10,49 a	0,53 a
Cloreto de Zinco	98,5 a	4,3 a	0,81 a	54,5 a	10,55 a	0,53 a
Cloreto de Cálcio	99,5 a	4,1 a	0,84 a	53,5 a	10,75 a	0,51 ^a
CV %	1,81	5,72	7,58	32,30	2,76	15,21

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada variável analisada não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. A porcentagem de germinação das sementes antes do armazenamento foi de 100%.

A figura 9 apresenta o resultado da porcentagem de plântulas normais após a secagem lenta e rápida. A umidade de 5,4% obtida a partir da secagem em sílica gel afetou mais intensamente o vigor das sementes, avaliado pela normalidade das plântulas.

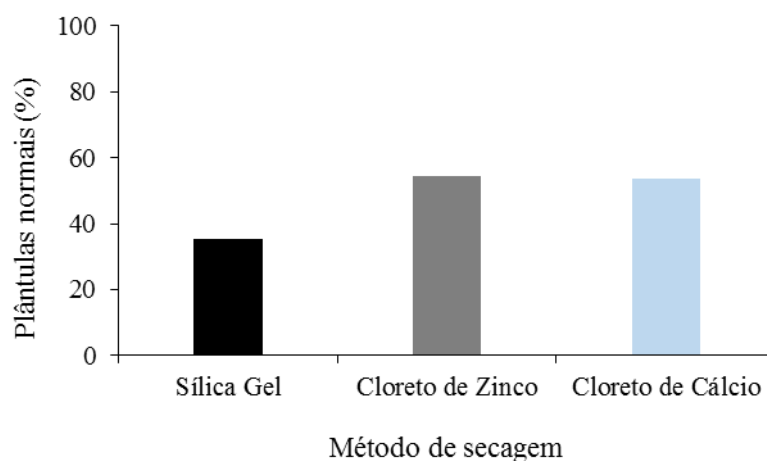


Figura 10 Porcentagem média de plântulas normais de *P. angulata* submetidas a secagem rápida (sílica gel) e lenta (solução de cloreto de zinco e cálcio).

Em plântulas de *P. angulata*, as medidas do comprimento da raiz, da parte aérea e a razão raiz parte aérea não apresentaram diferenças significativas para os métodos utilizados na secagem das sementes. No entanto, houve um maior investimento para formação de raiz quando as sementes foram submetidas a secagem lenta, pois estas apresentaram maiores médias de comprimento quando comparadas com a obtida das sementes tratadas com secagem rápida (Tabela 5). Quando a secagem é realizada de forma lenta e sob condições ideais, as possibilidades de ocorrer a retomada do desenvolvimento sem danos à radícula são maiores (RODRIGUES et al., 2015). Além disso, a secagem lenta propicia maior homogeneidade na perda de água, proporcionando um tempo adequado e necessário para que ocorra nas sementes germinadas a síntese de novo de moléculas e substâncias que atuam na proteção dos tecidos durante a secagem (VIEIRA et al., 2010).

Tabela 5 Média do comprimento da raiz e parte aérea (CR, CPA), razão raiz parte aérea (R:PA), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca parte aérea (MSPA) de plântulas originadas de sementes após secagem em diferentes métodos aos 29 DAA. UEFS, Feira de Santana, BA, 2019.

Método de Secagem	CR (cm)	CPA (cm)	R:PA (cm)	MFR (mg)	MSPA (mg)
Sílica Gel	5,06 a	0,79 a	6,39 a	27,0 b	2,0 b
Cloreto de Zinco	5,72 a	0,91 a	6,23 a	28,0 b	7,0 b
Cloreto de Cálcio	7,72 a	0,92 a	8,55 a	51,0 a	11,0 a
CV %	24,26	18,78	17,34	16,51	29,25

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada variável analisada não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Para as variáveis massa fresca da raiz e massa seca da parte aérea houve diferenças significativas dos resultados, apontando maiores médias quando foi empregado o método de secagem lenta por meio da solução salina de cloreto de cálcio. Isto pode ser explicado pelo fato das sementes quando secas lentamente, foram induzidas a uma maior tolerância a dessecação, dispondo de um tempo maior para indução e a operação de mecanismos de proteção, desta maneira, a secagem rápida pode ter provocado danos celulares quando submetidas à entrada de água durante a embebição e, conseqüentemente, afetou negativamente a emergência e desenvolvimento das plântulas (MAGISTRALI et al., 2015).

