



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**Jéssica Larissa Gonçalves Penteado**

**Maturação e armazenamento de frutos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacquin) na qualidade das sementes**

**ARARAS - 2021**



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**Jéssica Larissa Gonçalves Penteadó**

**Maturação e armazenamento de frutos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacquin) na qualidade das sementes**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando César Sala

**ARARAS – 2021**

***Dedico primeiramente a Deus que nunca me abandonou, aos meus pais que são tudo para mim e a todos que, de alguma maneira, contribuíram com a realização deste trabalho.***

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, **a Deus** pela minha vida e por me proporcionar grandes aprendizados e oportunidades ao longo da graduação e por meio desse projeto, em participar de inúmeras experiências, as quais foram inteiramente responsáveis pela minha evolução profissional e pessoal. E também ressaltar, que sem Ele nada disso seria possível!

**Aos meus pais, João Gilberto Couvre Penteadado e Maria de Fátima Gonçalves Pereira** que sempre foram minha base, que durante todo o percurso dentro da Universidade acreditaram em mim, me apoiaram, dando suporte, puxões de orelha e que nunca desistiram de mim, sempre me incentivaram a buscar algo melhor para minha vida. Eu sou privilegiada por ter vocês ao meu lado.

Aos meus avós paternos, **José da Silva Penteadado e Ludovina Couvre Penteadado** que infelizmente não estão mais aqui para me ver realizando essa conquista, mas eu sei que onde estiverem estão felizes por mim. Ao meu avô materno **José Gonçalves Pereira** que veio a falecer dias antes da finalização desse projeto. A minha avó materna **Maria Dolores Gonçalves Pereira** que esta viva e torcendo por mim.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que esse projeto desse certo, aos meus amigos **Analía Abdala, Cybelle Martins, Laize Matos Borelli, Liniker Rotta, Victor Roberto Gomes, aos integrantes do Grupo de Estudos de Horticultura (GEHORT), aos funcionários Eduardo Amaral, Carol Caroline Rossi e Tiago Lima**, que me ajudaram na parte prática, teórica, me incentivaram dando apoio moral para que eu não desistisse.

Cada um tem seu lugar especial reservado no meu coração e torço para que um dia, possamos nos reencontrar, para lembrar tudo que vivemos juntos e ver o quanto crescemos e realizamos nossos sonhos e projetos de vida.

Não posso deixar de agradecer a essas pessoas incríveis que Deus colocou no meu caminho, **Luana Marchi** que foi a responsável para que surgisse esse projeto e **Tamires Thassane**, que esteve ao meu lado em todos os momentos da graduação. Ambas sempre me ajudaram com conselhos, mensagens de incentivo, nos momentos em que mais precisava de uma palavra e ombro amigo. Vocês são minhas irmãs.

**Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Cesar Sala**, pela confiança, oportunidade e ensinamentos durante a realização do projeto e durante todos esses anos em que pude ter honra de ser sua aluna e participar do GEHORT. Grupo que foi responsável pelo desenvolvimento desse projeto, me trazendo muita alegria, satisfação e realização pessoal.

**Ao Prof. Dr. Victor Augusto Forti**, que teve muita paciência comigo e que além de um excelente professor, foi meu amigo. Não tenho palavras para agradecer tudo que você fez por mim, por me ouvir, pelos conselhos, por todos os ensinamentos e aprendizados ao longo desses anos.

**A todos os meus professores**, que de alguma forma foram responsáveis pelo conhecimento adquirido até aqui.

**À Universidade Federal de São Carlos**, câmpus Araras, que me proporcionou momentos de estresse, conhecimento, alegria, satisfação e realização.

**“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que  
ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”**

**(Arthur Schopenhauer)**

## RESUMO

O conhecimento do melhor estágio de colheita de frutos pode contribuir com a oferta de sementes com máximo rendimento e qualidade. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a qualidade de sementes de pimenta (*Capsium chinense*), extraídas de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenamento. Para isso, avaliaram-se frutos em dois estádios de maturação (laranja e vermelho) e submetidos ao armazenamento por 0, 7, 14 dias. Utilizou-se a linhagem de pimenta CCA 37701 com colheitas realizadas semanalmente. Os frutos armazenados ficaram sob temperatura ambiente e, após a extração, as sementes foram avaliadas quanto ao seu potencial sanitário e fisiológico, por meio dos testes de sanidade, percentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, percentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e raios X. Para as sementes extraídas de frutos vermelhos, observou-se maior percentagem de germinação e vigor, independentemente do armazenamento dos frutos, indicando que possivelmente as sementes já haviam atingido a maturidade fisiológica. Para os frutos laranja, a permanência das sementes dentro dos frutos aos 7 e 14 dias, mostrou-se ideal para promover maior qualidade, indicando que seu desenvolvimento foi completado durante o armazenamento dos frutos. Independentemente do estágio de maturação e do período de armazenamento, não houve influência da presença de fungos nos resultados obtidos quanto ao potencial fisiológico. A análise das imagens de raios X permitiu observar a condição física das sementes durante os diferentes períodos de armazenamento e estádios de maturação. É indicada a colheita de frutos vermelhos ou então, de frutos laranja, mantendo os frutos em repouso por sete ou quatorze dias. **Palavras-chave:** potencial fisiológico; época de colheita; maturidade; frutos carnosos; pós-colheita

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fruto superior de coloração vermelha e fruto inferior de coloração laranja.  
.....23
- Figura 2.** Teste de porcentagem de emergência de plântulas de pimenta de sementes extraídas dos frutos vermelhos, com repouso de 14 dias, conduzidos em bandejas de isopor de 200 células e mantidas em ambiente protegido com irrigação por aspersão.....27
- Figura 3.** Teste de porcentagem de emergência de plântulas de pimenta de sementes extraídas dos frutos laranja, com repouso de 14 dias, conduzidos em bandejas de isopor de 200 células e mantidas em ambiente protegido com irrigação por aspersão.....27
- Figura 4.** Teste de sanidade de sementes de pimenta obtidas de frutos laranja (A) e de frutos vermelho (B)..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 5.** Imagens de raio-X de sementes de pimenta *Capsicum chinense* Jacquin, mostrando área livre entre tegumento e o endosperma nos diferentes estádios de maturação (A,B,C frutos vermelhos) e (D,E,F frutos laranja) aos 0, 7 e 14 dias. 31
- Figura 6.** Imagens de raio-X de sementes de pimenta *Capsicum chinense* Jacquin mostrando embrião e suas respectivas plântulas normais e anormais .....32



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Coloração (laranja e vermelha) de frutos de pimenta em três períodos de armazenamentos (0, 7 e 14 dias) para características como espessura do pericarpo (E.P.), comprimento, largura, número de sementes por frutos e a massa de sementes. ....24
- Tabela 2.** Coloração (laranja e vermelha) de frutos de pimenta em três períodos de armazenamentos (0, 7 e 14 dias) para parâmetros como % de germinação, índice de velocidade de germinação, % de emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. ....29
- Tabela 3.** Tipos de coloração (Laranja e Vermelha) de frutos de pimenta em três períodos de armazenamentos (0, 7 e 14 dias) determinando a porcentagem de fungos nas sementes. ....30
- Tabela 4.** Porcentagem de sementes laranja cheia, parcialmente cheia e vazia nos diferentes períodos de armazenamento (0, 7 e 14 dias) .....32
- Tabela 5.** Porcentagem de sementes vermelhas cheia, parcialmente cheia e vazia nos diferentes períodos de armazenamento (0, 7 e 14 dias) .....32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Qualidade fisiológica das sementes.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Períodos de armazenamento.....</b>	<b>15</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1. Caracterização dos frutos .....</b>	<b>23</b>
<b>5.2. Caracterização física das sementes .....</b>	<b>25</b>
<b>5.3 Avaliação do potencial fisiológico e sanitário de sementes .....</b>	<b>25</b>
<b>5.4 Análise Raio X .....</b>	<b>30</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Capsicum chinense*, pertencente à família Solanaceae, é nativa do Brasil e amplamente cultivada no Sudeste do País. A pimenteira deve ser cultivada preferencialmente nos meses de alta temperatura, condição que favorece a germinação, o desenvolvimento e a frutificação, obtendo-se assim, um produto de alto valor comercial com menor custo de produção.

