



**HELLISMAR WAKSON DA SILVA**

**ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE FRUTOS,  
SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES  
DE ABOBRINHA (*Cucurbita pepo* L.)**

**LAVRAS - MG  
2016**

**HELLISMAR WAKSON DA SILVA**

**ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, SECAGEM E  
CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE ABOBRINHA**

*(Cucurbita pepo L.)*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Dr. João Almir Oliveira  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2016**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha  
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados  
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Hellismar Wakson da.

Estádios de maturação de frutos, secagem conservação de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) / Hellismar Wakson da Silva. – Lavras: UFLA, 2016.

62 p.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. *Cucurbita pepo* L.. 2. Maturidade fisiológica. 3. Proteínas resistentes ao calor. 4. Atividade enzimática. 5. Sanidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**HELLISMAR WAKSON DA SILVA**

**ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DE FRUTOS, SECAGEM E  
CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE ABOBRINHA  
(*Cucurbita pepo* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de agosto de 2016.

Dra. Leidiane Aparecida Ferreira Queiroz      MAPA

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho      UFLA

Dr. João Almir Oliveira  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2016**

*Aos meus pais, Hélio Xavier e Eliane Maria.*

**DEDICO**

*A Deus;  
Ao Divino Pai Eterno;  
pelas bênçãos e graças concedidas  
durante toda a minha vida.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, perseverança e saúde para concluir mais esta conquista.

Aos meus pais, Hélio Xavier e Eliane Maria, pelos ensinamentos, amor e compreensão para com as minhas escolhas.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade oferecida para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Hortiagro Sementes e seus funcionários, especialmente ao Vicente e Paulo, pelo apoio e suporte técnico indispensável para condução do campo de produção de sementes.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Almir Oliveira, que não mediu esforços ao dedicar seu tempo a esclarecer minhas dúvidas e pelos valiosos ensinamentos que tanto contribuíram para minha formação.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dr. Maria Laene Moreira de Carvalho e Dra. Leidiane Aparecida Ferreira Queiroz, pelas valiosas contribuições.

Aos professores do Setor de Sementes (DAG), Dr. João Almir Oliveira, Dr. Maria Laene Moreira de Carvalho, Dr. Édila Vilela de Resende Von Pinho e Dr. Renato Mendes Guimarães, e aos pesquisadores Dr. Antônio Rodrigues Vieira (EPAMIG) e a Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa (Embrapa Café), pelos conhecimentos repassados, atenção e profissionalismo.

À Lucinda Helena e Jodson Moraes, pela amizade, apoio e grandiosa colaboração durante a condução do experimento.

Aos meus amigos Felipe Gabriel, Renato Silva, Renato Rodvalho e Luís Sérgio, pela amizade, parceria e apoio durante a toda minha graduação e na pós-graduação.

À Aline Clemente, Juliana Espíndola e Marcos Vinícios, pelo comprometimento e ajuda nas análises de enzimas e sanidade.

Aos técnicos do Laboratório Central de Sementes (DAG), Geraldo Castro e Jaqueline Pereira, e do Laboratório de Patologia de Sementes (DFP), Ângela de Fátima, pela paciência, ajuda e apoio técnico nas análises.

As secretárias do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Fitotecnia, Marli dos Santos, e do Setor de Sementes, Viviana Melo, pela paciência e pelo profissionalismo.

À todos os estagiários e alunos de iniciação científica do Setor de Sementes (DAG), especialmente à Ana Clara, Débora Gomes, Gleice Aparecida e Lara Fernanda, pela ajuda nas análises.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e para minha formação, **MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