CONCLUSÃO

Sementes de melhor qualidade fisiológica são obtidas realizando a coleta no período em que o cálice se encontra na cor roxa e o epicarpo dos frutos amarelo correspondendo aos 36 DAA, onde neste período as características de tamanho, peso e SST dos frutos se estabilizam, sendo também indicada a colheita para o consumo de frutos.

Sementes coletadas aos 29 DAA apresentam características fisiológicas importantes e são capazes de manter a viabilidade independente da velocidade de secagem empregada, porém o vigor das mesmas parece ser afetado quando é utilizada a secagem rápida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U. et al. Drying on the germination and vigor of *Crataeva tapia* L. seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 9, 2017.
- AVELAR, S. A.; VILLELA, F. A.; PESKE, S. T. Avanços na secagem de sementes - emprego de ar desumidificado por resfriamento. **Seed News**, jul/ago n.4, 2012.
- BARROSO, N. D. S. et al. Maturation stages of fruits and physiological seed quality of *Physalis ixocarpa* BROT. EX HORMEN. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 3, P. 151-159, 2017.
- BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. de C. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da mata atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, 2002.
- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 145-164, 1998.
- BEWLEY, et., al. **Seeds: physiology of development and germination**. 3. ed. New York: Springer, 2013. 407 p.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 22-55, ago. 2000.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 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.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: Ferreira A.G; Borghetti, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, p.51-67, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 2 ed. revisada e ampliada. 785 p.

COELHO, S. V. B. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de café secas em sílica gel e soluções salinas saturadas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.50, n.6, p.483-491, 2015.

CURI, P. A. et al. Characterization of different native American physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. **Food Science and Technology**, Campinas, vol. 38, n.1 p.112-119, 2017.

D'ARCY, W.G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: **Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution**. Eds. Hawkes, J.G., Lester, R.N., Nee, M. and Estrada, N. 75-137. London: Kew Royal Botanical Gardens, 1991.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Parâmetros para determinação do ponto de colheita. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. (Org.). **Fruticultura: Fundamentos e práticas**. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v. 1. 2009. 304p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência agrotecnologia**. Lavras, vol.38, n.2, p. 109-112, 2014.

FARIA, C. V. N. et al. Criopreservação de sementes de *Physalis angulata* L. Por meio da desidratação em sílica gel. **Plant Cell Culture and Micropropagação**, Lavras v. 12, n. 2, p. 27-33, 2016.

FREITAS, T. A.; OSUNA, J. T. A.; RODRIGUES, A. C. Cultivation of *Physalis angulata* L. and *Anadenanthera colubrina* [(Vell.) Brenan] species of the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia v. 8, p. 201-204, 2006.

HAY, F.R et al. The use of non-saturated lithium chloride solutions for experimental control of seed water content. **Seed Science and Technology**, v.36, p.737-746, 2008.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 55p. 1996.

HUNZIKER, A. T. **The genera of Solanaceae**. Ruggel, Lichtenstein: A.R.G. Gantner Verlag, 2001.

IANCKIEVICZ, A. et al. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 438-444, 2013.

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

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Umidificação de sementes de girassol após ultrassecação em sílica gel e câmara de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 31, n. 3, p. 016-026, 2009.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

LEITE, R. D. S. et al. Physiological responses of *Physalis angulata* plants to water deficit. **Journal of Agricultural Science**, Canadá v. 10, n. 10, p. 287-297, 2018.

LEITE, R. D. S. et al. Hydroponic cultivation of *Physalis angulata* L.: growth and production under nitrogen doses. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia v. 47, n. 2, p. 145-151, 2017.

LIMA, M. S. et al. Antinociceptive Properties of Physalins from *Physalis angulata*. **Journal of Natural Products**. n.7, p. 2397–2403, 2014.

LORENZI, H; MATOS, M. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. 512 p.

MAGISTRALI, P. R. et al. Slow drying outperforms rapid drying in augmenting the desiccation tolerance of *Genipa americana* seeds. **Seed Science and Technology**, v. 43, n.1, p.101–110, 2015.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: Abrates, 2015. 560p.

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**. Bogotá, v. 21, n. 3, p. 175-189. 2003.

MEDEIROS, A. C. S. **Preparo e uso de soluções salinas saturadas para caracterização fisiológica de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 6p. Circular Técnica, 125.

MEDEIROS, M. A. et al. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 17-24, 2010.

MEIRA, C. S. et al. *In vitro* and *in vivo* antiparasitic activity of *Physalis angulata* L. concentrated ethanolic extract against *Trypanosoma cruzi*. **Phytomedicine**. v. 22, p. 969–974, 2015.