Anualmente, o Brasil cultiva uma área de 5.000 a 6.500 ha de pimentas (doces e ardidas), com 330.000 kg comercializados na CEAGESP, entre os anos de 1998 a 2005. Em 2017 a produção nacional foi de 22.000 t/ano<sup>-1</sup>, e a produtividade variando de 10 a 45 t/há<sup>-1</sup>(MATOS et al.,2017).

O cultivo de pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil é de grande importância, seja por suas características de rentabilidade, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto, ou por sua importância social, já que o cultivo de pimenta é feito por agricultores familiares, gerando empregos, pois a cultura exige grande quantidade de mão de obra, em especial durante a colheita (Moreira et al., 2006). De acordo com a Embrapa Hortaliças, desde o preparo do solo até a colheita, a atividade gera de três a quatro empregos diretos, com uma renda bruta que oscila entre R\$ 4 e 12 mil/ha/ano (PANORAMA RURAL, 2006).

Nas condições de cultivo no Brasil, a colheita dos frutos maduros tem início cerca de 90 dias após o transplântio das mudas para o campo. Os frutos apresentam coloração verde enquanto imaturos, alaranjados em fase de maturação e vermelhos quando maduros. Em média, os frutos medem três centímetros de comprimento e possuem em torno de 1,5 centímetros de largura. Os frutos são muito apreciados, principalmente na forma processada como conserva, em função do aroma, da crocância e da ausência de pungência (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008).

Um fator importante na produção, tanto de pimentas como de outras hortaliças, é a qualidade fisiológica das sementes, que interfere diretamente na germinação e produtividade da planta. As sementes de pimenta podem apresentar baixas taxas de germinação e dormência (LAKSHMANAN & BERKE, 1998), fato que aliado ao desconhecimento do melhor estágio de colheita das mesmas, limita a oferta de sementes com alto vigor. Portanto, para não haver problemas, a

semeadura deve ser feita com sementes de boa qualidade genética, física, fisiológica e fitossanitária.

A maturação da semente é considerada resultado de todas as alterações morfológicas, físicas e fisiológicas, como o aumento do tamanho e as variações no teor de água, no vigor e no acúmulo de matéria seca. Este processo tem início com a fertilização e se estende até a maturidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005) e em espécies de frutos carnosos, como a pimenta, a maturidade fisiológica coincide com a alteração da coloração do exocarpo (ABUD et al., 2013). Estudos sobre frutos carnosos de hortaliças demonstram que, mesmo antes da maturação do fruto (mudança da coloração verde para vermelha), as sementes já podem alcançar a maturidade fisiológica, momento este em que as mesmas atingem o máximo de germinação e vigor (SILVA et al. 2009), devido à formação completa dos sistemas bioquímico, morfológico e estrutural (NAKADA et al. 2011).

A pimenta é uma planta que apresenta crescimento indeterminado, com florescimento e frutificação contínuos (VIDIGAL et al., 2009), o que resulta em completa desuniformidade de desenvolvimento de frutos e sementes. Assim, em uma mesma planta são encontrados frutos em diversos estádios de maturação. Deste modo, quando for realizada a extração das sementes deve se observar a coloração do fruto, para saber qual o melhor estágio de colheita de sementes e o ponto de maturidade fisiológica.

Alguns estudos mostram ser eficiente colocar os frutos em repouso antes da extração de sementes, pois assim podem atingir a maturidade fisiológica. Além disso, a secagem correta das sementes é essencial, pois nessa etapa há um elevado teor de água, que pode influenciar na ocorrência de fungos e outros micro-organismos, assim como elevadas temperaturas podem comprometer a viabilidade das sementes.

Portanto, deve se tomar todos os cuidados, desde o momento ideal de colheita, para garantir uma melhor qualidade das mesmas. Contudo, são observados poucos estudos a respeito disso nas pimentas das espécies *C. chinense*. Nesse contexto, este trabalho objetivou avaliar as características fisiológicas, físicas e sanitárias de sementes de pimenta não pungente em função da maturação e do período de permanência das sementes dentro dos frutos antes da extração.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O gênero botânico *Capsicum* pertence à família Solanaceae e compreende um grupo diverso de pimentas e pimentões originários da região tropical do continente americano, representadas por arbustos de pequeno e médio porte (MOREIRA et al., 2006; BARBOZA; BIANCHETTI, 2005). Apresentam uma diversidade de cores, formas, aromas e sabores que vão de doces a picantes, sendo consumidas sob as formas *in natura*, conservas, pápricas, molhos e desidratados (REIFSCHNEIDER, 2000). Possui grande diversidade genética que pode ser útil tanto em programas de melhoramento, quanto para o uso imediato (PEREIRA e RODRIGUES, 2005).

O Brasil é um centro de diversidade de *Capsicum* e possui o maior número de espécies do gênero. Este consiste em pelo menos 32 espécies das quais, somente cinco são amplamente cultivadas: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008). A crescente demanda de mercado tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, tornando o agronegócio *Capsicum* um dos mais importantes do país (RIBEIRO et al., 2003). Anualmente a área cultivada é de 5.000 á 6.500 ha de pimenta com produção por volta de 75 mil toneladas, sendo Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará e Rio Grande do Sul, como os maiores produtores (MATOS et al., 2017).

Apesar de sua importância, as estatísticas de produção e comercialização de pimenta no Brasil são escassas e a informação disponível não reflete a realidade econômica dessa hortaliça, visto que grande parte da produção é comercializada em mercados regionais e locais, e não faz parte desses números (DOMÊNICO et al., 2010). O cultivo de pimentas tem muita relevância no Brasil, tanto por suas características de rentabilidade, principalmente quando o produtor utiliza de artifícios para agregação de valor ao produto, quanto por sua importância social (SILVA, 2017).

Do ponto de vista social, o agronegócio de pimenta tem importância, principalmente, em função de requerer grande quantidade de mão de obra, em especial, durante a colheita, de forma a impulsionar o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias. Seus frutos podem ser consumidos em diferentes estádios de maturação, desde verde até totalmente maduro. Além de apresentar

mercado amplo que envolve desde pequenas fábricas artesanais caseiras de conservação até empresas multinacionais que competem na exportação de especiarias e temperos (BARBIERI; NEITZKE; UENO, 2011).

## **2.1. Qualidade fisiológica das sementes**

Por serem plantas que se reproduzem sexualmente, a elevada qualidade fisiológica das sementes de pimenta é um dos fatores essenciais para uma cultura que se propaga por este método (FREITAS et al., 2008). A utilização de sementes com elevada qualidade fisiológica constitui um fator primordial na implantação de qualquer cultura, uma vez que favorece o melhor estabelecimento e uniformidade das plantas. Plantas uniformes e vigorosas são características básicas para o sucesso de uma lavoura tecnicamente bem instalada (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). A utilização de sementes de qualidade comprovada traz vantagens econômicas, sociais e ambientais para os produtores e consumidores. Quando se adquire uma alta qualidade das sementes, isso resulta em maior vigor, emergência, uniformidade e produtividade final (NAKAGAWA, 2015).