A abobrinha possui a maior variabilidade genética entre as espécies do gênero *Cucurbita*. Essa cultura se destaca no cenário nacional como uma das dez hortaliças de maior importância econômica, seja pela comercialização dos frutos ou pela geração de empregos. Para qualquer cultura, a exemplo da abobrinha, a uniformidade e velocidade de emergência constituem alguns dos principais fatores que afetam a produtividade e a qualidade do produto colhido. A colheita e os procedimentos de secagem são fundamentais para obtenção de sementes de elevada qualidade, bem como para sua conservação durante o armazenamento. O objetivo nesta pesquisa foi avaliar o efeito de estádios de maturação de frutos e velocidades de secagem sobre a qualidade de sementes de abobrinha recém-colhidas e armazenadas por 6 meses. As sementes de abobrinha variedade Caserta, foram produzidas na empresa Hortiagro Sementes e as análises realizadas no Laboratório Central de Sementes e de Patologia de Sementes da Universidade Federal de Lavras. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial envolvendo três estádios de maturação (49, 56 e 63 DAA - dias após a antese), duas velocidades de secagem (lenta e rápida) e dois períodos de armazenamento (0 e 6 meses). As sementes foram avaliadas quanto à qualidade física (teor de água, massa de mil sementes e sementes cheias), fisiológica (germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, tetrazólio, condutividade elétrica, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência) e sanitária. Também foi avaliada a atividade de proteínas resistentes ao calor (proteínas LEA) e das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), malato desidrogenase (MDH), álcool desidrogenase (ADH) e esterase (EST). As sementes de abobrinha atingem máxima qualidade aos 49 DAA. As secagens lenta e rápida não influenciam a qualidade fisiológica das sementes colhidas aos 49 DAA. O atraso da colheita dos frutos reduz a qualidade das sementes. A menor expressão das proteínas LEA e enzima CAT indicam melhores resultados para a secagem lenta. A secagem rápida reduz a incidência dos fungos *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Phoma*, e aumenta a ocorrência de *Aspergillus* e *Penicillium*.

Palavras-chave: *Cucurbita pepo* L.. Maturidade fisiológica. Proteínas resistentes ao calor. Atividade enzimática. Sanidade.



## ABSTRACT

Zucchini has the greatest genetic variability among species of the genus *Cucurbita*. This culture stands out in Brazil as one of the ten most economically important vegetables, both by its commercialization and by generating jobs in the field. For any culture, like the zucchini, uniformity and emergence speed are some of the main factors that affect the product's productivity and quality. Harvesting and drying procedures are essential for obtaining high quality seeds, as well as for its conservation during storage. The aim of this research was to evaluate the effect of fruit maturation stages and drying rates on the quality of freshly picked zucchini seeds and seeds stored for 6 months. *Hortiagro Sementes* Company produced zucchini seeds of variety Caserta and the analysis was carried out at the Central Seed Laboratory and at the Seed Pathology Laboratory in the Federal University of Lavras. It was used a completely randomized design with four replications, in a factorial scheme involving three maturity stages (49, 56 and 63 DAA - days after anthesis), two drying speeds (slow and fast) and two storage periods (0 and 6 months). The seeds were evaluated for physical (water content, mass of thousand seeds and filled with seeds), physiological (germination, first count, accelerated aging, tetrazolium, electrical conductivity, seedling emergence and emergence speed index) and sanitary quality. It was also evaluated the activity of heat-resistant proteins (LEA proteins) and superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), malate dehydrogenase (MDH), alcohol dehydrogenase (ADH) and esterase (EST). Zucchini seeds reach maximum quality at 49 DAA. Slow and fast drying do not affect the physiological quality of seeds harvested at 49 DAA. Delayed harvest of fruits reduces the quality of seeds. The lower expression of LEA proteins and CAT enzyme indicates better results in slow drying. Fast drying reduces the incidence of the fungus *Alternaria*, *Cladosporium*, *Phoma* and *Fusarium*, and increases the occurrence of *Aspergillus* and *Penicillium*.

Keywords: *Cucurbita pepo* L.. Physiological maturity. Heat resistant protein. Enzymatic activity. Sanity.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos gerais da cultura da abobrinha</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Maturidade fisiológica de sementes</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Secagem e mecanismos de tolerância à remoção de água em sementes</b> .....	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>Armazenamento e deterioração de sementes</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Local e materiais</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Avaliação da qualidade das sementes</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Teor de água</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Massa de mil sementes</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Teste de germinação e primeira contagem</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Envelhecimento acelerado</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Condutividade elétrica</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Teste de tetrazólio</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Análise radiográfica</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Emergência de plântulas e IVE</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.9</b>	<b>Teste de sanidade</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.10</b>	<b>Atividade de proteínas e enzimas</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística</b> .....	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Resumo da análise de variância</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Análises físicas e fisiológicas</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise de proteínas e enzimas</b> .....	<b>40</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise sanitária</b> .....	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A família *Cucurbitaceae* compreende um grupo de gêneros e espécies de maior diversidade genética entre as plantas cultivadas no mundo. Dentre as diversas espécies da família *Cucurbitaceae*, a abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) se destaca no cenário nacional como uma das dez olerícolas de maior importância econômica, seja pela geração de empregos diretos e indiretos ou pela comercialização dos frutos.

