



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

NATALI ALMEIDA EVANGELISTA PEREIRA

**VARIABILIDADE FISIOLÓGICA NA MATURAÇÃO E
SECAGEM EM SEMENTES DE PIMENTA-DE-CHEIRO
(*Capsicum baccatum* L.)**

POMBAL - PB

2018

NATALI ALMEIDA EVANGELISTA PEREIRA

**VARIABILIDADE FISIOLÓGICA NA MATURAÇÃO E
SECAGEM EM SEMENTES DE PIMENTA-DE-CHEIRO**

(Capsicum baccatum L.)

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

Orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Caciana Cavalcanti Costa

POMBAL – PB

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- P436v Pereira, Natali Almeida Evangelista.
Variabilidade fisiológica na maturação e secagem em sementes de pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.) / Natali Almeida Evangelista Pereira. – Pombal-PB, 2018.
44 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2018.
"Orientação: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes, Prof^a. Dr^a. Caciana Cavalcanti Costa".
Referências.
1. *Capsicum baccatum* L.. 2. Sementes de Pimenta-de-cheiro – Maturação. 3. Sementes de Pimenta-de-cheiro – Germinação. 4. Método de Secagem – Qualidade Fisiológica. I. Lopes, Kilson Pinheiro. II. Costa, Caciana Cavalcanti. III. Título.

CDU 633.831(043)

NATALI ALMEIDA EVANGELISTA PEREIRA

**VARIABILIDADE FISIOLÓGICA NA MATURAÇÃO E
SECAGEM DE SEMENTES PIMENTA-DE-CHEIRO**

(Capsicum baccatum L.)

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

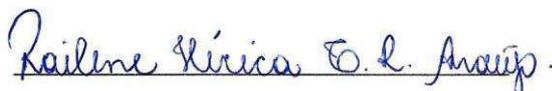
Aprovada em: 06 de março de 2018



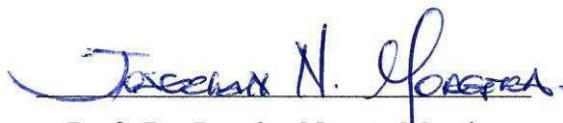
Prof.: Dr. Kelson Pinheiro Lopes
CCTA/UAGRA/UFCG
Orientador



Prof.^a: Dr.^a. Cacia Cavalcanti Costa
CCTA/UAGRA/UFCG
Coorientadora



Prof.^a: Dr.^a. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo
CCTA/UAGRA/UFCG
Examinador



Prof.: Dr. Joserlan Nonato Moreira
IFPB/Campus Sousa
Examinador

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial por me conceder sabedoria para realizar este sonho e por estar sempre presente, me guiando e fortalecendo.

Aos meus pais, que sempre primaram pela minha educação e nunca mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Sempre com muito amor, apoio e dedicação.

Ao meu filho Paulo Brenner pela compreensão quanto ao afastamento e ausência em momentos especiais. Obrigada por ser minha inspiração diária, para que eu possa me tornar uma profissional e pessoa cada vez melhor.

Ao meu orientador, professor Kilson Pinheiro Lopes e coorientadora professora Caciana Cavalcanti Costa, por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades, que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

Aos membros da banca, agradeço de coração pela significativa ajuda na melhoria desse trabalho.

A Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, pela oportunidade de realização do mestrado.

Estendo meus agradecimentos aos motoristas e funcionários da Fazenda Experimental, que se esforçam para que tudo funcione da melhor maneira possível. Obrigada pela prontidão e seriedade com que conduzem seus trabalhos.

As técnicas de laboratório, Roberta Chaiene e Joyce Emanuele, pela amizade, ensinamentos de vida, caráter, dedicação e por todo o auxílio.

Ao meu amigo Jerffeson Araujo pelo apoio incondicional e dedicação à ciência, sempre compartilhando seus conhecimentos.

A minha colega de mestrado Marília Hortência, pelo incentivo e companheirismo em todos os momentos, bons e os ruins, que vão ficar como aprendizado.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aspecto visual das fases fenológicas de desenvolvimento dos frutos de pimenta-de-cheiro, aos 25, 35, 45, 55, 65 e 75 DAA. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	15
Figura 2. Valores referentes à temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação total (mm) diária, durante a condução da cultura, no período de maio a novembro de 2017. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	17
Figura 3. Massa fresca (A), comprimento e largura (B), luminosidade, Cromo e ângulo Hue (C) de frutos de pimenta-de-cheiro, colhidos em diferentes estádios de maturação. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	22
Figura 4. Grau de umidade (A), massa seca (B), peso de mil de sementes (C) e comprimento, largura e espessura (D) de sementes de pimenta-de-cheiro colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	24
Figura 5. Grau de umidade (A) e germinação (B) de sementes de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	27
Figura 6. Primeira contagem de germinação (PCG) (A), índice de velocidade de germinação (IVG) (B), emergência de plântulas (EP) (C) e índice de velocidade de emergência (IVE) (D) de plântulas de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	31

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Resultados concernentes à análise química do solo. UFCG POMBAL-PB, 2017.	16
Tabela 2. Análise de variância para as variáveis, massa fresca (MF), comprimento e largura (CF e LF, respectivamente), luminosidade (L*), croma (C*) e ângulo hue (°h*) dos frutos, grau de umidade (GU%), massa seca da semente (MS), peso de mil de sementes (PMS), comprimento, largura e espessura de sementes (C, L e E, respectivamente) de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	21
Tabela 3. Análise de variância para as variáveis, grau de umidade (GU%), porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas oriundas de sementes de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	26
Tabela 4. Percentagens médias do grau de umidade (GU) de sementes de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	29
Tabela 5. Médias da primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes, emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas, oriundas de sementes colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.	33

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	09
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DA PIMENTA-DE-CHEIRO	10
2.2 PROCESSOS DE MATURAÇÃO E SECAGEM DE SEMENTES	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	14
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO CULTIVO	15
3.3 CARACTERÍSTICAS ANALISADAS	18
3.3.1 Análise do fruto	18
3.3.2 Análise da qualidade das sementes	18
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÕES.....	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
APÊNDICE	43
ANEXO.....	44

RESUMO

O conhecimento do momento certo de colheita da semente, associado ao método de secagem, durante o processo de desenvolvimento, é importante para a qualidade e consequente produtividade no campo. Nesse contexto, objetivou-se analisar alterações físicas e fisiológicas durante a maturação em sementes de pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.), associado ao método de secagem mais adequado, visando à qualidade fisiológica. Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliados os métodos de secagem: sem secagem; secagem a temperatura ambiente por 72 h; secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e 24h, S1, S2, S3 e S4, respectivamente e nas subparcelas, os períodos de maturação, 25, 35, 45, 55, 65 e 75 dias após a antese (DAA). Os frutos foram analisados quanto a coloração, massa fresca e tamanho. A qualidade física e fisiológica das sementes foi avaliada por meio de determinação do grau de umidade, massa seca, peso de mil sementes, tamanho da semente, teste de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, teste de emergência e índice de velocidade de emergência. Os dados foram submetidos à análise de variância, através do programa estatístico SISVAR, realizando-se estudo de regressão para o efeito quantitativo e teste de Tukey a 5% para comparação das médias. As sementes de pimenta-de-cheiro, para as condições deste trabalho, podem ser colhidas entre 50 e 60 DAA, quando os frutos estão completamente maduros e com a coloração laranja claro. Os métodos de secagem empregados não interferiram na qualidade fisiológica pós-colheita das sementes, podendo ser conduzido de forma natural à temperatura ambiente de aproximadamente 25 ± 5 °C por 72 h ou de forma artificial na temperatura de 35 °C por 12 ou 24 horas.

Palavras-chave: Qualidade, germinação, vigor.

ABSTRACT

The knowledge of the right moment of seed harvest, associated with the drying method during the development process, it is important for the quality and consequent productivity in the field. In this context, the objective was to analyze physical and physiological changes during maturation in seeds of pepper-smell (*Capsicum baccatum* L.), associated to the most appropriate drying method, aiming the physiological quality. A completely randomized design was used, in a subdivided plots scheme, with four replications. In the plots were evaluated the drying methods: without drying; drying at room temperature for 72 h; drying in a forced ventilation oven at 35 ° C for 12 and 24h, S1, S2, S3 and S4, respectively, and maturation periods 25, 35, 45, 55, 65 and 75 days after anthesis (DAA). The fruits were analyzed for color, fresh mass and size. The physical and physiological quality of the seeds was evaluated by determining the moisture content, dry mass, weight of one thousand seeds, seed size, germination test, first count and germination speed index, emergency test and speed index of emergency. The data were submitted to analysis of variance, using the statistical program SISVAR, and a regression study was carried out for the quantitative effect and the Tukey test at 5% for comparison of the means. The seeds of pepper-smell, for the conditions of this work, can be harvested between 50 and 60 DAA, when the fruits are completely ripe and orange coloring. The drying methods employed did not interfere in the post-harvest physiological quality of the seeds and could be conducted naturally at the ambient temperature of approximately 25 ± 5 °C for 72 h or artificially at a temperature of 35 °C for 12 or 24 hours.

Key words: Quality, germination, vigor.

1 INTRODUÇÃO

A pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.) é originária da América e extremamente apreciada nesse continente. Como as demais espécies de pimenta, a oferta de sementes de qualidade de pimenta-de-cheiro é limitada, sobretudo pelo desconhecimento do melhor estágio de colheita dos frutos para produção de sementes e a utilização de métodos de secagem adequados, que visem aumentar o potencial de armazenamento e o estabelecimento de plantas no campo (QUEIROZ et al., 2011).

O cultivo de pimentas tem passado por grandes transformações e assumido grande importância no país. Essas transformações visam atender às demandas internas e externas do mercado consumidor. Como resultado disto, tem sido observado aumento na área plantada o que conseqüentemente, exige maior busca por sementes vigorosas (CAIXETA et al., 2014).

A produção de pimenta-de-cheiro é bastante disseminada na mesorregião do sertão paraibano, sendo tradicionalmente realizada por pequenos produtores. Um dos fatores de incentivo está relacionado às condições climáticas, pois são exigentes em temperaturas mais elevadas, garantindo assim, um grande potencial produtivo no seu cultivo. Além disso, possui grande aceitação no mercado local, promovendo assim, perspectivas positivas relativas ao abastecimento interno, geração de empregos e contribuição como fonte de renda no âmbito da agricultura familiar. Entretanto, o cultivo é feito com baixo nível tecnológico, e carecendo de informações, principalmente relacionado às especificidades da cultura.

A obtenção de um bom produto olerícola depende, dentre outros fatores, de um estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo. Assim, o sucesso está condicionado à utilização de ótimas sementes, que pode ser garantido pela colheita das mesmas próximo à maturidade fisiológica. No entanto, este pré-requisito varia de acordo com a espécie e, até mesmo, dentro da mesma espécie, e geralmente é de difícil detecção.