MOSCHETO, A. B. **Novidade no pomar**. Edição 236 - 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/o4pWF8>>. Acesso em: 30 de out. de 2017.

MUNIZ, J. et al. *Physalis*: Panorama produtivo e econômico no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 00, 2015.

NOGUEIRA, R. C. et al. Genotoxicity and Antileishmanial Activity Evaluation of *Physalis angulata* Concentrated Ethanolic Extract. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 36, p. 1304-1311, 2013.

OLIVEIRA, J. A. R. et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 05, n.2, p. 573-583, 2011.

PÉREZ-CAMACHO, I. et al. Calidad fisiológica de semillas de *Physalis ixocarpa* en función de madurez a cosecha y condiciones de almacenamiento. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, v.3, n.1, p. 67-78, 2012.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

- REIS, R. G. E. et al. Qualidade fisiológica de sementes de berinjela osmocondicionadas submetidas à secagem. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1507-1516, 2013.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.499-514, 1973.
- RODRIGUES, A. C. et al. Reindução da tolerância à dessecação em sementes de *Bauhinia forficata* LINK (FABACEAE). **CERNE**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 579-586, 2015.
- RODRIGUES, F. A. et al. Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de Lavras, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 862-867, 2012.
- RUFATO, L. et al. **Aspectos técnicos da cultura da *physalis***. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas: UFPel, 2008. 100p.
- SÁ, M. S. **Avaliação da Atividade Antimalárica de Substâncias Obtidas de Espécies Vegetais Nativas ou Endêmicas do Semiárido Brasileiro e Derivados Sintéticos**. Tese (Doutorado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa). Fundação Oswaldo Cruz Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Salvador/BA. 39-55, 2011.
- SALGADO, E. R. ARANA, G.V. *Physalis angulata* L. (Bolsa mullaca): A review of its traditional uses, chemistry and pharmacology. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**. Santiago, v. 12, n.5, p. 431-445, mar. 2013.
- SAMUELS, J. Biodiversity of food species of the Solanaceae family: a preliminary taxonomic inventory of subfamily Solanoideae. **Resources**, v. 4, n. 2, p. 277-322, 2015.
- SANTIAGO, W. R. et al. Physiological maturity of *Physalis angulata* L. seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, p. 431-438, 2019.
- SANTOS, J. A. A. et al. Molluscicidal Activity of *Physalis angulata* Extracts on *Biomphalaria tenagophila* under Laboratory Conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 3, p. 425-428, 2003.

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

SILVA, D. F. The production of *Physalis* spp. seedlings grown under different-colored shade nets. **Acta Scientiarum Agronomia**. Maringá, v. 38, n. 2, p. 257-263, 2016.

SILVA, P. B. et al. Changes in quality during maturation of physalis fruit. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 1503-1516, 2018.

SOUZA C. L. M. et al. Morfologia de sementes e desenvolvimento pós seminal de *Physalis angulata* L. **Acta Botanica Brasílica**. Belo Horizonte, v. 24, p. 1082-1085, 2010.

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

SOUZA, C. L. M. **Armazenamento de sementes e caracterização morfofisiológica de espécies do gênero *Physalis***. Tese de doutorado em recursos genéticos vegetais. UEFS, Feira de Santana, BA, Brasil. 2015.

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, C. L. M. et al. Biometric characteristics of fruits and physiological characterization of seeds of *Physalis* species (Solanaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 3, p. 277–282, 2017.

STEHMANN, J.R., et al. Solanaceae in: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, RS: Artmed. 2017.

TANAN, T.T. et al. Spectrophotometric Determinations of Chloroplastidic Pigments in *Physalis angulata* L. Leaves Using Different Methodologies. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 11, p. 117-122, 2017.

TANAN, T. T.; NASCIMENTO, M.N.; LEITE, R. S. Produção e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no Semiárido baiano. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.3, p. 113-121, 2018.

THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY. **RHS colour chart**. London: 2001.

VARGAS-PONCE, O. et al. Traditional management of a small-scale crop of *Physalis angulata* in Western Mexico. **Genetic resources and crop evolution**, v. 63, n. 8, p. 1383-1395, 2015.

VIEIRA, C.V.; SILVA, E.A.A. da; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M; TOOROP, P.E. Stress-associated factors increase after desiccation of germinated seeds of *Tabebuia impetiginosa* Mart. **Plant Growth Regulation**, n. 62, p. 257–263, 2010.