Diante da importância econômica e social da cultura da abobrinha e, sobretudo, considerando que sua propagação é por sementes, o uso de sementes de elevado potencial fisiológico e sanitário torna-se imprescindível para obtenção de mudas uniformes, estande adequado, elevada produtividade e qualidade do produto colhido.

Um dos maiores entraves para produção de sementes de abobrinha de elevada qualidade, é a identificação do momento mais adequado para a colheita dos frutos, pois as plantas apresentam florescimento indeterminado e os frutos não alteram a cor durante a maturação. Por esse motivo, o número de dias após a antese pode destacar-se como uma técnica eficiente na identificação prática da maturidade fisiológica de sementes dessa espécie.

A maturidade fisiológica caracteriza o estágio de máxima qualidade de sementes. Para a maioria das espécies, este estágio de desenvolvimento caracteriza o período de máximo acúmulo de matéria seca, podendo ou não coincidir com o máximo potencial de germinação e vigor.

A colheita precoce resulta na obtenção de sementes imaturas e lotes de baixa qualidade; por outro lado, a permanência das sementes no campo após a maturidade fisiológica pode contribuir para ataque de insetos e microrganismos que reduzem consideravelmente a qualidade das sementes durante o armazenamento. Neste contexto, a identificação do momento mais adequado

para colheita é essencial para obtenção de sementes de elevado potencial fisiológico. Além disso, a escolha dos melhores procedimentos de secagem também merece atenção especial, principalmente para espécies de frutos carnosos, cujas sementes apresentam elevados teores de água após a colheita.

A secagem lenta tem se mostrado mais adequada para espécies cujas sementes são colhidas com alto teor de água, geralmente solanáceas e cucurbitáceas. Este tipo de secagem, possibilita a redução gradual do teor de água e a indução de mecanismos de remoção de água que conferem às sementes capacidade de tolerar a dessecação, bem como possibilita a sua conservação durante o armazenamento. Em detrimento, a secagem rápida pode promover danos oxidativos decorrentes da produção de radicais livres que reduzem drasticamente a qualidade de sementes.

Portanto, a tolerância de sementes à remoção de água depende de diversos fatores, tais como: acúmulo de açúcares e proteínas e a síntese de enzimas nas fases finais do desenvolvimento, da temperatura e tempo de secagem, taxa de remoção de água e teor de água inicial das sementes. Assim, a identificação do estágio de maturação para a colheita e dos procedimentos adotados na secagem são etapas que contribuem substancialmente para obtenção de sementes de alta qualidade, e, também, para sua conservação durante o armazenamento.

Objetivou-se neste trabalho, avaliar a qualidade de sementes de abobrinha colhidas em diferentes estádios de maturação de frutos, submetidas à secagem rápida e lenta e ao armazenamento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da cultura da abobrinha

A abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.), também conhecida como abobrinha de moita, de tronco ou de árvore, é uma das várias espécies da família *Cucurbitaceae*, a mesma da abóbora, chuchu, maxixe, melancia, melão, moranga e pepino (FILGUEIRA, 2008). Originária da região central do México, onde foi domesticada a pelo menos 5.000 anos atrás (KUMAR; RATTAN; SAMNOTRA, 2016), a abobrinha possui a maior variabilidade genética entre as espécies do gênero *Cucurbita* (PRIORI et al., 2012).

A cultura desenvolve-se, preferencialmente, em regiões temperadas e subtropicais (PARIS, 2016), com temperatura diurna entre 24 e 29 °C e temperatura noturna entre 16 e 24 °C (LIM, 2012). Frio excessivo é desfavorável, bem como temperaturas elevadas prejudicam a polinização e o desenvolvimento dos frutos, comprometendo a produção (FILGUEIRA, 2008).

As plantas de abobrinha são anuais, com hábito de crescimento ereto, alógamas e florescimento monóico (KUMAR; RATTAN; SAMNOTRA, 2016; FILGUEIRA, 2008; LIM, 2012). O caule é marcadamente anguloso, pedúnculo com ou sem acúleos, com as costelas intermediárias ou profundas em ângulo agudo ou obtuso, não alteradas durante a maturação dos frutos (LOPES; MACIEL; NASCIMENTO, 2014).

O sistema radicular é superficial e extensivamente ramificado, com uma raiz principal bem desenvolvida. As folhas são simples, alternadas, espinhosas, recortadas, com ou sem manchas brancas. As flores são amarelas e solitárias, sendo as femininas menos numerosas. A polinização é 100% entomofílica, ou seja, depende exclusivamente da atividade de insetos para o desenvolvimento de frutos (FILGUEIRA, 2008; LIM, 2012).