A produção de sementes é uma atividade especializada e cuidados devem ser tomados em todas as fases de produção para assegurar a obtenção de lotes de sementes com alta qualidade. Um dos fatores que interfere na qualidade de sementes é o ponto de colheita dos frutos, sendo que em espécies com frutos carnosos e com maturação desuniforme dos frutos, a exemplo de pimenta, existe dificuldade na definição do mesmo (VIDIGAL et al., 2006 e DIAS et al. 2006). Nessas espécies há a necessidade de avaliar a alteração fisiológica das sementes durante o desenvolvimento fornecendo subsídios para a determinação do momento de colheita das sementes.

Como as espécies de pimenta apresentam florescimento contínuo, na mesma planta existem frutos em diferentes estádios de maturação, o que dificulta a determinação da época de colheita, visando à obtenção de sementes de alta qualidade. A idade e a coloração dos frutos têm sido os principais parâmetros empregados para identificar em campo não só a ocorrência da maturidade fisiológica das sementes, mas também o ponto ideal para colheita (ALBUQUERQUE et al., 2009).

De acordo com (BEWLEY; BLACK, 1994), o desenvolvimento das sementes pode ser dividido em três fases: a primeira fase, caracterizada por inúmeras divisões celulares após a fertilização do óvulo; a segunda fase, em que há o aumento no acúmulo de matéria seca no endosperma e/ou embrião; e a terceira fase, quando ocorre a dessecação ou secagem, caracterizada pela redução no teor de água da semente.

Em geral, o desenvolvimento do fruto e da semente ocorre simultaneamente e de forma sincronizada (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O acompanhamento do desenvolvimento das sementes é feito com base nas modificações à partir da fecundação que ocorrem em algumas características físicas, fisiológicas, morfológicas e bioquímicas como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca acumulada, germinação e vigor (DIAS, 2001; BERGER et al., 2008; HEHENBERGER et al., 2012).

A colheita no momento ideal pode minimizar os efeitos de deterioração que são causados pela maior permanência da semente no campo. A colheita precoce também pode aumentar a ocorrência de sementes imaturas (VIDIGAL et al., 2008).

Por se tratar de um mercado recente e emergente existe grande necessidade de pesquisa em tecnologia de produção de sementes para a obtenção de sementes com alta qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, gerando maior uniformidade e vigor das plântulas e, conseqüentemente maior produtividade final. Essa adoção de novas tecnologias requer o conhecimento dos fatores que interferem na obtenção de sementes de pimenta com elevada qualidade fisiológica, havendo a necessidade de estudar as alterações fisiológicas e bioquímicas que ocorrem durante o processo de germinação (CAIXETA, FRANCIELE et al., 2014).

## **2.2. Períodos de armazenamento**

Para espécies de solanáceas, o processo de maturação continua mesmo após a colheita dos frutos (VIDIGAL et al., 2006). Essa característica é considerada vantajosa, pois permite a sua colheita precocemente, submetendo os frutos a um período de repouso pós-colheita suficiente para que as sementes atinjam maior qualidade fisiológica (PEREIRA, 2009). A colheita antecipada dos frutos diminui o tempo dos mesmos no campo, diminuindo sua exposição às intempéries, bem como

ao ataque de insetos e microrganismos (BARBEDO et al., 1994), além de reduzir o número de colheitas (SILVA et al., 2009).

As sementes adquirem a máxima qualidade próxima à maturidade fisiológica, período em que ocorre o máximo acúmulo de massa seca, promovendo formação completa dos sistemas bioquímico, morfológico e estrutural. Esta etapa é variável entre espécies e, dentro da mesma espécie, e nem sempre é de fácil detecção (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As sementes podem atingir a maturidade após a colheita dos frutos, quando estes passam por um período de descanso ou repouso, que varia de 7 a 10 dias, em local fresco e ventilado, antes da extração das sementes. Neste caso, sementes imaturas ainda presentes no fruto completam o seu desenvolvimento, resultando em melhor qualidade fisiológica e maior rendimento (DIAS, 2001). Em geral, a percentagem de germinação de sementes que não atingiram a máxima qualidade fisiológica e foram colocadas para germinar imediatamente após a colheita é menor do que aquelas que foram colocadas para germinar após os frutos serem submetidos a alguns dias de armazenamento (LIMA e SMIDERLE, 2014). Tal situação é também observada quando se faz o armazenamento (repouso) dos frutos carnosos de algumas espécies como o pimentão, abóbora, melancia, mamão, berinjela, tomate e pepino (CASTRO; GODOY; CARDOSO, 2008).

Sementes mantidas por determinado período no fruto, após a colheita, dão continuidade ao processo de maturação, atingindo 100 % de germinação e vigor (DIAS et al., 2006; VIDIGAL et al., 2006).

A conservação eficiente das sementes, durante seu armazenamento, depende, dentre outros fatores, da sua qualidade inicial, a qual, por sua vez, está diretamente relacionada com a proximidade entre o momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica e o momento em que são colhidas (RICCI et al., 2013).

Dessa forma, para a extração de sementes com maior grau de qualidade, é importante estabelecer o período de tolerância dos frutos após a colheita, em função do seu estágio de maturidade (SILVA, ARAÚJO e VIGGIANO, 2009).

### **3. OBJETIVOS**

Este trabalho objetivou avaliar as características fisiológicas, físicas e sanitárias de sementes de pimenta não pungente em função da maturação e do



período de permanência das sementes dentro dos frutos antes da extração.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

A produção das mudas de pimenta foi realizada na empresa IBS Mudas, localizada no município de Piracicaba - SP. A semeadura ocorreu dia 21 de setembro de 2016, utilizando um acesso de pimenta, geração F9 do Banco de Germoplasma da UFSCar, codificadas como linhagem CCA 37701. Foram utilizadas bandejas de 128 células colocando-se uma semente por célula e o substrato utilizado foi à base de fibra de coco (Amafibra®). Em seguida, as bandejas foram alocadas em estufa agrícola para o desenvolvimento das mudas.

O estudo foi conduzido em sistema de cultivo protegido na área experimental do setor de Horticultura pertencente ao Departamento de Biotecnologia e Produção Vegetal e Animal da Universidade Federal de São Carlos, no Centro de Ciências Agrárias, localizado no município de Araras - SP, entre novembro de 2016 e abril de 2017. As coordenadas geográficas do município são de 630 m de altitude, latitude 22°21'25" Sul e longitude 47°23'03" Oeste. A região é caracterizada por verões quentes e úmidos e invernos secos. A temperatura média e a precipitação pluvial média anual são de 21,4°C e 1.428 mm, respectivamente. A estufa que abrigou o experimento era do tipo arco, teto com plástico transparente de 150 micra e malha termorefletora com 50% (Aluminet®), tela preta de proteção lateral com sombreamento de 50%, piso de terra batida com pó de brita coberto por tecido de ráfia preto. Com área total de 189 m<sup>2</sup>, sendo 27 m de comprimento e 7 m de largura, pé direito de 3,5 m.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, seguindo o esquema fatorial 2 x 3, sendo dois períodos de colheita (frutos vermelhos e frutos laranjas) e três períodos de armazenamento (0, 7 e 14 dias). Cada parcela foi apresentada por seis plantas (dois períodos de colheita e três períodos de armazenamento).