Em espécies de crescimento indeterminado como a pimenta-de-cheiro, onde há florescimento e frutificação concomitantemente, ocorre uma completa desuniformidade no desenvolvimento de frutos e sementes. Assim, em uma mesma planta, são encontrados frutos em diversos estágios de maturação. Essa característica dificulta a determinação da época de colheita dos frutos e, conseqüentemente, o momento de maturidade fisiológica das sementes, para obtenção das mesmas com alto vigor (VIDIGAL et al., 2009).

A aquisição de lotes de sementes com elevado potencial fisiológico depende da identificação precisa do momento certo da colheita, o qual corresponde frequentemente à época em que a maturidade fisiológica da semente é atingida, coincidindo também com o

máximo acúmulo de massa seca, elevado vigor e alta germinabilidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Além do estágio de colheita adequado, a secagem das sementes é muito importante no controle de qualidade, principalmente considerando o fato de que quando as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica, as mesmas se encontram com elevado teor de água, podendo rapidamente degradar suas reservas acumuladas, por consequência de intensa atividade respiratória. No entanto, a secagem de sementes com elevado teor de água deve ser adotada de forma cuidadosa, para evitar danos, pois a secagem das mesmas a altas temperaturas afetam processos metabólicos importantes na qualidade, tais como a desnaturação de proteínas, alteração nas atividades enzimáticas necessárias ao processo germinativo e até mesmo danos mais severos nas estruturas celulares, que podem resultar em atraso ou bloqueio na germinação (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

A capacidade de se armazenar sementes depende não só do estágio de maturação, mas, também, do teor de água da semente durante o armazenamento (AMARO, 2017). Portanto, estudos mais aprofundados sobre os aspectos fisiológicos relacionados com o desenvolvimento, maturação e germinação das sementes de pimenta-de-cheiro, são imprescindíveis, principalmente, no que diz respeito ao planejamento e definição da época ideal de colheita para minimizar os efeitos da deterioração das sementes provocados pela permanência prolongada dos frutos no campo (JUSTINO et al., 2015).

Desse modo, objetivou-se analisar alterações físicas e fisiológicas durante a maturação em sementes de pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.), associado ao método de secagem mais adequado, visando à qualidade fisiológica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DA PIMENTA-DE-CHEIRO

A pimenta pertencente à família Solanaceae é uma importante hortaliça, símbolo da culinária mundial, que vem ganhando destaque, como alimento funcional, pelo alto valor nutricional apresentado nos seus frutos, que são ricos em vitaminas A, C e E, carotenos, minerais fundamentais e substâncias antioxidantes (CONFORTI et al., 2007).

Atualmente, as pimentas fazem parte de uma importante parcela do mercado nacional de hortaliças frescas, e mundialmente falando, do segmento de condimentos, temperos e conservas (DUTRA et al., 2010). Por isso, a procura tanto no mercado interno como no externo vem crescendo e seu cultivo vem aumentando no Brasil, especialmente pela

agricultura familiar, tornando-se uma atividade bastante rentável, inclusive para pequenas indústrias de conservas (FILGUEIRA, 2008).

A produtividade média depende do tipo de pimenta cultivada e a crescente demanda do mercado tem impulsionado o aumento da área cultivada, assim como o estabelecimento de agroindústrias em diferentes regiões do país, que produzem uma grande quantidade de produtos como conservas, molhos, páprica e pastas, havendo comercialização diretamente entre o produtor e o varejista (OHARA; PINTO, 2012; REIFSCHNEIDER; RIBEIRO, 2008).

As pimentas são produzidas em todos os Estados brasileiros, sendo os maiores produtores, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (SANTOS, 2013). No entanto, a produção em grande escala tem sido limitada pela baixa oferta de sementes de qualidade, fato que está relacionado às deficiências nas técnicas de produção, como colheitas inadequadas (QUEIROZ, 2009).

No Brasil, a área cultivada anualmente com pimentas é de aproximadamente, cinco mil hectares e produção em torno de 75 mil toneladas/ano (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015). E apesar da sua importância, dados referentes à produção e comercialização de pimenta hortícola no Brasil são insuficientes e a pouca informação disponível não reflete a realidade econômica dessa hortaliça, visto que grande parte da produção é comercializada em mercados regionais e locais que não fazem parte das estatísticas (DOMENICO et al., 2012).

A pimenta é uma planta arbustiva, atingindo 120 cm de altura, com ampla formação de ramificações laterais. Normalmente é autopolinizada, todavia a polinização cruzada pode ocorrer quando duas cultivares são plantadas próximas (FILGUEIRA, 2008). Têm ciclo de vida perene ou anual, em função da região de cultivo. O formato e tamanho dos frutos, seu principal produto, variam entre as espécies, podendo ser alongados ou arredondados. Apresentam-se vermelhos ou amarelos quando maduros, podendo ser alaranjados e cremes. Possui sementes reniformes, aplanadas, claras, pequenas e em grande número (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008; FILGUEIRA, 2008).

Fatores climáticos influenciam de forma significativa o desenvolvimento das plantas de pimenta, bem como a frutificação de plantas, qualidade dos frutos (teores de açúcar, vitamina C e a intensidade da cor) e a capacidade germinativa de suas sementes. Essa cultura desenvolve-se melhor em clima tropical, devendo ser cultivadas nos meses com temperaturas altas, apresentando inibição na germinação e alteração na pungência, quando exposta à temperaturas abaixo de 15 °C. A faixa de temperatura diurna considerada mais favorável para o cultivo das pimentas é de 20 a 30 °C (PINTO, 2006).

2.2 PROCESSOS DE MATURAÇÃO E SECAGEM DE SEMENTES

O desenvolvimento das sementes é caracterizado por uma série de alterações físicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, que ocorrem a partir da fecundação do óvulo e continuam até atingir a maturidade fisiológica (VIDIGAL et al., 2006; BERGER et al., 2008; HEHENBERGER; KRADOLFER; KOHLER, 2012). A maturação de sementes de angiospermas é um processo complexo que consiste no crescimento e no desenvolvimento coordenado do tegumento, do endosperma e do embrião (KESAVAN et al., 2013).

O processo de maturação da maioria das sementes pode ser dividido em três fases. A primeira é caracterizada pelo crescimento inicial do embrião, com intensas divisões celulares e histodiferenciação dos principais tecidos. Na fase intermediária, ocorre grande acúmulo de reservas, com a síntese de compostos como amido, proteínas e lipídeos. A fase final, culmina com a paralisação na translocação dos fotossintetizantes e desidratação das sementes (CARVALHO; NAKAGAMA, 2012). Nesse momento, a semente deve ser colhida, para evitar rápido processo de deterioração no campo. Pois, a atividade respiratória nessa fase é elevada, aumentando a metabolização de substâncias de reservas, e conseqüentemente, liberação de grande quantidade de energia, que poderia ser utilizada para suprir o eixo embrionário (BEWLEY et al., 2013).

Em geral, o desenvolvimento do fruto e da semente ocorre simultaneamente e de forma sincronizada (CARVALHO; NAKAGAMA, 2012), cujo acompanhamento é feito com base nas modificações que ocorrem em algumas características físicas e fisiológicas, como tamanho, teor de água, conteúdo de massa seca acumulada, germinação e vigor da semente (DIAS, 2001). Aliado a isto, características morfológicas externas do fruto como coloração, perda de turgidez e escurecimento do pedúnculo, podem também ser empregadas para identificação da maturidade.

As fases de desenvolvimento dos frutos são caracterizadas por alterações, tanto na estrutura como na fisiologia e na bioquímica das células, que culminam com a maturação, o amadurecimento e, finalmente, a senescência. O amadurecimento constitui a fase final da maturação, que é caracterizada pelo amolecimento da polpa e o desenvolvimento do aroma e do sabor dos frutos (PINO et al., 2006).

Em hortaliças de frutos carnosos, como a pimenta-de-cheiro, a maturidade das sementes geralmente coincide com o início da mudança de coloração dos frutos, ou seja, frutos verdes com manchas avermelhadas. É importante destacar que nem sempre há necessidade de esperar pelo fim desta etapa para a extração das sementes. Muitas vezes,

sementes provenientes de frutos ainda em maturação, já atingiram a maturidade fisiológica (DIAS, 2001).

Um fator associado à qualidade das sementes produzidas é o sistema de produção adotado, incluindo além do momento da colheita, o método de secagem empregado. Quando há falhas nas técnicas utilizadas, os resultados negativos são expressos, sobretudo, pela baixa germinação e redução do vigor das sementes (QUEIROZ, 2009).

Segundo Nascimento e Freitas (2006), em espécies cujas sementes estão contidas em frutos carnosos, os valores máximos de germinação, vigor e acúmulo de massa seca ocorrem quando as sementes atingem a maturidade fisiológica. A partir desse ponto, estas características, geralmente, declinam. Contudo, há controvérsias quanto à ocorrência da qualidade máxima das sementes durante o seu desenvolvimento, podendo não coincidir com o conteúdo máximo de massa seca.

Vidigal et al. (2011), analisando a maturação de sementes de pimenta, variedade Amarela comprida, observaram que a maturidade fisiológica ocorreu aos 75 DAA, quando os frutos estavam com a coloração vermelha e possuíam teor de água entorno de 47%.

É importante salientar que, no ponto de maturidade fisiológica, as sementes da maioria das espécies encontram-se com elevado teor de água. Assim, é importante o conhecimento dos mecanismos de tolerância à dessecação e o momento da aquisição da mesma pelas sementes, para a adoção de um adequado método de secagem, uma vez que esta prática realizada em sementes com elevado teor de água, à altas temperaturas, pode causar danos irreparáveis às mesmas (MARCOS FILHO, 2015).

Quando as sementes são colhidas com alta umidade, a adoção de métodos de secagem pós-colheita, garantem seu potencial para o armazenamento. Pois, condições iniciais inadequadas de armazenagem podem interferir diretamente na qualidade fisiológica, causando alterações metabólicas degenerativas, como retardo na germinação, redução no crescimento de plântulas, lixiviação de soluto, alterações enzimáticas e perda de compartimentação celular, promovendo a completa deterioração das sementes e, conseqüentemente, gerando problemas na produtividade das culturas (SILVA et al., 2011).

Segundo Nascimento, Dias e Freitas (2006), para sementes de algumas espécies de pimenta, a colheita ocorre, aproximadamente, aos 60 dias após a antese, ou quando mais de 80% dos frutos estiverem apresentando mudança na coloração. Vidigal et. al. (2009) verificaram que o ponto de maturidade fisiológica de sementes de pimenta (*C. annuum* L.) ocorreu a partir dos 60 dias após a antese. Nesse estágio de maturação, foram observados

valores máximos de vigor, germinação das sementes e atividade de enzimas. Do mesmo modo, Santos et al. (2015) observaram que o ponto de maturidade fisiológica das sementes de pimenta (*C. chinense* J.), ocorreu aos 70 dias após a antese, quando os frutos estavam completamente maduros.

Abud et al. (2013), observaram a qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta (*C. frutescens* L.) e biquinho (*C. chinense* J.) durante a ontogênese e concluíram que as sementes extraídas de frutos apresentaram maior acúmulo de massa seca quando colhidos aos 80 e 70 dias após a antese, respectivamente. Porém, para Lima e Smiderle (2014), as sementes de pimenta malagueta (*C. frutescens* L.) que apresentaram a melhor qualidade fisiológica foram obtidas de frutos aos 60 dias após a antese.