Os frutos são pequenos (3,5-8,0 cm de diâmetro), alongados com extremidades arredondadas, de coloração verde-clara e, geralmente, com finas listras longitudinais de cor verde escura (FILGUEIRA, 2008; PARIS, 2016). As sementes são lisas, planas, ovais, possuem película descamante quando seca, porção mediana achatada, protuberância marginal mais ou menos pronunciada, cicatriz do funículo reta ou arredondada (LIM, 2012; LOPES; MACIEL; NASCIMENTO, 2014).

A abobrinha é considerada uma das hortaliças mais valorizadas do mundo (ESTERAS et al., 2012), sendo que a maior parte do seu valor econômico deriva-se da comercialização de frutos imaturos (PARIS, 2016), comercializados na forma *in natura* ou processados (WYATT et al., 2015).

Embora o principal produto comercial da cultura da abobrinha seja um fruto imaturo de polpa tenra (CARDOSO; PAVAN, 2013), as sementes/grãos, descartadas como resíduos agroindustrial (PATEL, 2013), também possuem propriedades nutricionais e medicinais cientificamente comprovadas (ARDABILI; FARHOOSH; KHODAPARAST, 2011; PATEL, 2013; RABRENOVIC et al., 2014).

Os frutos de abobrinha possuem em média 1,1% de proteínas, 0,1% de lipídeos, 1,4% de fibras e 4,3% de carboidratos (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP, 2011). Já as sementes podem acumular 25,4% de proteínas, 41,59% de lipídeos, 2,49% de fibras e 25,19% de carboidratos (ARDABILI; FARHOOSH; KHODAPARAST, 2011). Apesar da diferença na composição química, estudos evidenciam que tanto o consumo dos frutos quanto das sementes promovem diversos benefícios à saúde humana, seja pelos efeitos nutricionais ou pelas propriedades medicinais, destacando-se a atividade antioxidante, anticancerígena, antidiabética e antibacteriana (KUMAR; RATTAN; SAMNOTRA, 2016; LIM, 2012; PATEL, 2013; RABRENOVIC et al., 2014).

Além do valor alimentar, o cultivo de cucurbitáceas no Brasil, a exemplo da abobrinha, tem grande importância social na geração de empregos diretos e indiretos (RESENDE; BORGES; GONÇALVES, 2013), isso porque demanda grande quantidade de mão-de-obra desde o cultivo até a comercialização (CORRÊA et al., 2015). De acordo com a estimativa da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABCSEM, 2014), a abobrinha está entre as dez hortaliças de maior valor econômico no Brasil. Com aproximadamente 551 milhões de toneladas produzidas em 2012, estima-se que a comercialização desta hortaliça tenha atingido o valor de R\$ 2.171,1 milhões.

Atualmente, não se tem na literatura, informações sobre a taxa de utilização de sementes de abobrinha no país. Entretanto, sabe-se que o mercado de sementes de hortaliças e flores movimenta mais de R\$ 700 milhões ao ano. As sementes de algumas espécies de polinização aberta, a exemplo de abobrinha, são exportadas, alcançando um valor anual próximo a R\$ 20 milhões (PESKE, 2016).

Diante da importância social e econômica da cultura da abobrinha e, sobretudo, a crescente preocupação dos olericultores em produzir frutos de qualidade com baixo custo de produção, torna-se necessária uma população adequada e uniforme de plantas no campo (NAKADA et al., 2011). Neste contexto, o uso de sementes altamente vigorosas constitui um elemento básico e fundamental para a obtenção de mudas vigorosas e uniforme, o que, conseqüentemente, reflete em estande adequado, elevada produtividade e qualidade do produto colhido (COSTA; TRZECIAK; VILLELA, 2008; LOPES et al., 2014; NAKADA et al., 2011).