O cultivo da pimenta foi realizado em vasos plásticos de cor preta com capacidade de 8L, os quais foram preenchidos com substrato comercial de fibra de coco (70%) com casca de arroz carbonizada (30%). Em cada vaso transplantou-se uma muda na parte central do vaso, aos 48 dias após a semeadura (DAS). Todos os vasos foram umedecidos antes do transplante definitivo.

Foi adotado um sistema de irrigação por microgotejador, composto por um reservatório (caixa d'água) de 1000L, uma moto-bomba, um filtro de tela de nylon de 120 mesh, fita gotejadora de polietileno, com um conector a cada 0,5 m e dois espaguete com vazão de  $4,5 \text{ L.h}^{-1}$  cada, sendo a vazão total para cada vaso de  $9,0 \text{ L.h}^{-1}$ . A irrigação foi feita diariamente, de forma automática, o funcionamento da bomba foi controlado por meio de um controlador digital timer, o qual acionava o sistema diariamente, mantendo a bomba ligada. Foi estabelecida uma programação no timer de 5 pulsos diários, sendo todos de 1 minuto, com exceção do pulso das 12h (horário mais quente do dia) que foi de 2 minutos até o período de floração das plantas. Posteriormente, a programação foi modificada para 6 pulsos diários com 1 minuto cada, com exceção do pulso das 12 e 13h (horários mais quentes do dia) que foram de 22 minutos. A irrigação sofreu modificações conforme o desenvolvimento da cultura, cuja exigência foi maior no período a partir de 50 dias após o transplântio (DAT).

Para auxiliar no monitoramento da irrigação, e tomadas de decisão para irrigação, foi instalado um sensor de sistemas tensiométricos a gás, desenvolvido pela EMBRAPA cuja função era auxiliar no manejo diário da irrigação, indicando se o substrato estava na capacidade de campo e necessitando de irrigação. O sistema de fertirrigação foi composto por dois reservatórios de polietileno com capacidade de 250 L cada, denominados como, caixa A e caixa B, uma moto-bomba, sendo a mesma utilizada no sistema de irrigação e um filtro de tela de nylon de 120 mesh. A distribuição da solução de fertirrigação para os vasos seguia pela mesma fita gotejadora utilizada para irrigação. Os tempos dos pulsos foram definidos de forma que o substrato atingisse sua capacidade de campo, ou seja, o tempo necessário até que a solução nutritiva começasse a ser drenada na parte inferior dos vasos momento em que as bombas eram desligadas.

O funcionamento da bomba para fertirrigação foi controlado de forma manual, o qual era acionado de forma alternada, ou seja, uma vez ao dia para cada caixa, mantendo a bomba ligada por dois minutos a cada acionamento. A fertirrigação iniciou-se aos 3 DAT diariamente até 50 DAT. Posteriormente foi realizada semanalmente. Durante todo o cultivo utilizou-se irrigação por gotejamento, sob o sistema de fertirrigação, com solução nutritiva recomendada para cultura do pimentão. O preparo da solução nutritiva era realizado a cada três dias e os fertilizantes eram dissolvidos individualmente, misturados em baldes de 3L,

conforme cada solução (Caixa A e Caixa B). Uma vez por semana foram realizadas as medições da condutividade elétrica (CE), em  $\text{dS.m}^{-1}$  e do pH, na solução nutritiva de cada reservatório (caixa d'água e caixas com solução nutritiva) e da solução drenante.

As mudas foram transplantadas no dia 8 de novembro de 2016, quando apresentavam de 10 folhas definitivas e uma altura média de 18 cm. Foi transplantada uma muda por vaso. Os vasos foram posicionados de forma que as plantas ficassem espaçadas de 0,8 m entre linhas duplas, 0,5 m entre linhas simples e 0,5 m entre plantas. Esses vasos foram colocados sob suportes plásticos, com a finalidade de evitar o contato direto com a superfície de rafia. No interior da estufa foi instalado um sistema de tutoramento em cada linha de cultivo, formado por três mourões de eucalipto fincados a superfície da estufa, nos quais foram fixados três fios de arame. Paralelamente aos arames, foram amarrados fitilhos de plástico à medida que as plantas foram crescendo para evitar o acamamento das plantas e fixados bambus a cada 2 m em cada linha para facilitar o tutoramento das plantas. Além disso, os tratamentos foram podados e as hastes foram amarradas junto aos fios de arame com fitilhos plásticos. Foram realizadas desbrotas nas plantas, aos 23 e 34 DAT, de forma manual, retirando-se brotações formadas abaixo da primeira bifurcação com a finalidade de melhorar o vigor das plantas.

O controle de pragas e doenças foi realizado mediante a observação dos sintomas do agente. Houve a necessidade de controlar o ataque de pragas como “vaquinhas” - *Diabrotica speciosa* e tripés - *Frankliniella schullzei*, *Thrips palmi*. As plantas que apresentaram sintomas de vira-cabeça foram retiradas da estufa. Durante o período do florescimento, foi necessário fazer a vibração das plantas com o auxílio de uma vara de bambu para a polinização sempre no período da manhã após a antese.

As colheitas dependeram do desenvolvimento dos frutos, sendo, portanto, realizadas semanalmente quando os mesmos apresentavam superfície de cor alaranjada e cor vermelha. Desta forma, iniciou-se a colheita aos 85 DAT, no dia 10/02/2017, seguida de mais seis colheitas nos dias 17/02/2017, 22/02/2017, 06/03/2017, 27/04/2017, 18/05/2017 e 08/06/2017, totalizando sete colheitas.

Após cada colheita, os frutos foram mensurados quanto ao comprimento e largura e em seguida foram separados para extração imediata das sementes ou então foram armazenados por 7 e 14 dias para posterior extração. Os frutos em

repouso, ficaram em caixas de plásticos, sob condições ambientais até o momento da extração de sementes, no laboratório do GEHORT (Grupo de Estudo em Horticultura). Posteriormente, as extrações das sementes, as mesmas eram pesadas, contabilizadas e por fim foram colocadas em sacos de papel para secar na estufa. Após a secagem, as sementes foram armazenadas em câmara fria para posterior avaliação da sua qualidade.

O efeito dos tratamentos foram avaliados através dos seguintes parâmetros:

- a)** Comprimento médio dos frutos (CMF): mensurado da região compreendida entre o ápice e a base dos frutos, com o auxílio de um paquímetro;
- b)** Largura média dos frutos (DMF): mensurado na região central dos frutos, utilizando-se um paquímetro, e os resultados expressos em cm;
- c)** Massa das sementes por fruto: imediatamente após abertura dos frutos, foi realizada a pesagem das sementes para que não houvesse perda de água;
- d)** Número de sementes por fruto: foram amostrados aleatoriamente 15 frutos vermelhos e 15 alaranjados, onde foi dividido 5 frutos para extração imediata de sementes, 5 frutos para extração após 7 dias de repouso e 5 frutos para extração após 14 dias de repouso, com posterior contagem de sementes;
- e)** Teor de água das sementes no momento da colheita e após o repouso dos frutos: avaliado pelo método de estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas (BRASIL, 2009).
- g)** Massa de matéria seca das sementes: conduzido conjuntamente com a determinação do teor de água das sementes no momento da colheita.
- h)** Teste de germinação de sementes: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em placas de Petri com papel mata borrão, umedecido com quantidade de água equivalente a três vezes a massa do substrato seco. As avaliações foram feitas no sétimo (primeira contagem da germinação) e décimo quarto dia após a semeadura, e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais, de acordo com os critérios estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 2009).