Estudos relacionados à maturação e colheita das sementes são importantes, uma vez que estas alcançam sua qualidade máxima no campo. Tais conhecimentos são imprescindíveis, principalmente, no que se refere ao planejamento e definição da época ideal de colheita para minimizar os efeitos da deterioração das sementes provocados pela permanência prolongada no campo, além de aumentar a produtividade das sementes, visto que a colheita precoce poderá acarretar grande proporção de sementes imaturas (VIDIGAL et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. O fator alocado às parcelas foi constituído pelos métodos de secagem: sem secagem, secagem a temperatura ambiente de 25 ± 5 °C por 72 h; secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e 24h (S1, S2, S3 e S4, respectivamente) e nas subparcelas, os estádios de maturação [25, 35, 45, 55, 65 e 75 dias após a antese (DAA)] (Figura 1).



Figura 1. Aspecto visual das fases fenológicas de desenvolvimento dos frutos de pimenta-de-cheiro, aos 25, 35, 45, 55, 65 e 75 DAA. UFCG, POMBAL-PB, 2017.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO CULTIVO

O cultivo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, situada na cidade de São Domingos-PB, localizada a oeste da Paraíba, com coordenadas $06^{\circ} 48' 41.7''$ S de latitude e $37^{\circ} 56' 13,8''$ W de longitude, a 190 m de altitude. De acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO; SONCIN, 1982), o clima é do tipo BSh, representando clima semiárido quente e seco, com temperatura média anual de 28°C . A precipitação média é de aproximadamente 600 mm ano^{-1} , com maior incidência entre os meses de janeiro a março (INMET, 2017).

Para a produção de mudas, foram utilizadas sementes de pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.) variedade Do Norte, adquiridas comercialmente. A semeadura foi realizada em copos descartáveis com capacidade para 200 ml, devidamente perfurados, contendo substrato comercial Basaplant® para a formação das mudas, utilizando-se três sementes por copo, semeadas a 1 cm de profundidade. O desbaste foi realizado assim que as mudas apresentaram as folhas cotiledonares. As mesmas permaneceram em casa de vegetação com dimensões de $24 \times 10 \times 3,5 \times 4,5$ m (comprimento, largura, pé direito e altura central, respectivamente) e cobertura em filme difusor 120 micras de espessura com aditivos anti-UV. As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia, sendo posteriormente transplantadas para a área experimental, quando apresentaram quatro folhas definitivas, o que ocorreu aos 30 dias após a semeadura.

O preparo do solo constou de uma gradagem, na profundidade de 20 cm e formação de leiras com 20 cm de altura, distanciadas a 1,2 m entre elas, cada uma contendo nove covas, com dimensões de $0,10 \times 0,10 \times 0,10$ m. As correções químicas foram realizadas antes e após o transplante, tomando-se como base as recomendações do Estado de Pernambuco (IPA, 2008), para a cultura do pimentão e os resultados da análise química do solo (Tabela 1). Utilizou-se como fontes, a uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, aplicando no

plântio, o equivalente a 30 kg/ha de N e 40 kg/ha de P₂O₅. Para satisfazer as exigências da cultura, foram realizadas três aplicações fracionadas de cobertura, cada uma correspondendo a 30 kg/ha de N e 13 kg/ha de K₂O, aos 25, 45 e 60 dias após o transplântio das mudas.

Tabela 1. Resultados concernentes à análise química do solo. UFCG POMBAL-PB, 2017.

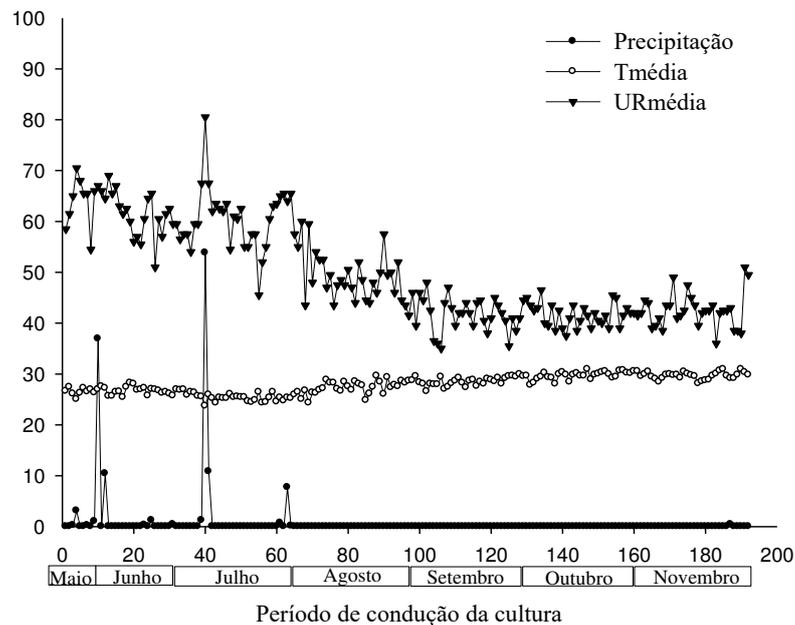
pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²
Água (1:2,5)	----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----			
6,1	104,55	-	206,14	0,06	1,2	0,00	0,71
Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.	Areia	Silte	Argila	Classe
----- cmol _c dm ⁻³ -----			----- g kg ⁻¹ -----				Textural
0,84	2,14	3,34	3,23	715	213	71	Franco Arenosa

SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; M.O. Matéria Orgânica.

O campo de produção das sementes foi composto por uma área de 43,2 m², contendo 10 fileiras, cada uma com nove plantas, dispostas em um espaçamento de 1,2 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, totalizando 90 plantas (APÊNDICE). Toda a área permaneceu fechada por uma tela de sombreamento na porcentagem de 50%, tecida com monofilamento e aditivos anti-UV, com o objetivo de proteger a área contra a incidência direta da radiação solar na cultura e a entrada de animais. Para sustentação da tela foram utilizadas estacas de 2,5 m de altura, espaçadas a 2 m de comprimento e enterrou-se a base a uma profundidade 50 cm. As telas laterais foram erguidas durante o dia, possibilitando que temperaturas elevadas fossem amenizadas.

Os dados climáticos diários de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação durante a condução da cultura, estão apresentados na Figura 2. A temperatura média situou-se em torno de 30 °C e o período de maior precipitação ocorreu entre os meses de maio a julho. De agosto a novembro não foi registrado chuvas na região.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, com vazão de 1,6 L h⁻¹ e frequência de rega diária. Sendo necessária mais de uma aplicação de água por dia, nos intervalos das 8 às 8:30 e das 15 às 15:30 horas. As capinas manuais, foram realizadas com o auxílio de uma enxada e conforme a necessidade da cultura. O trato fitossanitário ocorreu por intermédio de pulverização com o inseticida sistêmico Lannate® BR (Metomil), aplicado na dosagem de 25,5 g 100 L⁻¹, através de pulverizador costal manual com capacidade de 20 litros e bico tipo leque sem impacto, para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).



Fonte: INMET

Figura 2. Valores referentes à temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação total (mm) diária, durante a condução da cultura, no período de maio a novembro de 2017. UFCG. POMBAL-PB, 2017.

Durante a fase de florescimento, as flores foram marcadas diariamente com fios de lã de diferentes cores, na base do pecíolo, após a abertura da flor. As colheitas dos frutos foram realizadas na área útil, conforme os estádios de maturação pré-estabelecidos, ou seja, 25, 35, 45, 55, 65 e 75 DAA.

Depois de colhidos manualmente, os frutos foram levados ao Laboratório de Análise de Sementes e Mudas da UFCG, onde determinou-se o peso, tamanho e coloração dos mesmos e logo em seguida permaneceram em repouso por três dias, visando uniformizar a maturação das sementes. Os frutos foram abertos com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15, e as sementes extraídas manualmente, lavadas em água corrente sob peneira e desinfestadas com solução a 2% de hipoclorito de sódio por cinco minutos, para eliminação de contaminantes e permaneceram por 30 minutos sobre uma folha de papel germitest para eliminar o excesso de água.

Após a extração e antes do processo de secagem, parte das sementes foram submetidas a avaliação da sua qualidade física e fisiológica inicial, as demais, foram submetidas aos diferentes métodos de secagem: sem secagem, secagem a temperatura ambiente de 25 ± 5 °C por 72h; secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e

24h (S1, S2, S3 e S4, respectivamente). Após esse procedimento, a qualidade das sementes foi novamente avaliada.

3.3 CARACTERÍSTICAS ANALISADAS

3.3.1 Análise do fruto

- *Massa fresca e tamanho médio dos frutos*: foram pesadas quatro repetições de 10 frutos, utilizando-se balança analítica de precisão (0,001 g). Em seguida, com auxílio de um paquímetro digital, foi determinado o comprimento e largura do fruto (mm), sendo os resultados expressos para cada variável em valores médios por fruto.

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

Para cálculo do Croma foi utilizada a fórmula matemática (1) e, para se calcular o ângulo Hue utiliza-se a fórmula (2), conforme Minolta (1994).

$$(1) C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$(2) h^{\circ} = \arctang(b^*/a^*)$$

3.3.2 Análise da qualidade das sementes

- *Determinação do grau de umidade*: utilizou-se quatro repetições de 1g, que foram pesadas utilizando-se balança analítica de precisão (0,001 g) e acondicionadas em recipientes

metálicos que permaneceram em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem média (BRASIL, 2009).

- *Peso de 1000 sementes*: realizado através de quatro repetições, cada uma contendo oito subamostras de 100 sementes, que foram pesadas utilizando-se balança analítica de precisão (0,001 g) e os valores expressos em gramas, conforme Brasil (2009). Essa determinação foi realizada apenas nas sementes do método de secagem S1 (testemunha).

- *Tamanho da semente*: utilizou-se quatro repetições de 10 sementes e com auxílio de um paquímetro digital (ZAAS Precision 6”), foi determinado o comprimento (referenciado pela micrúpila), a largura e espessura da semente, sendo os resultados expressos em mm semente⁻¹. Essa dimensão foi realizada apenas nas sementes do método de secagem S1 (testemunha).

- *Massa seca das sementes*: determinada juntamente com o grau de umidade das sementes, consistindo do peso médio final das quatro repetições de 1g de sementes após secagem a 105 ± 3 °C por 24 horas, sendo os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009).

- *Teste de germinação*: realizado conforme BRASIL (2009), utilizando-se 50 sementes por repetição, distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com solução de nitrato de potássio (KNO₃) 0,2%, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, Utilizou-se caixas plásticas gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), mantidas em câmara de germinação do tipo BOD (Eletrolab® 202E) sob temperatura alternada de 20-30 °C com fotoperíodo de 8 horas de luz, utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). As avaliações foram realizadas do sétimo ao décimo quarto dia após a semeadura, contando e retirando diariamente do substrato as plântulas normais de cada repetição. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

- *Primeira contagem de germinação (PCG)*: foi realizado juntamente com o teste de germinação. Os valores da primeira contagem de germinação foram adquiridos determinando-se o percentual de plântulas normais no sétimo dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (%).