**i)** Índice de velocidade de germinação : determinada pela contagem a cada dois dias do número de sementes germinadas até 14 dias após a semeadura (MAGUIRE, 1962).

**j)** Emergência de plântulas: realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas em bandejas de poliestireno expandido, em casa de vegetação, com irrigações diárias, sendo contabilizado o total de plântulas normais emergidas em cada tratamento após o 14° da semeadura.

**k)** Índice de velocidade de emergência: realizado juntamente com a emergência de plântulas e calculado mediante a contagem diária de plântulas emersas até a estabilização do estande (MAGUIRE, 1962).

**l)** Envelhecimento acelerado: inicialmente 300 sementes foram distribuídas uniformemente sobre tela acoplada à caixa gerbox com 40 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara BOD, a 42°C por 96 h (BHERING et al., 2006). Decorrido este período, quatro subamostras de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas no décimo quarto dia após a semeadura.

**m)** Condutividade elétrica: foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, com massas conhecidas, imersas em 25mL de água destilada e mantidas em incubadora BOD, 25°C, por 24 horas (VIDIGAI et al, 2008). Após esse período, a condutividade elétrica de cada solução foi determinada em condutímetro. Os resultados são expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de sementes.

**n)** Teste de sanidade: as sementes foram dispostas em placas de Petri com camada dupla de papel filtro estéril e umedecido com água destilada esterilizada. Foram dispostas 25 sementes por placa em quatro repetições, totalizando 100 sementes por tratamento e as placas foram incubadas por sete dias em condições ambientais ( $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $\text{UR} = 85\% \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Após esse período, foi realizada a quantificação e identificação dos fungos, em nível de gênero, com base nas suas características morfológicas visualizadas com auxílio de microscópio.

o) Teste de raios X: Amostras de sementes colhidas nos diferentes períodos de armazenamento e nas cores vermelha e laranja foram fixadas com fita adesiva dupla face, em 24 grupos de 25 sementes sobre uma folha de acetato transparente. Em seguida, as sementes foram radiografadas utilizando equipamento digital Faxitron X-ray acoplado ao computador Core 2 Duo e monitor MultiSync de 17 polegadas. As radiografias foram realizadas para determinar sementes bem formadas, parcialmente formadas ou mal formadas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2x3 com quatro repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA a 5% de probabilidade. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caracterização dos frutos

Observaram-se alterações de cor nos frutos, conforme progrediu o processo de maturação. Os frutos colhidos laranja, após o armazenamento por sete dias, tornaram-se vermelhos. Já os frutos armazenados por quatorze dias, além de ficarem vermelhos, murchavam, devido à perda de água durante o armazenamento. Enquanto os frutos que foram colhidos vermelhos e armazenados por sete dias, tiveram poucas alterações, os frutos armazenados por quatorze dias ficaram murchos devido à perda de água.

Dados indicaram que frutos de diferentes espécies de *Capsicum* (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* e *C. frutescens*) apresentaram padrão de respiração e produção de etileno semelhante ao de frutos não-climatéricos durante o amadurecimento (Pereira, 2004). Porém, não há estudos prévios que mostrem os efeitos da perda de água sobre o padrão de respiração e produção de etileno em frutos dessas espécies de pimentas.

Podemos observar na Figura 1, a coloração dos frutos laranja e vermelhos logo após a colheita.



**Figura 1.** Fruto superior de coloração vermelha e fruto inferior de coloração laranja.

A largura e comprimento dos frutos revelaram que os períodos de repouso, não influenciaram no aumento do tamanho do fruto (Tabela 1). A espessura do pericarpo, não diferiu estatisticamente entre os frutos laranja e vermelhos (Tabela 1), já o repouso pós-colheita dos frutos, foi responsável pela

redução nos valores desta variável, devido à perda de água decorrente da respiração dos frutos de pimenta durante o período de armazenamento pós-colheita, aliada à baixa umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento, que provavelmente, influenciou na redução de algumas características biométricas dos frutos.

**Tabela 1.** Coloração (laranja e vermelha) de frutos de pimenta em três períodos de armazenamentos (0, 7 e 14 dias) para características como espessura do pericarpo (E.P.), comprimento, largura, número de sementes por frutos e a massa de sementes.

Cor	E.P.			Comprimento		
	0	7	14	0	7	14
Laranja	0,3A*a	0,24Ab	0,24Ab	2,68Ba	2,89Aa	2,78Aa
Vermelha	0,27Aa**	0,21Ab	0,24Ab	3,14Aa	3,04Aa	2,59Ab
CV*** (%)	10,72			8,29		
	Largura			Nº sementes		
	0	7	14	0	7	14
Laranja	2,37Aa	2,48Aa	2,20Aa	23,80Bb	41,95Aa	47,45Aa
Vermelha	2,47Aa	2,25Aa	2,24Aa	64,95Aa	54,50Ab	38,80Ab
CV (%)	7,87			26,22		
	Massa de sementes					
	0	7	14			
Laranja	0,20Bb	0,31Aa	0,34Aa			
Vermelha	0,44Aa	0,37Aab	0,30Ab			
CV (%)	18,54					

\*Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna. \*\*Letras minúsculas: comparação entre médias dentro de cada linha, pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade. \*\*\*CV= coeficiente de variação.

Em relação ao número de sementes, para os frutos laranja, houve aumento de 76,2% e 99,3% nos armazenamentos de 7 e 14 dias respectivamente. Isso ocorre porque, nos frutos onde houve extração imediata, as sementes possivelmente ainda estavam pequenas e mal formadas, já os frutos deixados em repouso, às sementes que ainda não estavam formadas, finalizaram o processo por meio da translocação de carboidratos dos frutos para as sementes, visto que a massa de sementes também aumentou conforme o mesmo período (Tabela 1). Já para sementes de frutos coloração vermelha, o número e a massa de sementes diminuíram em até 40,26% nos períodos de armazenamento de 14 dias, pois já haviam cessado essa



translocação, atingido a maturidade fisiológica e promovendo a perda de água nos frutos. À medida que as sementes amadurecem fisiologicamente acumulam matéria seca, conseqüentemente a massa de sementes aumenta e simultaneamente ocorre perda natural de água das sementes. Todo este processo está diretamente relacionado com o aumento do potencial fisiológico das sementes, considerando que o vigor das sementes aumenta com o decorrer da maturação, atingindo o máximo em momento próximo ou coincidente com o máximo acúmulo de reservas (MARCOS FILHO, 2005).

## **5.2. Caracterização física das sementes**

É possível observar na tabela 1 que sementes colhidas em frutos laranja houve acréscimo na massa em função do período de armazenamento, ou seja, frutos em cor laranja apresentam sementes com menor massa e o armazenamento promoveu o aumento da massa durante o processo de maturação.

Já para frutos vermelhos, é possível notar que as sementes apresentavam elevado teor de água, porém esses valores foram diminuindo, pois as sementes atingiram o equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar.

De acordo com (BEWLEY et al., 2013) o elevado teor de água na fase inicial de maturação necessário para a expansão celular, translocação de compostos e seu posterior decréscimo durante a maturação está relacionado à importância da água nos processos de formação de sementes. Durante a fase de desenvolvimento, o teor de água da semente permanece alto, há intenso acúmulo de matéria seca, representada por proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias, até as mesmas atingirem a maturidade fisiológica.