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

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$$

Onde:

G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda, terceira e última contagem.

- *Teste de emergência de plântulas*: a sementeira foi realizada em bandejas de isopor com 200 células, contendo substrato comercial Basaplant®. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, semeadas a 2 cm de profundidade. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e as irrigações realizadas duas vezes ao dia. Realizou-se contagens diárias do número de plântulas emergidas, até o trigésimo dia após a sementeira e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Índice de Velocidade de Emergência (IVE): foi determinado juntamente com o teste de emergência de plântulas, por meio do somatório de contagens diárias do número de plântulas normais, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a emergência, de acordo com a equação proposta por Maguire (1962).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Realizou-se estudo de regressão para o efeito quantitativo e teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para as variáveis, massa fresca, comprimento, largura, luminosidade, croma e ângulo hue do fruto, grau de umidade, massa seca, peso de mil sementes, comprimento, largura e espessura das sementes de pimenta-de-cheiro colhidas em diferentes estádios de maturação estão apresentados na Tabela 2. Constatou-se que houve efeito significativo para todas as variáveis avaliadas, em função do tratamento empregado.

Tabela 2. Análise de variância para as variáveis, massa fresca (MF), comprimento e largura (CF e LF, respectivamente), luminosidade (L*), cromatidade (C*) e ângulo hue (°h*) dos frutos, grau de umidade (GU%), massa seca da semente (MS), peso de mil de sementes (PMS), comprimento, largura e espessura de sementes (C, L e E, respectivamente) de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG, POMBAL-PB, 2017.

FV	GL	Quadrado Médio											
		MF (g)	CF (mm)	LF (mm)	L*	C*	°h*	GU (%)	PMS (g)	MS (g)	C (mm)	L (mm)	E (mm)
Estádio	5	0.1123**	47.64**	8.263**	84.21**	290.98**	384.82**	357.88**	0.0534**	0.0605**	0.2581**	0.0207*	0.0228**
Resíduo	18	0.0033	1.3923	0.7046	0.9048	2.4195	0.6372	0.0390	0.00005	0.00008	0.0091	0.0042	0.0009
Total	23												
CV(%)		0,60	1,84	3,22	1,45	4,6	0,91	0,56	1,35	1,56	2,22	1,96	3,99
Média		9,64	64,1	26,0	65,4	33,8	87,8	35,15	0,54	0,58	4,30	3,33	0,76

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS - Não significativo. CV - Coeficiente de variação.

Para a variável massa fresca do fruto, observou-se comportamento linear decrescente, caracterizado por uma redução de 5,7% até os 75 DAA, quando comparado à massa fresca inicial dos frutos, na medida em que aumentou os estádios de maturação, atingindo valores mínimos estimados de 9,6 g (Figura 3A). De acordo com Cabral et al. (2010), durante a mudança de estágio de maturação das pimentas, ocorre perda da massa devido à diminuição do teor de água, promovido pelo processo de transpiração. Carvalho et al. (2014) estudando a caracterização de genótipos de pimentas (*Capsicum* spp.) durante a maturação, observaram que o massa fresca dos frutos variou, de 0,40 a 12,10 g, em função do genótipo estudado.

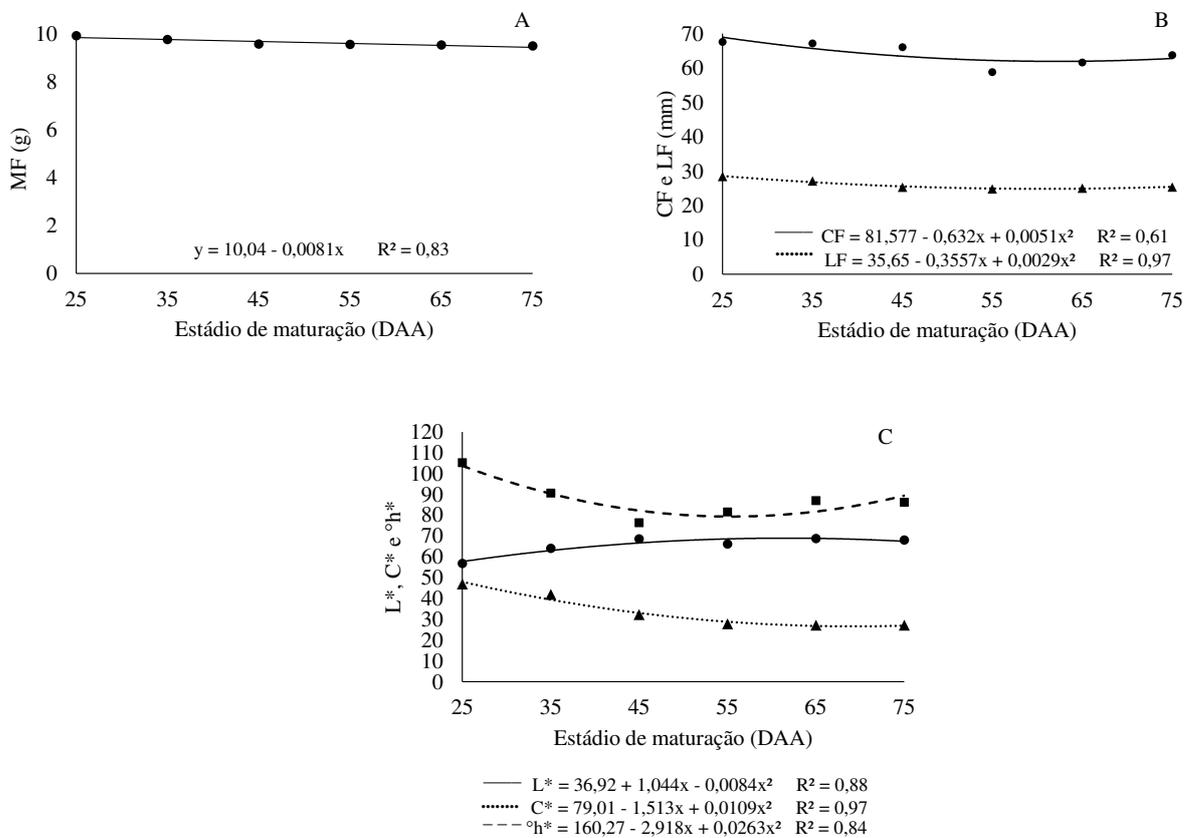


Figura 3. Massa fresca (A), comprimento e largura (B), luminosidade, Croma e ângulo Hue (C) de frutos de pimenta-de-cheiro, colhidos em diferentes estádios de maturação. UFCG. POMBAL-PB, 2017.

Na Figura 3B, são apresentadas as modificações ocorridas no comprimento e largura dos frutos de pimenta-de-cheiro. Notou-se que houve tendência à redução gradativa em ambas as variáveis, atingindo valores mínimos estimados aos 62 DAA, valores esses de 62 mm e 25 mm, respectivamente. Isso pode ser atribuído ao fato de ter ocorrido perda no teor de água dos frutos durante a maturação, como já comprovado pela diminuição na massa fresca do fruto (figura 3A). Além disso, a pimenta-de-cheiro é uma espécie de crescimento indeterminado,

onde o tamanho dos frutos tende a diminuir com o aumento da ordem de frutificação na planta (DIAS et al., 2006). Esses resultados corroboram com Justino et al. (2015), que determinando a maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum*), observaram uma tendência à diminuição no comprimento dos frutos, após os 57 DAA.

Os valores referentes à luminosidade apresentaram uma tendência de aumento durante o desenvolvimento, para frutos colhidos até 62 DAA, com acréscimo de 16,7%, quando comparados aos valores para frutos colhidos aos 25 DAA (Figura 3C). O valor máximo obtido foi de 69,36, numa escala que o máximo corresponde a 100. Esses valores demonstram que, os frutos maduros possuíam maior brilho em relação aos frutos imaturos. A luminosidade representa o brilho, claridade ou reflectância da superfície ou ainda quantidade de preto e é diretamente influenciada pela mudança de cor dos frutos.

Neste estudo, o valor do croma foi maior aos 25 DAA, quando os frutos estavam com coloração verde e decresceu gradualmente até os 70 DAA, atingindo índice de 26,0 (Figura 3C) e cor levemente alaranjada (Figura 1). A cromaticidade expressa à intensidade da cor, ou seja, a saturação dos pigmentos. As cores neutras são representadas por valores próximos de zero e as cores intensas têm valores próximos de 60 (MENDONÇA et al., 2003).

O ângulo Hue expressou de modo significativo as diferenças na coloração do fruto, permitindo uma visualização precisa na mudança de tonalidade na cor. Os valores máximos de 103,7° foram registrados aos 25 DAA (Figura 3C) e diminuíram significativamente, atingindo o nível mínimo de 79,3° aos 55 DAA, ocorrendo uma leve alteração até 75 DAA. Esta queda no valor da tonalidade, indicada que a cor verde diminuiu lentamente com a maturidade, com acentuação para o laranja-claro. Rahman et al. (2014), estudando mudanças físico-químicas em *Capsicum annum* L. durante o desenvolvimento, também registraram aumento gradativo na luminosidade e redução no ângulo hue com o progresso de amadurecimento dos frutos.

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

As dimensões e coloração dos frutos, por terem sofrido mudanças perceptíveis nas diferentes épocas de desenvolvimento, foram variáveis eficientes para a identificação do ponto ideal de colheita, principalmente se usados conjuntamente.

Nos resultados concernentes a massa seca das sementes, observou-se uma tendência quadrática ao longo da maturação dos frutos, com ponto de máximo rendimento aos 49 DAA, com 0,69 g de massa seca (Figura 4B), sendo este fato coincidente com o período de acentuada redução do grau de umidade das sementes (Figura 4A), sendo um provável indicativo da maturidade fisiológica. Esse comportamento indica que a ligação entre a semente e a planta mãe foi interrompida, cessando a translocação de assimilados ou reduzindo a um nível menos perceptível (MARCOS FILHO, 2015).

Durante a fase de acúmulo de reservas, ou seja, à medida que as sementes amadurecem fisiologicamente, o teor de água mantém-se alto, decrescendo lentamente à medida que a água vai sendo substituída pelas reservas sintetizadas (MARCOS FILHO, 2015).

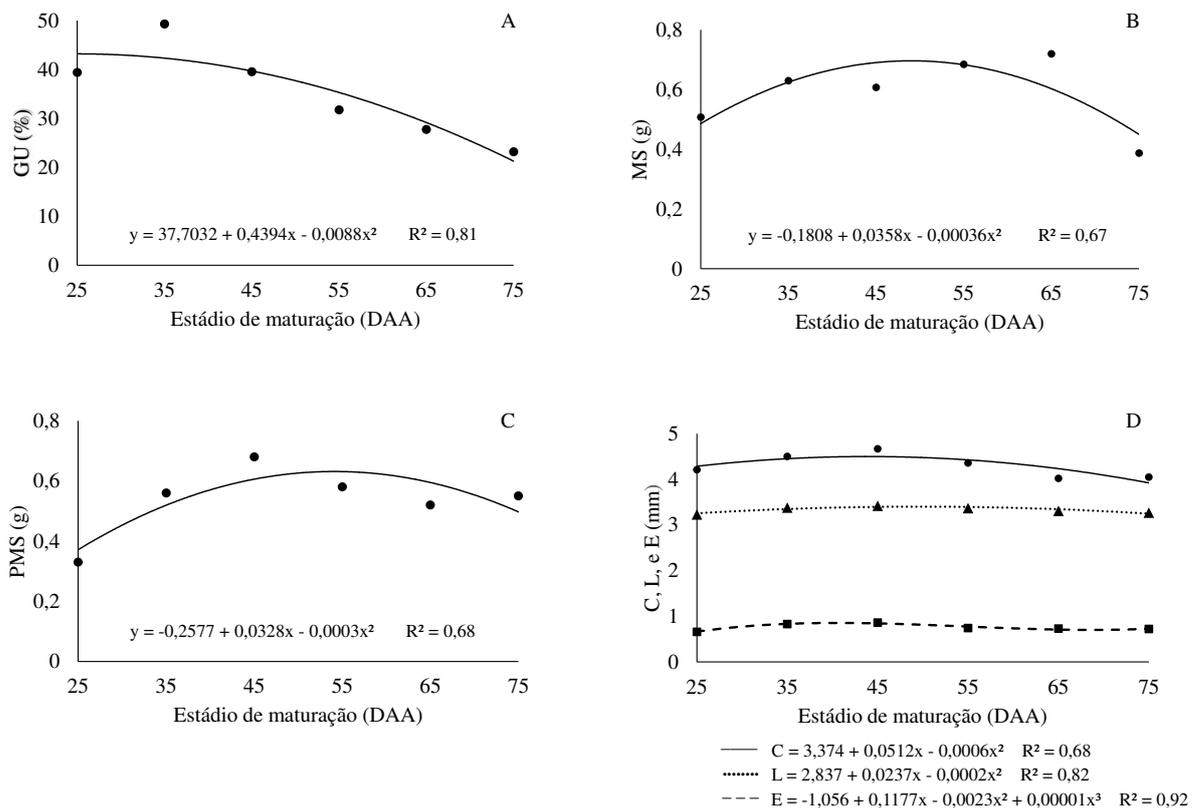


Figura 4. Grau de umidade (A), massa seca (B), peso de mil de sementes (C) e comprimento, largura e espessura (D) de sementes de pimenta-de-cheiro colhidas em diferentes estádios de maturação. UFCG. POMBAL-PB, 2017.

No peso de mil sementes, ocorreu um aumento, com máximo de 0,64g aos 55 DAA (Figura 4C), momento próximo ao máximo acúmulo de reservas (Figura 4B). O peso de sementes é uma medida de qualidade utilizada para diversas finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de diferentes lotes, bem como para determinação do rendimento de

cultivos (BRASIL, 2009). Nesse sentido, Carvalho e Nakagawa (2012) salientam que sementes maiores possuem maior quantidade de reserva e são, conseqüentemente, mais vigorosas.

De acordo com a Figura 4D, observou-se que o comprimento e a largura das sementes aumentaram gradativamente ao longo do processo de maturação, com valor máximo estimado de 4,46 e 3,53 mm, respectivamente, aos 43 e 59 DAA, ambas com comportamento quadrático. Já com relação à espessura das sementes, diferente do comprimento e da largura, apresentou uma tendência cúbica, com valores máximos estimados de 0,85 mm, verificados aos 40 DAA e o valor mínimo de 0,7 aos 68 DAA, próximos a época em que as dimensões dos frutos também atingiram os valores mínimos (Figura 3B). Esse comportamento pode ser explicado pela perda de água, decorrente do processo natural de secagem após a maturação fisiológica da semente, uma vez que as mesmas já haviam reduzido o seu teor de água para níveis abaixo de 27% (Figura 4A), e segundo Carvalho e Nakagawa (2012), em plantas com crescimento indeterminado as sementes não se formam todas ao mesmo tempo, de maneira que as últimas a se formarem são normalmente menores ou de menor densidade.

O resumo da análise de variância dos dados, obtidos nos testes para avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes de pimenta-de-cheiro, nos diferentes estádios de maturação e métodos de secagem estão apresentados na Tabela 3. Houve interação significativa para todas as características estudadas, com exceção do teste de germinação, que houve significância apenas para o fator isolado estádio de maturação.

O grau de umidade das sementes de pimenta que não foram submetidas à secagem (S1 - testemunha) apresentava-se por volta dos 43% de umidade aos 25 DAA, a partir de quando observou-se redução progressiva ao longo dos demais estádios de maturação, atingindo valores em torno de 21% aos 75 DAA (Figura 5A). A redução no conteúdo de água das sementes foi acentuada a partir dos 45 DAA, coincidindo com o estádio de maturação em que as mesmas atingiram a máxima de massa seca e comprimento das sementes (Figura 4B e 4D, respectivamente).

Durante o desenvolvimento das sementes, o alto teor de água é essencial, tanto para a expansão celular, quanto para a translocação de metabólitos da planta para as sementes, além de ser fundamental para o posterior acúmulo das reservas (BEWLEY et al., 2013), tais como amido (INGRAM et al., 2010), lipídeos (GRAHAM, 2008) e proteínas (WEBER et al., 2010).

Em espécies de frutos carnosos como a pimenta, as sementes normalmente não passam por uma acelerada desidratação, nem sofrem grandes oscilações no seu teor de água, devido à

Tabela 3. Análise de variância para as variáveis, grau de umidade (GU%), porcentagem de germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas oriundas de sementes de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.

FV	GL	Quadrado Médio					
		GU (%)	GER (%)	PCG (%)	IVG	EP (%)	IVE
Secagem	3	5097.2076**	12.1111 ^{NS}	562.7222**	0.2377*	80.4444**	0.0329**
Resíduo a	9	0.0103	10.0740	47.3518	0.0448	22.8148	0.0129
Estádio	5	112.5720**	22896.80**	18566.5666**	110.8477**	17812.0**	14.0738**
S*E	15	83.6010**	19.8444 ^{NS}	132.3222**	0.1430**	180.9777**	0.2101**
Resíduo b	63	0.0256	12.3703	35.1084	0.04818	43.3439	0.0316
Total	95						
CV a (%)		0,76	4,12	10,32	3,96	7,18	6,25
CV b (%)		1,2	4,57	8,8	4,11	9,9	9,78
Média		13,33	77	66,7	5,34	66,5	1,82

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; NS - Não significativo. CV - Coeficiente de variação.

umidade relativa no interior dos frutos (DEMIR et al., 2002). Segundo Vidigal et al. (2011), esse parâmetro pode não ser considerado bom indicador da maturidade fisiológica da semente, uma vez que pode ser afetado pelas condições ambientais e pelo genótipo. Porém, a sua quantificação é de extrema importância para compreensão do processo de maturação. Da mesma forma, Pereira et al. (2014) e Abud et al. (2013) também constataram que o avanço dos estádios de maturação promoveu redução no teor de água das sementes das pimentas dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* L.), malagueta (*Capsicum frutescens* L.) e biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.), respectivamente.

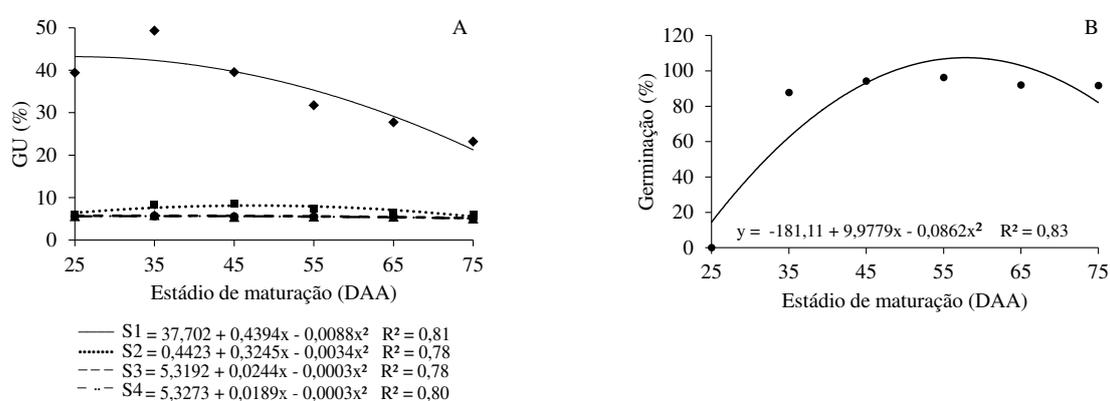


Figura 5. Grau de umidade (A) e germinação (B) de sementes de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFPG. POMBAL-PB, 2017. S1- sem secagem (testemunha); S2 - secagem a temperatura ambiente por 72 h; S3 e S4 - secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e 24h.

Independente do estágio de maturação, as sementes recém extraídas dos frutos (Tratamento S1) apresentaram elevado teor de água, havendo a necessidade de passar pelo processo de secagem, afim de evitar deterioração e formação de produtos que acarretem danos imediatos, conforme relatado por Marcos Filho (2015).

Quando as sementes foram submetidas aos métodos de secagem à temperatura ambiente e artificial a 35 °C reduziram significativamente seu teor de água (Figura 5A). As maiores taxas de secagem ocorreram 48 DAA nas sementes secas à temperatura ambiente (S2), aos 41 DAA nas sementes secas artificialmente em estufa com ventilação forçada sob temperatura de 35 °C por 12 horas (S3) e 31 DAA nas sementes secas artificialmente em estufa com ventilação forçada sob temperatura de 35 °C por 24 horas (S4), apresentando, 8, 6 e 6% de grau de umidade, respectivamente.

O percentual de germinação das sementes aumentou gradativamente até o ponto de máxima germinação, aos 58 DAA (100%), caracterizando um comportamento quadrático idêntico para todos os métodos de secagem, tendo em vista que não houve interação entre os

fatores estudados (Figura 5B). Esses valores de germinação apresentaram uma tendência semelhante aos resultados obtidos nas variáveis de primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) que avaliam o vigor das sementes de pimenta-de-cheiro nos diferentes estádios de maturação e métodos de secagem (Figura 6 A, B, C e D, respectivamente).

As sementes de pimenta-de-cheiro adquiriram elevado potencial germinativo aos 58 DAA, por já terem acumulado totalmente suas reservas. No entanto, esse resultado não coincidiu com o estágio em que ocorreu o desligamento fisiológico das sementes com a planta, representado pela rápida desidratação das sementes (Figura 4A) e o maior incremento de massa seca (Figura 4B), que ocorreu aos 45 e 49 DAA, respectivamente.