## **5.3 Avaliação do potencial fisiológico e sanitário de sementes**

Para os valores de germinação, obtiveram-se valores superiores no estágio de fruto vermelho, tanto na extração imediata das sementes quanto após o armazenamento por 7 e 14 dias. Já para os frutos laranja, nota-se que sementes submetidas ao repouso por 7 dias apresentaram germinação

superior à das extraídas logo após a colheita. Esse fenômeno também pode estar relacionado à menor quantidade de reservas armazenadas, as quais são essenciais para o fornecimento de energia para os processos iniciais de germinação, a síntese de proteínas e a atividade respiratória inicial envolvem componentes armazenados durante a maturação das sementes (NONOGAKI et al., 2010).

Entretanto, após o repouso de 14 dias, é possível notar uma diminuição na taxa de germinação (Tabela 2). Isso pode ser explicado devido ao fato que, o teste de germinação é realizado em papel e o teste de emergência em bandeja com substrato. Sendo assim, com a ocorrência de fungos, no teste de germinação, os mesmos ficam na semente e impedem que se formem plântulas normais, causando plântulas com podridão do hipocótilo, resultando em anormalidade da plântula fazendo com que não seja considerada normal na contagem do teste de germinação.

As análises de índice de velocidade de germinação mostrou que, as sementes de frutos laranja apresentaram germinação mais rápida, em comparação às sementes de frutos vermelhos (Tabela 2).

Vidigal et al. (2009) afirmam que a germinação das sementes de pimenta oriundas de frutos colhidos aos 50 DAA foi crescente com o armazenamento destes por até 12 dias, decrescendo a partir daí. Sanchez et al. (1993) observaram que houve aumento na germinação de sementes de pimentão obtidas de frutos colhidos aos 30 DAA e armazenados por 14 dias, ocorrendo máxima germinação quando os frutos foram colhidos aos 50 DAA e armazenados por sete dias. Estes trabalhos indicam que, a manutenção das sementes no interior dos frutos por sete a 12 dias resultam em melhor qualidade fisiológica.

A emergência de plântulas das sementes de frutos vermelhos foi maior aos dos frutos laranja, tanto na extração imediata das sementes quanto depois do repouso por 7 dias. A maior porcentagem de emergência foi nos frutos vermelhos e laranja com repouso por 14 dias evidenciando o benefício do armazenamento pós-colheita dos frutos sobre a qualidade das sementes de pimenta (Tabela 2). Queiroz et al. (2011) também obtiveram incremento na emergência de plântulas de pimenta cultivar Habanero Yellow, quando os frutos foram colhidos aos 67 DAA e permaneceram em repouso por sete dias,

em relação aos frutos colhidos na mesma época e que não ficaram em repouso.



**Figura 2** - Teste de porcentagem de emergência de plântulas de pimenta de sementes extraídas dos frutos vermelhos, com repouso de 14 dias, conduzidos em bandejas de isopor de 200 células e mantidas em ambiente protegido com irrigação por aspersão.



**Figura 3** - Teste de porcentagem de emergência de plântulas de pimenta de sementes extraídas dos frutos laranja, com repouso de 14 dias, conduzidos em bandejas de isopor de 200 células e mantidas em ambiente protegido com irrigação por aspersão.

Para o índice de velocidade de emergência, o melhor resultado foi das sementes dos frutos laranja e vermelhos submetidas ao repouso por 14 dias.

Outro teste de vigor que foi realizado é o de envelhecimento acelerado. Segundo MARCOS FILHO (2010), o teste de envelhecimento acelerado tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela sua exposição à temperatura e umidade relativa elevadas, sendo estes os fatores ambientais mais relacionados à deterioração das sementes ao longo do tempo. Os melhores resultados obtidos foram nas

sementes de frutos vermelhos, onde houve menor taxa de deterioração quando comparado às sementes de frutos laranja. Estas, expressaram melhores percentuais de germinação sob o mesmo teste após o armazenamento de 7 e 14 dias. Nessa situação, sementes de baixa qualidade deterioraram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando redução diferenciada da viabilidade.

Menores valores de condutividade elétrica foram obtidos nos frutos de coloração vermelha, que apresentavam, por ocasião da colheita, membranas bem estruturadas, de modo que o armazenamento pós-colheita do fruto não afetou o sistema de membranas e conseqüentemente, a condutividade elétrica. Resultados semelhantes foram observados por VIDIGAL et al. (2006) e DIAS et al. (2006) em sementes de tomate obtidas de frutos de diferentes estádios de maturação e também submetidos ao armazenamento pós-colheita.

O armazenamento dos frutos laranja promoveu redução na quantidade de exsudados liberados pelas sementes. Resultado semelhante aconteceu com VIDIGAL et al. (2009) para pimenta "Amarela Comprida" e PEREIRA et al. (2014) para "Dedo de Moça" detectaram que quanto maior o período de repouso pós-colheita, menores os valores de condutividade elétrica, afirmando que o repouso no fruto favorece a formação e organização do sistema de membrana das sementes. Estes resultados permitem inferir que, em sementes imaturas a organização das membranas celulares ainda era deficiente; com a permanência das sementes no fruto as membranas foram organizadas de modo a reduzir a lixiviação de solutos, conforme também constatado por DEMIR & ELLIS (1992) & DIAS et al. (2006), em sementes de tomate.

Verifica-se que o vigor foi semelhante para as sementes colhidas dos frutos vermelhos, não sendo influenciado pelo período de armazenamento pós-colheita. No entanto, o armazenamento dos frutos laranja, promoveu aumento no vigor das sementes, onde houve um aumento da velocidade de emergência, melhores resultados nos testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado com o armazenamento pós-colheita.

**Tabela 2.** Coloração (laranja e vermelha) de frutos de pimenta em três períodos de armazenamentos (0, 7 e 14 dias) para parâmetros como % de germinação, índice de velocidade de germinação, % de emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica.

Cor	Germinação (%)			Índice de velocidade de germinação		
	0	7	14	0	7	14
Laranja	81B*b	92Aa	75,5Bb	4,69Ba	5,71Aa	4,97Ba
Vermelha	94,5Aa**	98,5Aa	93,5Aa	6,27Aa	6,78Aa	6,32Aa
CV*** (%)	10,92			12,45		
Cor	Emergência (%)			Índice de velocidade de emergência		
	0	7	14	0	7	14
Laranja	45Bc	66,5Bb	86Aa	2,93Ba	4,53Bb	6,47Bb
Vermelha	79,5Ab	87,5Aa	92Aa	8,41Aa	7,81Aa	9,33Aa
CV (%)	10,97			20,84		
Cor	Envelhecimento acelerado			Condutividade elétrica		
	0	7	14	0	7	14
Laranja	51Bb	78Aa	90Aa	399,4Aa	330,2Ab	344,3Ab
Vermelha	88,5Aa	84,5Aa	98Aa	287,8Ba	265,8Ba	293,1Ba
CV (%)	13,39			10,43		

\*Letras maiúsculas: comparação entre médias dentro de cada coluna. \*\*Letras minúsculas: comparação entre médias dentro de cada linha, pelo teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade. \*\*\*CV= coeficiente de variação.

A queda do poder germinativo e do vigor também pode ser causada por patógenos associados às sementes. Entre os microrganismos, os fungos compreendem o grupo de maior importância, causando redução da qualidade sanitária e fisiológica das sementes. Segundo TALAMINI et al. (2010), fungos de armazenamento podem promover enfraquecimento ou morte do embrião, reduzindo a germinação e emergência das sementes.