Estudos relacionados com maturidade fisiológica de sementes têm apresentado resultados contraditórios quanto à ocorrência da qualidade máxima da semente durante o desenvolvimento, uma vez que pode não coincidir com o conteúdo máximo de massa seca (PEREIRA et al., 2014). Em sementes de pimenta biquinho, Abud et al. (2013) verificaram que o maior acúmulo de massa seca foi alcançado aos 70 DAA, período este que antecede a qualidade máxima da semente que ocorreu aos 79 DAA. Em contra partida, porcentagens mais altas de germinação de sementes de pimenta malagueta, foram obtidas aos 71 DAA, antes do máximo acúmulo de massa seca, que sucedeu aos 80 DAA.

As sementes colhidas no estágio de 25 DAA, não germinaram (Figura 5B). Segundo Nascimento, Dias e Freitas (2006), frutos imaturos geralmente produzem sementes com baixo poder germinativo ou até inférteis. Além disso, de acordo com Abud et al. (2013), as sementes ainda estavam acumulando as reservas necessárias para o processo de germinação. O mesmo comportamento germinativo foi observado por Vidigal et al. (2011), em sementes de pimenta variedade Amarela comprida. Adiciona-se a isso também, a possibilidade de ocorrência de dormência das sementes, o que afeta diretamente seu real potencial de germinação e vigor. Contudo, a dormência pode durar períodos relativamente curtos e pode ser superada pelo armazenamento de sementes (SANTOS et al., 2015).

Após 58 DAA observou-se tendência de decréscimo no percentual de germinação das sementes de pimenta de cheiro (Figura 5B). Isso pode ser atribuído à degradação das reservas da semente, uma vez que, a permanência dos frutos na planta, após a maturidade fisiológica, aliado ao elevado teor de água em seus tecidos, intensificam o processo respiratório e o conseqüente gasto das reservas acumuladas nas sementes, afetando negativamente a sua

qualidade (MARCOS FILHO, 2015), sendo este comportamento observado também nos testes de vigor (Figura 6 A, B, C e D).

Portanto, considerando os resultados do teste de germinação (Figura 5B), o ponto ideal de colheita das sementes da pimenta-de-cheiro, para as condições deste trabalho, encontra-se entre 55 e 60 DAA, quando os frutos estavam com coloração laranja claro (Figura 1) e a germinação foi superior a 70%, porcentagem mínima para a comercialização de sementes deste gênero (*Capsicum*), concedida pela Instrução Normativa n° 9 do MAPA (BRASIL, 2005), com abertura da Portaria n° 111 (BRASIL, 2012).

Os resultados apresentados na Tabela 4 representam as alterações no teor de água das sementes, de acordo com o método de secagem empregado. Nota-se que no momento da secagem, as sementes apresentavam elevados teores de água (S1), superando 23% e, após serem submetidas aos diferentes métodos de secagem, chegaram a atingir valores inferiores a 8,5% na secagem a temperatura ambiente e 6%, na secagem artificial a 35 °C por 12 e 24h (S3 e S4). De acordo com Peske e Villela (2012), o método de estufa é amplamente utilizado por produtores de sementes de hortaliças, visando à redução da umidade para até 5 a 7%. Os métodos S3 e S4, não diferiram estatisticamente entre si, quando comparados à testemunha (S1), mostrando-se ainda, superiores a secagem em temperatura ambiente (S2).

Tabela 4. Percentagens médias do grau de umidade (GU) de sementes de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.

Estádio (DAA)	GU (%)				
	Métodos de secagem				
	S1	S2	S3	S4	Média
25	39,4 c	6,0 b	5,6 a	5,6 a	14,1
35	49,3 c	8,2 b	5,9 a	5,7 a	17,2
45	39,5 c	8,5 b	5,6 a	5,5 a	14,8
55	31,7 c	7,5 b	5,6 a	5,5 a	12,6
65	27,7 c	6,5 b	5,5 a	5,5 a	11,3
75	23,2 c	5,9 b	5,2 a	5,1 a	9,8
CV (%)	1,20				
DMS	0,09				

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey. S1- sem secagem (testemunha); S2- secagem a temperatura ambiente por 72 h; S3 e S4 - secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e 24h.

O método de secagem em estufa evidenciou que, o aumento da temperatura não proporcionou danos imediatos a semente. Porém, temperaturas do ar de secagem acima de 35 °C podem diminuir consideravelmente a qualidade da mesma. Queiroz et al. (2011),

empregando diferentes métodos de secagem artificial, observou que temperatura de 45 °C, promoveu um menor vigor das sementes.

A secagem inicial de sementes com elevado teor de água, sob altas temperaturas, afeta processos metabólicos importantes na qualidade, que podem não causar danos imediatos na germinação. Porém, podem determinar, muitas vezes, redução no vigor que manifesta-se no decorrer do período de armazenamento ou na emergência no campo. Além dos aspectos químicos, pode causar também, danos irreparáveis ao sistema de membranas celulares, devido ao aumento da permeabilidade das mesmas e a formação de fissuras internas ou superficiais, prejudicando o seu desempenho fisiológico, levando ao desenvolvimento de plântulas anormais e, inclusive, a morte das sementes (PESKE; VILLELA, 2012).

Na Figura 6 estão apresentados os valores referentes aos testes de vigor, primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) oriundas de sementes colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem, cujos dados se ajustaram à equações de regressões quadráticas, com pontos de máxima eficiência e consequente redução ao longo dos estádios de maturação avaliados, independente do método de secagem empregado.

As sementes de pimenta-de-cheiro não submetidas à secagem (S1 - testemunha), aumentaram o seu vigor ao longo do processo de maturação, caracterizado pela primeira contagem de germinação até os 58 DAA, quando atingiram valores de PCG superiores a 87%, demonstrando alto potencial fisiológico (Figura 6A). A partir desse estádio de maturação, houve redução dos valores, observando que colheitas realizadas aos 75 DAA resultaram em valores de vigor inferiores a 65% de germinação na primeira contagem. Entretanto, quando submetidas à secagem, os melhores resultados de vigor foram observados quando as sementes de pimenta de cheiro foram obtidas de frutos colhidos aos 60 DAA para o método S2, aos 58 DAA para o método S3 e 59 DAA pra o método S4, apresentando, respectivamente, 96, 99 e 99% de sementes germinadas no primeiro dia de contagem.

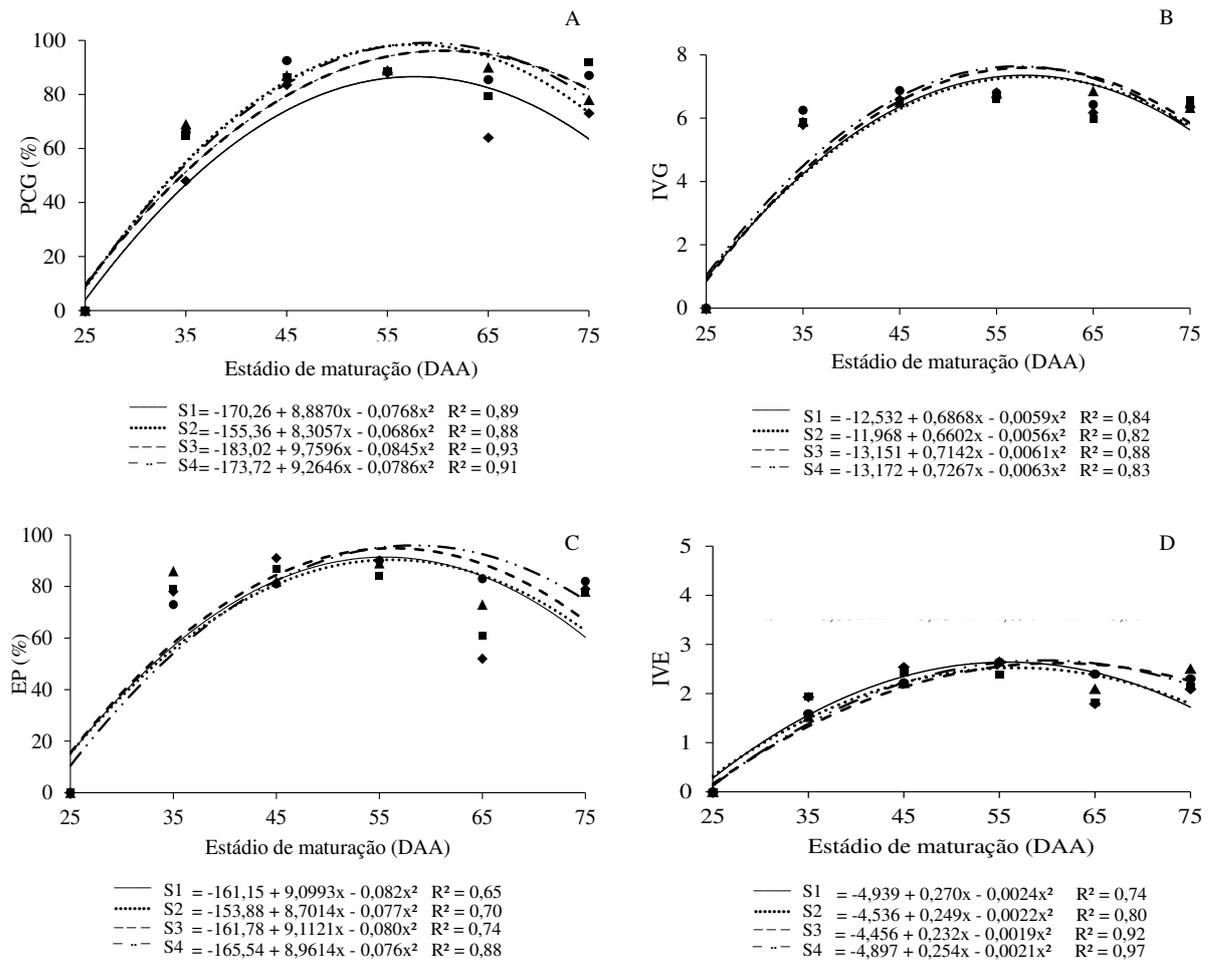


Figura 6. Primeira contagem de germinação (PCG) (A), índice de velocidade de germinação (IVG) (B), emergência de plântulas (EP) (C) e índice de velocidade de emergência (IVE) (D) de plântulas de pimenta-de-cheiro, colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017. S1- sem secagem (testemunha); S2 - secagem a temperatura ambiente por 72 h; S3 e S4 - secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e 24h.

De acordo com Abud et al. (2013), em sementes de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*), a primeira contagem de germinação é máxima aos 65 DAA. Os autores relatam ainda que, a partir dessa época, os valores decresceram até os 100 DAA, em que foram observadas porcentagens de 17%.

Para Justino et al. (2015), os resultados obtidos na primeira contagem de germinação de sementes de pimenta dedo-de-moça, assim como na emergência das plântulas, também apresentaram desempenhos mais baixos nas sementes provenientes de frutos colhidos em estádios iniciais de maturação e tendência crescente ao longo de todo o processo, com valores máximos observados entre 70 e 80 DAA.

Da mesma forma que houve acréscimo na primeira contagem de germinação, sementes de pimenta-de-cheiro apresentaram aumentos significativos no índice de velocidade de

germinação (IVG) durante o desenvolvimento das sementes (Figura 6B). Os valores de IVG também foram mais expressivos aos 58 DAA, alcançando ponto máximo de 7,4 para as sementes não submetidas à secagem (S1) e as sementes submetidas à secagem à temperatura ambiente por 72 horas (S2) e 7,7 para o método em que se empregou a secagem artificial em estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de 35 °C por 12 horas (S3) e por 24 horas (S4).

Os métodos de secagem não interferiram no vigor caracterizado pela emergência de plântulas de pimenta-de-cheiro. Valores máximos acima de 90% foram atingidos aos 56 DAA para os métodos de secagem S1, S2 e S3 e aos 58 DAA para o método S4 (Figura 6C). Estes resultados demonstram que o aumento da temperatura na secagem não afetou significativamente o desenvolvimento normal das plântulas de pimenta-de-cheiro, apresentando um comportamento semelhante aos de germinação (Figura 6A) e primeira contagem de germinação (Figura 6B), sugerindo que as sementes obtidas de frutos colhidos com esta maturidade já atingiram sua máxima qualidade fisiológica.

Analisando o índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 6D), através do ajuste das curvas de regressão para os diferentes métodos de secagem, foi observado que as mesmas apresentaram tendência semelhante frente aos tratamentos estabelecidos. Os valores de IVE foram mais expressivos aos 56 DAA, para os métodos S1 e S2, alcançando pontos máximos de 2,7 e 2,5 respectivamente e aos 61 DAA, para os métodos S3 e S4, com valores de 2,6 e 2,8 respectivamente. Ricci et al. (2013), observaram que o IVE de plântulas de pimenta, oriundas de sementes retiradas dos frutos com estágio de maturação mais avançado, mostrou-se superior, em relação ao IVE das sementes provenientes dos frutos verdes, demonstrando que a velocidade de emergência apresenta relação direta com a maturação do fruto. Tal relação pode ser explicada pelo maior vigor e, conseqüentemente, maior qualidade fisiológica das sementes colhidas de frutos com maior idade (NAKADA et al. 2011).

A realização de colheita mais tardia, aos 75 DAA, foi prejudicial ao vigor das sementes, independentemente do método de secagem. Provavelmente, o armazenamento natural das sementes no campo, quando as mesmas encontram apenas ligadas fisicamente com à planta mãe, durante um período relativamente longo, pode causar alterações no metabolismo respiratório, bem como na perda gradativa da integridade do sistema de membranas em função das variações do ambiente, uma vez que o ponto de máximo vigor, analisado através dos testes, ocorreu após o máximo acúmulo de massa seca, que foi estimado quando as sementes ainda apresentaram 49 DAA.

Analisando os efeitos dos métodos de secagem dentro de cada estágio de maturação, constatou-se que as sementes não submetidas à secagem (S1), quando comparado aos demais tratamentos em que ocorreu secagem, apresentaram valores de primeira contagem de germinação das sementes significativamente inferiores, quando oriundas de frutos colhidos aos 35, 65 e 75 DAA (Tabela 5). Quanto aos demais métodos de secagem, não houve diferenças significativas no vigor das sementes de pimenta, independente do período de maturação, com todos os tratamentos apresentando sementes com germinação acima de 80%, com exceção daquelas oriundas dos frutos colhidos aos 35 DAA, onde os valores da primeira contagem de germinação mantiveram-se abaixo de 70% e das sementes colhidas aos 75 DAA, submetidas à secagem artificial em estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de 35 °C por 12 horas (S3), que apesar de ter apresentado valores de vigor superiores a 75%, diferiu estatisticamente dos demais métodos de secagem. Esses resultados evidenciam que o aumento da temperatura de secagem não causou danos imediatos às sementes.

Tabela 5. Médias da primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes, emergência de plântula (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas, oriundas de sementes colhidas em diferentes estágios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. UFCG. POMBAL-PB, 2017.

Estádio (DAA)	PCG (%)					IVG				
	Métodos de secagem									
	S1	S2	S3	S4	Média	S1	S2	S3	S4	Média
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	48 b	65 a	69 a	66 a	62	5,8 b	5,9 ab	5,9 ab	6,3 a	5,9
45	84 a	87 a	87 a	93 a	88	6,6 a	6,5 a	6,5 a	6,9 a	6,6
55	88 a	89 a	89 a	89 a	89	6,6 a	6,6 a	6,8 a	6,8 a	6,7
65	64 b	80 a	91 a	86 a	80	6,2 bc	6,0 c	6,9 a	6,4 b	6,4
75	74 c	92 a	78 bc	87 ab	83	6,3 a	6,6 a	6,3 a	6,4 a	6,4
CV (%)	8,8					4,11				
DMS	6,20					0,19				
	EP (%)					IVE				
	Métodos de secagem									
	S1	S2	S3	S4	Média	S1	S2	S3	S4	Média
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	78 ab	79 ab	86 a	73 b	79	1,9 b	2,0 b	1,5 a	1,6 a	1,7
45	91 a	87 a	82 a	81 a	85	2,5 a	2,4 a	2,2 a	2,2 a	2,3
55	90 a	84 a	89 a	90 a	88	2,6 a	2,4 a	2,7 a	2,6 a	2,6
65	52 c	61 bc	73 ab	83 a	67	1,5 c	1,8 bc	2,1 ab	2,4 a	1,9
75	79 a	78 a	78 a	82 a	79	2,1 b	2,1 b	2,5 a	2,3 ab	2,2
CV (%)	9,90					9,78				
DMS	4,30					0,10				

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si a 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey. S1 - sem secagem (testemunha); S2 - secagem a temperatura ambiente por 72 h; S3 e S4 - secagem artificial em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 35°C por 12 e 24h.

As sementes germinadas aos 35 DAA podem ter apresentado valores relativamente baixos, inferiores a 70%, devido à imaturidade das mesmas. Pois, nesse estágio as sementes ainda estavam em processo de histodiferenciação e morfogênese, que ocorrem concomitantemente ao acúmulo de reservas (BEWLEY et al., 2013). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), sementes que não se encontram completamente maduras podem germinar, contudo resultam em plântulas menos vigorosas do que as colhidas no ponto adequado.

Apesar de terem proporcionado valores abaixo do padrão mínimo para comercialização, as sementes do estágio de 35 DAA, melhoraram significativamente seu potencial germinativo após o processo de secagem, comparado à testemunha (S1), e o mesmo comportamento foi observado nos estágios de 65 e 75 DAA (Tabela 5). Provavelmente, com a secagem das sementes, ocorreu diminuição nos níveis de ácido abscísico (fitohormônio associado à inibição da germinação durante a maturação) ou da sensibilidade da semente ao seu efeito, permitindo sua germinação após a reidratação. Finch-Savage e Leubner-Metzger (2006) propôs que a síntese de ácido abscísico está diretamente associada ao teor de umidade das sementes, ou seja, quanto menor o teor de umidade da semente, menor será a concentração de ácido abscísico na mesma.

Em algumas espécies ortodoxas, observa-se uma dormência induzida nas sementes no início da fase de maturação, visando, aparentemente, evitar que germinem no fruto, que ainda está ligado a planta, fenômeno esse conhecido como viviparidade. Esse período de dormência é de duração relativamente curta e coincide com o início da fase de rápida desidratação e logo após as sementes voltam rapidamente a apresentar capacidade de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

De acordo com testes fisiológicos realizados por Santos et al., (2015), sementes de pimenta habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), colhidas maduras e que permaneceram em repouso dentro do fruto por sete dias, aumentaram a qualidade fisiológica, devido a interrupção da dormência.

No índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência de plântulas (EP), houve diferença significativa entre os tratamentos nos estágios de 35 e 65 DAA, comparativamente à testemunha (S1) (Tabela 5).

Percebeu-se uma redução mais acentuada no IVG aos 65 DAA em sementes que foram submetidas ao método de secagem S2 (temperatura ambiente). Esses resultados mostram que condições desfavoráveis de umidade relativa e temperatura, bem como o tempo

de exposição e permanência das sementes sob condições adversas, comprometeram o vigor das mesmas. Pois, o tempo de germinação tende a se elevar até que as sementes possam desenvolver mecanismos de adaptação. Além disso, a diminuição da qualidade fisiológica das sementes pode estar associada ao processo oxidativo de compostos orgânicos utilizados como substrato pela respiração para produzir energia e compostos secundários (BARROSO; FRANKE; BARROS, 2010; TAIZ et al., 2017).

Na tabela 5, constatou-se que a porcentagem de emergência de plântulas (EP) de pimenta-de-cheiro oriunda de sementes extraídas de frutos colhidos aos 35 DAA, apresentou os maiores valores na secagem S3, porém, não diferiu estaticamente dos métodos S1 e S2. A secagem artificial a 35 °C por 24h (S4), pode ter causado danos ao embrião, uma vez que, as sementes, nesse estágio de desenvolvimento, ainda não apresentam os mecanismos de tolerância à dessecação suficientemente ativos para responder de maneira eficiente a secagem (BEWLEY et al., 2013).

As sementes oriundas de frutos colhidos aos 65 DAA e não submetidas a secagem (S1) apresentaram os menores valores de porcentagem de emergência (Tabela 5). Segundo Nascimento, Dias e Freitas (2006), a semeadura de sementes de pimenta recém extraídas do fruto, pode representar um risco para a obtenção de estandes uniformes, contribuído para a elevação do gasto de sementes.

Em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE), constatou-se que plântulas de pimenta-de-cheiro, oriundas de sementes submetidas aos métodos de secagem artificial a 35 °C por 12 e 24h (S3 e S4), apresentaram incremento no vigor, em todos os estádios de maturação. Porém, não diferiram estatisticamente dos métodos S1 e S2, quando oriundas de frutos colhidos aos 45 e 55 DAA.

A utilização de temperatura mais alta permitiu uma secagem rápida das sementes, reduzindo o nível interno de atividade metabólica e consumo de reserva através da respiração aeróbica. O IVE é um fator de grande importância, inferindo que, quanto mais rápido for o crescimento, menor será a suscetibilidade das plântulas a intempéries (GONÇALVES et al., 2015).

5 CONCLUSÕES

As sementes de pimenta-de-cheiro, para as condições deste trabalho, podem ser colhidas entre 50 e 60 dias após a antese, quando os frutos estão completamente maduros e com a coloração laranja claro.

A maturidade fisiológica das sementes de pimenta-de-cheiro é atingida quando as mesmas intensificam sua perda de água, a partir dos 40 % de umidade e apresentam o máximo de acúmulo de reservas, germinação e vigor.

A secagem das sementes de pimenta-de-cheiro pode ser conduzida de forma natural a temperatura ambiente de aproximadamente 25 ± 5 °C por 72 h ou de forma artificial na temperatura de 35 °C por 12 ou 24 horas, preservando sua qualidade fisiológica pós-colheita.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, H. F.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; ARAUJO, A. V.; PINTO, C. M. F. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 12, p. 1546-1554, 2013.

AMARO, H. T. R. **Maturação, secagem e armazenamento na qualidade de sementes de crambe**. 2017. 67f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

BARROSO, C. M.; FRANKE, L. B.; BARROS, I. B. I. Substrato e luz na germinação das sementes de rainha-do-abismo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 236-240, 2010.