Observou-se nas sementes de frutos tanto de coloração vermelha como laranja, alguns fungos, como por exemplo, *Fusarium*, *Nigrospora* e *Penicillium* (Tabela 3), porém, nenhum desses patógenos interferiu nos resultados do trabalho. O pesquisador RUIZ FILHO et al. (2004) expõem que, muitos fungos em sementes estão associados à sua deterioração e, sua ação é dependente das condições físicas e fisiológicas das mesmas, por ocasião da

armazenagem, e dos fatores ambientais predominantes no decorrer desse período.

Na Tabela 3 observa-se a porcentagem de cada espécie de fungo presentes nas sementes.

**Tabela 3.** Tipos de coloração (Laranja e Vermelha) de frutos de pimenta em três períodos de armazenamentos (0, 7 e 14 dias) determinando a porcentagem de fungos nas sementes.

Cor	<i>Fusarium</i>			<i>Nigrospora</i>		
	0	7	14	0	7	14
Laranja	4	5,3	4	0	9	16
Vermelha	4	4	0	13	8	17

	<i>Penicillium</i>		
	0	7	14
Laranja	9	4	4
Vermelha	12	8	12

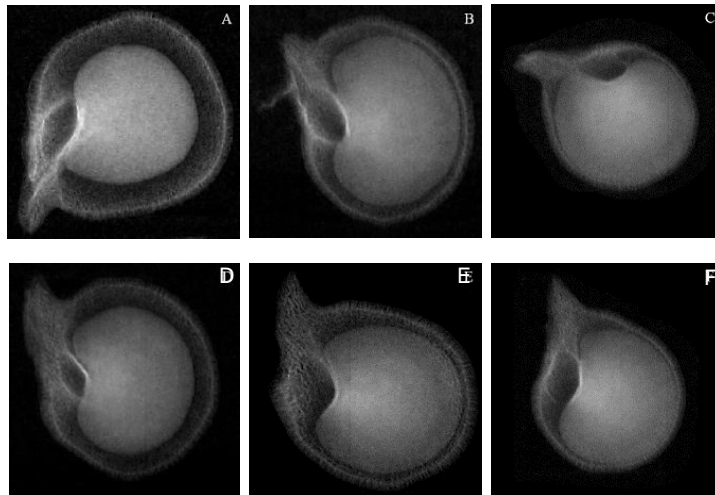
#### 5.4 Análise Raio X

A utilização da radiografia de baixa energia para avaliação da qualidade física das sementes é indicado pela ISTA (2004), que o considera um método rápido e não destrutivo, prescrevendo-o com a finalidade básica de detectar e analisar as estruturas internas das sementes, permitindo assim, a visualização de sementes cheias, vazias, mal formadas, com danos mecânicos ou que tenham sofrido algum dano de insetos e fungos, e em alguns casos, possibilitando a detecção de anormalidades no embrião, além do seu estágio de desenvolvimento (SIMAK; GUSTAFSSON, 1953).

Por meio da análise das imagens radiográficas foi possível observar a morfologia interna das sementes de pimenta (*Capsicum chinense* Jacquin).

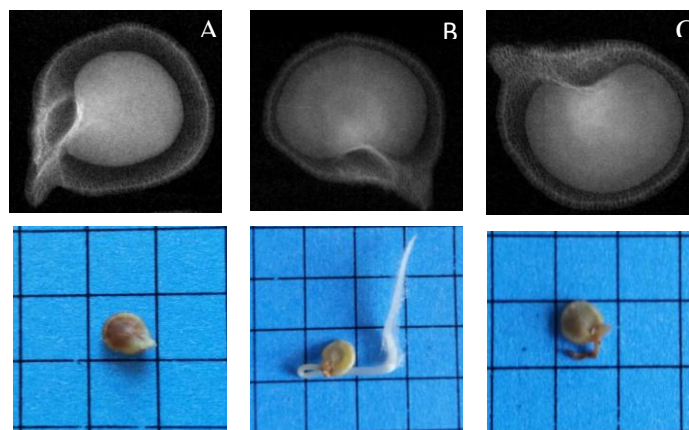
A grande maioria das pesquisas realizadas com raios-X em sementes no Brasil envolvem estudos de morfologia interna e sua relação com o potencial fisiológico de sementes de diversas espécies (CICERO, 2010).

A Figura 5 apresenta as imagens obtidas nas sementes oriundas dos diferentes tratamentos e períodos de armazenamento.



**Figura 4** - Imagens de raio-X de sementes de pimenta *Capsicum chinense* Jacquin, mostrando área livre entre tegumento e o endosperma nos diferentes estádios de maturação (A,B,C frutos vermelhos) e (D,E,F frutos laranja) aos 0, 7 e 14 dias.

A Figura 6 mostra imagens radiográficas de sementes de pimenta, cujo embrião é morfologicamente normal ou anormal e suas respectivas plântulas normais e anormais. Plântulas normais são aquelas que mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, quando desenvolvidas sob condições favoráveis, com todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias. Já as plântulas anormais são aquelas que não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em condições favoráveis. Plântulas com qualquer uma de suas estruturas essenciais muito infectadas ou muito deterioradas, como resultado de uma infecção primária (da própria semente), que comprometa o seu desenvolvimento normal são classificadas como anormais (BRASIL, 2009). É possível observar que, as sementes que tiveram sua cavidade interna cheia, originaram plântulas normais. Já as sementes com cavidade interna parcialmente cheia originaram plântulas com anormais que não germinaram.



**Figura 5** - Imagens de raio-X de sementes de pimenta *Capsicum chinense* Jacquin mostrando embrião e suas respectivas plântulas normais e anormais

Na tabela 4 e 5 é possível observar que, o maior percentual de embriões normais foi obtido em sementes laranja armazenadas com 7 e 14 dias, que tiveram maior porcentagem de sementes com morfologia interna cheia, mostrando que, na extração imediata, a maioria das sementes ainda não estavam com a cavidade interna formada. O mesmo ocorreu com as sementes vermelhas, porém, quando comparadas às sementes laranja e vermelhas, temos que, as vermelhas apresentaram maior percentual de embriões normais e maior área cheia da cavidade interna.

**Tabela 4.** Porcentagem de sementes laranja cheia, parcialmente cheia e vazia nos diferentes períodos de armazenamento (0, 7 e 14 dias)

Laranja	0 dias	7 dias	14 dias
Cheia (%)	48	57	69
Parcialmente cheia (%)	51	41	30
Vazia (%)	1	2	1

**Tabela 5.** Porcentagem de sementes vermelhas cheia, parcialmente cheia e vazia nos diferentes períodos de armazenamento (0, 7 e 14 dias)

Vermelho	0 dias	7 dias	14 dias
Cheia (%)	50	60	70
Parcialmente cheia (%)	49	40	30
Vazia (%)	1	0	0



As sementes que apresentaram maiores percentuais de área livre demonstravam anormalidades no embrião, não bem formado, provavelmente devido a isso, não foram capazes de produzir plântulas normais.

Assim verifica-se que com o avanço no estágio de maturação das sementes, houve um aumento de massa seca e conseqüente diminuição da área livre interna. A avaliação da morfologia interna de sementes é imprescindível tanto para a caracterização de espécies pouco estudadas quanto para a melhoria da qualidade de lotes de sementes, no que se diz respeito ao seu atributo físico e fisiológico, visto que a informação sobre a existência de sementes defeituosas e vazias é desejável porque podem influenciar nos resultados de germinação (GOMES JUNIOR, 2010).

Para resultados mais precisos, seria necessário uma análise detalhada das imagens através de programas de computador.

## **6. CONCLUSÃO**

Concluiu-se que, quando extraídas sementes de frutos vermelhos, há uma maior porcentagem de germinação, emergência e vigor, comparada com as sementes de frutos laranja, pois esses frutos já atingiram a maturidade fisiológica. Já em sementes extraídas de frutos laranja, o processo de armazenamento do fruto pós-colheita por sete a quatorze dias resultam em melhor qualidade fisiológica, aumentando sua porcentagem de germinação, emergência e seu vigor, afirmando que o repouso no fruto favorece a formação e organização do sistema de membrana das sementes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Mudanças e Sementes. 2007. Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>. Acessado em 18 de fevereiro de 2017.
- ABUD, Haynna Fernandes et al. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, n. 12, p. 1546-1554, 2014.
- BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; UENO, B. Agronegócio Pimenta Tabasco no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. 2011. **Resumos...Viçosa: ABH, 2011 (CD-ROM)**.
- BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. B. Three new species of *Capsicum* (Solanaceae) and a key to the wild species from Brazil. **Systematic Botany**, v. 30, n. 4, p. 863-871, 2005.
- BARBEDO, A. S. C. et al. Efeitos da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 18-21, 1994.
- BARBEDO, C. J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A. S. C.; ZANIN, A. C. W. Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv, Rubi na qualidade fisiológica de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 14-18, 1994.
- BERGER, F. et al. Double fertilization - caught in the act. **Oin Plant Science**, oxford, v.13, p.437-443, 2008.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, A.M. **Seeds - Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press. 2nd ed., 445p. 1994.
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3rd ed., 392 p. 2013.
- BHERING, Maria Carmen et al. Accelerated aging of pepper seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 64-71, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise sanitária de sementes**. Mapa/ACS, 2009.
- CAIXETA, Franciele et al. Determinação do ponto de colheita na produção de sementes de pimenta malagueta e alterações bioquímicas durante o armazenamento e a germinação. **Científica**, v. 42, n. 2, p. 187-197, 2014.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.

ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica e recursos genéticos. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C. de; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. Cap 5. p. 39-54.

CASTRO, M. M.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1491-1495, 2008.

CICERO, S. M.; Aplicação de imagens radiográficas no controle de qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.3, p.48-51, 2010.

DEMIR, I.; ELLIS, R. H. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. **Seed Science Research**, v. 2, n. 2, p. 81-87, 1992.

DEMIR, I.; ELLIS, R.H. Development of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed quality. **Annals of Applied Biology**, 121, p. 385–399, 1992.

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

DIAS, D.C.F.S. Maturação fisiológica de sementes: O processo. **Seed News**, v.5, n.6, p.22- 24, 2001.

DOMENICO, C. I.; LILLI, AJO; MELO, AMT. Caracterização de componentes de produção de híbridos intra-específicos de pimenta-hortícola. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**. 2010.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M.; CARVALHO, S. I. C. Produção de sementes. In: RIBEIRO, C. S. C. et al. **Pimenta *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, ed. 2. p. 200, 2008.

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

HOEKSTRA, F.A.; GOLOVINA, E.A.; BUITINK, J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. **Trends in Plant Science**, Oxford v. 6, n. 9, p. 431-438, 2001.

| **INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA)**. Regras internacionais para análise de sementes. **Seed Science and Technology**, Zurich, 174p. 2004.

LAKSHMANAN, V.; BERKE, T. G. Lack of primary seed dormancy in pepper (*Capsicum* spp.). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v. 17, n. 1, 1998.

LEPRINCE, O.; BUITINK, J. Desiccation tolerance: From genomics to the field. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 554-564, 2010.

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, jan./fev., 2014.

MARCOS FILHO, JULIO MARCOS FILHO. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq, 2005.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.1 e 3, p.1-24, 2010.

MATOS, T. de S.; NASCIMENTO, E. C. do; GENUNCIO, G. da C.; NEITZKE, R. S. Perspectivas e potencialidades do mercado de pimentas. **Campo e Negócio**, Uberlândia n. 145, p. 28-33, 2017.

MOREIRA G. R; CALIMAN F. R. B; SILVA D. J. H; RIBEIRO C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p.16-29, 2006.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 1. ed. Londrina: Abrates, 2015. 2-21 p.

NASCIMENTO, E. C. do; GENUNCIO, G. da C.; ZONTA, E. Pimenta – Tipos e ardências que fazem toda a diferença. **Campo e Negócio**, Uberlândia, 2015.

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. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109, 1998.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination-Still a mystery. **Plant Science**, Limerick, v. 179, p. 574–581, 2010.

PEREIRA, Francisco Elder Carlos Bezerra et al. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PEREIRA, G.M. (2004) Variabilidade no padrão de amadurecimento dos frutos de acessos de Capsicum. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 51 p.

PEREIRA, C. O. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão em função do estágio de colheita, período de repouso de frutos e armazenamento. Maria Aparecida Vilela de Resende Faria. 2009. 76p. **Dissertação de mestrado** –

Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes, Janaúba, 2009.

PEREIRA, T. N. S.; RODRIGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M.C. (org) Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais. São Luís: **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura**, 2005. 137-159p.

QUEIROZ, L. A. F. *et al.* Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta Habanero Yellow. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 472-481, 2011.

REGRAS, PARA ANÁLISE DE SEMENTES. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**. 1992.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. 1. ed. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2000

RIBEIRO, C.S.C.; SOUZA, O.B.; LOPES, D.; REIFSCHNEIDER, F.B. **Programa de Melhoramento Genético de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças para Processamento Industrial**. 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2003, Centro de Convenções do Descobrimento. Porto Seguro-BA, 2003.

RICCI, N.; PACHECO, A. C.; CONDE, A. S.; CUSTÓDIO, 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.

RUIZ FILHO, R. R.; SANTOS, A. F. dos; MEDEIROS, A. C. S.; JACCOUD FILHO, D. S. Fungos associados às sementes de cedro. **Summa Phytopathologica**, v. 30, n. 4, p. 494-496, 2004.

RURAL, Panorama. Pimenta-um mundo de cores e sabores. **Panorama Rural**, v. 7, p. 30-35, 2006.

SANCHEZ, V. M. *et al.* Fruit maturity, storage and postharvest maturation treatments affect bell pepper (*Capsicum annuum* L.) seed quality. **Scientia Horticulturae**, v. 54, n. 3, p. 191-201, 1993.

SILVA, E. V. da. Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural. 2017. 170 f. **Tese (Doutorado em Química)** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; VIGGIANO, J. Extração de sementes de frutos carnosos de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 77-102.

SILVA, H. P.; COSTA, C. A.; TOLEDO, D. S.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; CAMPOS, P. F. A.; NEVES, J. M.; SANTOS, G. B. Ponto de Colheita Ideal dos Frutos de Tomate para a produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S4010 – S4014, agosto, 2009.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, Å. X-ray photography and sensitivity in Forest tree species. **Hereditas**, v. 39, p. 458-468, 1953.

TALAMANI, V.; LIMA, N. S.; MENEZES, M. S.; SILVA, A. M. F.; SOUSA, R. C. de.; SILVA, L. M. da. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) produzidas por agricultores familiares em Sergipe. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2010

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

VIDIGAL, D. S. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta em função do estágio de maturação dos frutos. 2008. 77 p. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VIDIGAL, D. O. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 87-93, 2006.