BERGER, F.; HAMAMURA, Y.; INGOUFF, M.; HIGASHIYAMA, T. Double fertilization – caught in the act. **Trends in Plant Science**, Londres, v. 13, n. 8, p. 437-443, 2008.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 111, de 04 de setembro de 2012. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de espécies olerícolas, condimentares, medicinais e aromáticas, disposto em anexo. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 5 set. 2012. Seção 1, p.3-4.

BRASIL. Instrução normativa nº 9, de 02 de junho de 2005. **Normas para produção, comercialização e utilização de sementes**. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 10 jun. 2005. Seção 1, p. 4.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CABRAL, V. de O. S.; VIEIRA, L. M.; BARBOSA, J. M.; FINGER, F. L. Relações hídricas e reidratação de frutos de pimenta (*Capsicum* spp.). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 22, n. 2, p. 83-87, 2010.

CAIXETA, F.; VON PINHO, E. V. R.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, P. H. A. R.; CATÃO, H. C. R. M. Physiological and biochemical alterations during germination and storage of habanero pepper seeds. **African Journal of Agricultural Research**, Joannesburgo, v. 9, n. 6, p. 627-635, 2014.

CARVALHO, A. V.; MACIEL, R. de A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C. **Caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 19 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 1).

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

CARVALHO, S. I. C. de; BIANCHETTI, L. de B. Botânica e recursos genéticos. In: RIBEIRO, C. S. da C.; LOPES, A. C.; CARVALHO, S. I. de; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 39-54.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982. 368 p.

CONFORTI, F.; STATTI, G. A.; MENICHINI, F. Chemical and biological variability of pepper fruits (*Capsicum annum* var. *acuminatum* L.). **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 20, n. 4, p. 1096-1104, 2007.

DEMIR, I; MAVI, K; SERMENLI, T; OZCOBAN, M. Seed development and maturation in aubergine (*Solanum melongena* L.). **Gartenbauwissenschaft**, Berlin, v. 67, n. 4, p. 148-154, 2002.

DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.

DIAS, D. C. F. S.; RIBEIRO, F. P.; DIAS, L. A. S.; SILVA, D. J. H.; VIDIGAL, D. S. Tomato seed quality in relation to fruit maturation and post-harvest storage. **Seed Science and Technology**. v. 34, n. 4, p. 691-699, 2006.

DOMENICO, C. I.; COUTINHO, J. P.; GODOY, H. T.; MELO, A. M. T. Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 3, p. 466-472. 2012.

DUTRA, F. L. A.; BRANCO, I. G.; MADRONA, G. S.; HAMINIUK, C. W. I. Avaliação sensorial e influência do tratamento térmico no teor de ácido ascórbico de sorvete de pimenta. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 4, n. 2 p. 243-251. 2010.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 402 p.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, Bethesda v, 171, n. 3, p. 501-523, 2006.

GONÇALVES V. D.; MÜLLER, D. H.; FAVA, C. L. F.; CAMILI, E. C. Maturação fisiológica de sementes de pimenta 'bode vermelha'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 13-146, 2015.

GRAHAM, I. A. Seed storage oil mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 115-142, 2008.

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KOHLER, C. Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. **Development**, Cambridge, v. 139, n. 11, p. 2031-2039, 2012.

INGRAM, G. C. Family life at close quarters: communication and constraint in angiosperm seed development. **Protoplasma**, v. 247, n. 4. p. 195-214, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. 2017. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhc>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO - IPA. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2.ed. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 212 p.

JUSTINO, E. V.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; SILVA FILHO, J. G.; NASCIMENTO, W. M. 2015. Determinação da maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo-de-moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 324-331, 2015.

KESAVAN, M.; SONG, J. T.; SEO, H. S. Seed size: a priority trait in cereal crops. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 147, n. 2, p. 113-120, 2013.

LIMA, J. M. E.; SMIDERLE, O. J. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta obtidas em frutos de diferentes maturações e armazenadas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 251-258, 2014.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de semente de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015.660 p.

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 179-183, 2003.

MINOLTA. **Precise Color Communication: Color Control from Feeling to Instrumentation**. Osaka: MINOLTA Co. Ltda., 1994. 49 p.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C. de; GOMES, L. A. A.; PINHO, E. V. de 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.

NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F.; FREITAS, R. A. Produção de sementes de pimentas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 30-39, 2006.

NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de sementes de pimentas. In: RIBEIRO, C. S. C.; HENZ, G. P.; CARVALHO, S. I. C.; LOPES, C. A. **Cultivo de pimentas (*Capsicum spp.*) no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. p. 30-39.

OHARA, R.; PINTO, C. M. F. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 267, p. 7-13, 2012.

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

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A. Secagem de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2012. p. 371-421.

PINO, J.; SAURI-DUCH, E.; MARBOT, R. Changes in volatile compounds of Habanero chile pepper (*Capsicum chinense* Jack. cv. Habanero) at two ripening states. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 394-398, 2006.

PINTO, M. F. Clima, época de semeadura, produção de mudas, plantio e espaçamento na cultura da pimenteira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 40-49, 2006.

QUEIROZ, L. A. F. **Estádio de maturação e secagem na qualidade fisiológica de sementes de pimentas Habanero Yellow (*Capsicum chinense* J.) e Malagueta (*Capsicum frutescens* L.)**. 2009. 86 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

QUEIROZ, L. A. F.; VON PINHO, E. V. de R.; OLIVEIRA, J. A.; FERREIRA, V. de F.; CARVALHO, B. O.; BUENO, A. C. R. Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta Habanero Yellow. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 472-481, 2011.

RAHMAN, M. A.; HALIM, G. M. A.; CHOWDHURY, M. G. F.; HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, M. M. Changes in physicochemical attributes of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) during fruit growth and development. **Journal of Agricultural Research**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 373-383. 2014.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P. (Orgs.). **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1. ed. Brasília. 2015. 156p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C. Cultivo. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Eds.) **Pimentas *Capsicum***. v. 1. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora LTDA, 2008. p.11-14.

RICCI, N.; PACHECO, A. C.; CONDE, A. S.; CUSTODIO, C. C. Qualidade de sementes de pimenta jalapenho em função da maturação e tempo de permanência nos frutos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 123-129, 2013.

SANTOS, H. O. dos. **Qualidade fisiológica e expressão de genes durante o desenvolvimento de sementes de pimenta habanero (*Capsicum chinense* J.)**. 2013. 70f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

SANTOS, H. O. dos; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, I. V.; DUTRA, S. M. F; ANDRADE, T.; GUIMARÃES R. M.; Physiological quality and gene expression during the development of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacquin) seeds. **Genetics and Molecular Research**. v. 14,n. 2, p. 5085-5098, 2015.

SILVA, R. P.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; REZENDE, R. C.; SILVA, G. C. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*. L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1219-1230, 2011.

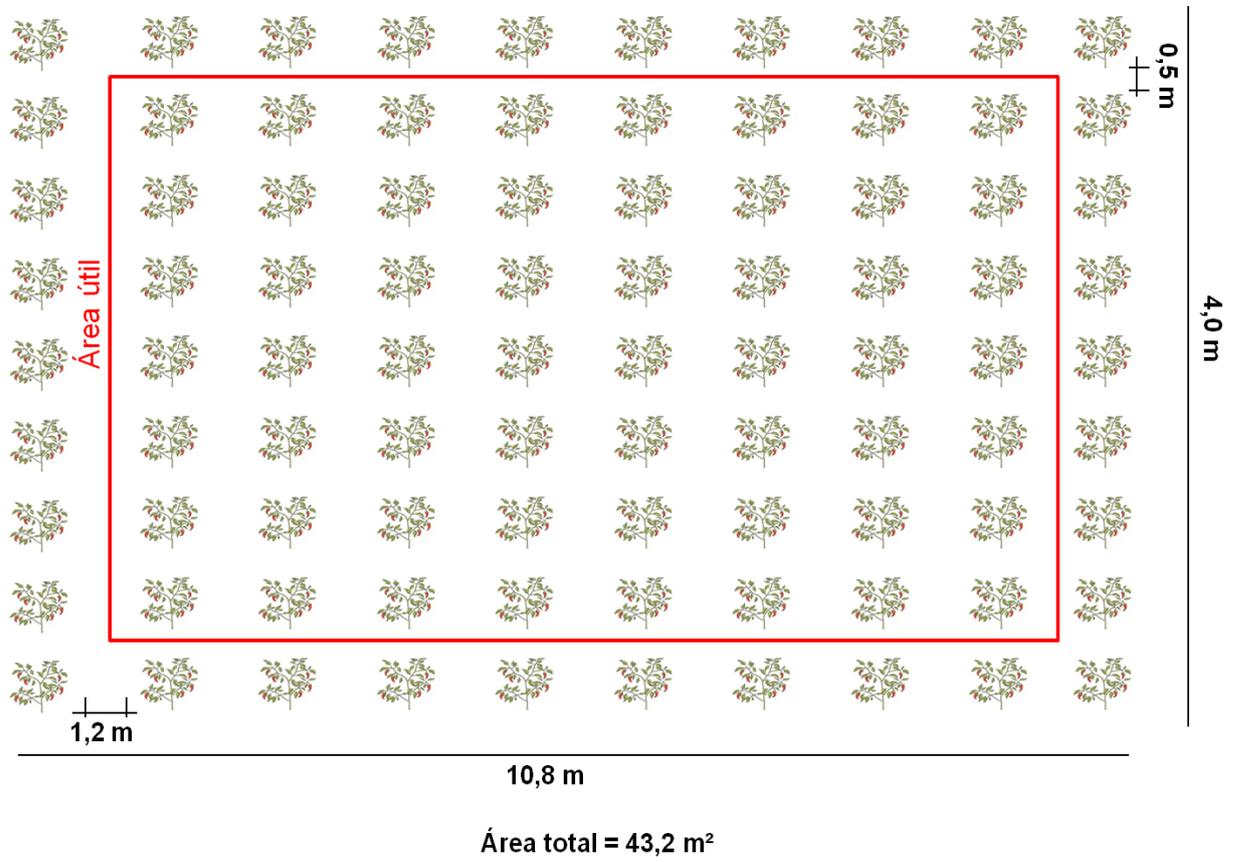
TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIDIGAL, D. de S.; DIAS, D. C. F. dos S.; DIAS, L. A. dos S.; FINGER, F. L. Changes in seed quality during fruit maturation of sweet pepper. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 5, p. 535-539, 2011.

VIDIGAL, D. de S.; DIAS, D. C. F. dos S.; NAVEIRA, D. dos S. P. C.; ROCHA, F. B.; BHERING, M. C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 87-93, 2006.

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

WEBER, H.; SREENIVASULU, N.; WESCHKE, W. Molecular physiology of seed maturation and seed storage protein biosynthesis. **Plant Developmental Biology**, v.2, p.83-104, 2010.

APÊNDICE. Esquema da área experimental de sementes de pimenta-de-cheiro.

ANEXO. Esquema representativo do sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB), para medida, designação e acerto de cores.