## 2.2 Maturidade fisiológica de sementes

Para produção de sementes de alta qualidade, especialmente as de espécies olerícolas, que possuem elevado valor econômico agregado (FIGUEIREDO NETO et al., 2015), é importante que as mesmas sejam colhidas o mais próximo da maturidade fisiológica (SANTOS et al., 2016). Para a maioria das espécies, este estágio de desenvolvimento caracteriza o período de máximo acúmulo de matéria seca, característica que pode não coincidir com a máxima germinação e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A identificação do estágio de maturidade fisiológica, bem como, do momento adequado para a colheita, possibilita a obtenção de sementes com elevado potencial fisiológico, pois, além de reduzir a quantidade de sementes imaturas em colheitas precoces, evita a deterioração progressiva que ocorreria caso as sementes permanecessem no campo após atingirem a máxima qualidade (ABUD et al., 2013; DONATO et al., 2015; FIGUEIREDO NETO et al., 2015; SILVA et al., 2015).

O desenvolvimento de sementes é caracterizado por uma série cronológica de alterações, tais como: tamanho, teor de água, conteúdo de massa seca, germinação e vigor (ALMEIDA et al., 2016). Estas alterações podem ser divididas em três fases (histodiferenciação, deposição de reservas e dessecação) que se iniciam após a fertilização do óvulo e se encerram quando cessa a transferência de matéria seca da planta-mãe para as sementes, o que, geralmente, caracteriza o máximo potencial fisiológico (BEWLEY et al., 2013; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Na primeira fase (histodiferenciação), a fertilização do óvulo resulta na divisão, expansão e diferenciação celular (BEWLEY et al., 2013). Estes eventos são coordenados em vias distintas de desenvolvimento para formação do embrião, endosperma e tegumento das sementes (LÓPEZ-FERNÁNDEZ;



MALDONADO, 2015). Em seguida, na segunda fase, o acúmulo de matéria seca é intensificado até atingir o máximo, momento em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-mãe e passam a ser indivíduos independentes (MARCOS FILHO, 2015). O acúmulo adequado de reservas, predominantemente compostas por carboidratos, proteínas e lipídeos, exerce grande influência no vigor de sementes, isso porque, durante as fases iniciais da germinação, essas reservas são as principais fontes de energia para germinação e o crescimento da plântula (BEWLEY et al., 2013; DOMÍNGUEZ; CEJUDO, 2014; ZHU et al., 2016). Por fim, ao se desligarem fisiologicamente da planta-mãe, as sementes completam seu desenvolvimento com a redução do teor de água, fase conhecida como dessecação ou secagem (MARCOS FILHO, 2015).

Em espécies de frutos carnosos, como a abobrinha, o desenvolvimento das sementes normalmente ocorre simultaneamente ao dos frutos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Portanto, o uso de marcadores físicos e morfológicos dos frutos (coloração e tamanho) e das sementes (peso e teor de água), podem facilitar a identificação do estágio de maturidade fisiológica no próprio campo de produção de sementes (COSTA; CARMONA; NASCIMENTO, 2006; MEDEIROS et al., 2010).

As características fenológicas das plantas de abobrinha, tais como florescimento e frutificação contínuos e frutos em diferentes estádios de maturação na mesma planta, além da dificuldade de distinção dos estádios de maturação quanto à cor dos frutos, têm se caracterizado como o maior entrave no reconhecimento prático da melhor época de colheita para obtenção de sementes de qualidade. Por esse motivo, o número de dias após a antese (DAA) pode destacar-se como uma técnica eficiente na identificação da maturidade fisiológica de sementes dessa espécie.

O número de DAA tem sido bastante utilizado na identificação do estágio de maturidade fisiológica das sementes de várias espécies olerícolas,

como maxixe (32 DAA) (MEDEIROS et al., 2010), abóbora (50 a 60 DAA) (FIGUEIREDO NETO et al., 2014, 2015), abóbora híbrida (60 DAA) (SILVA et al., 2015), abobrinha (60 DAA) e pepino (45 a 50 DAA) (NAKADA et al., 2011).

Nakada et al. (2011) observaram que as mudanças de cor dos frutos de pepino ao longo da maturação, podem servir como marcador morfológico do ponto de colheita. Estes autores também constataram que o máximo potencial fisiológico das sementes ocorreu quando a colheita dos frutos foi realizada aos 45 e 50 dias após a antese (DAA), período em que os frutos apresentam coloração verde-esbranquiçada.

Apesar das variações quanto ao momento da ocorrência da maturidade fisiológica para as espécies da família *Cucurbitaceae*, é possível observar que, em geral, a máxima qualidade das sementes das espécies apresentadas foi obtida para frutos colhidos entre 32 e 60 DAA. Essa informação pode facilitar a condução de futuros trabalhos que almejam identificar, de forma precisa, o estágio de máxima qualidade de sementes para aquelas espécies pouco estudadas.

Outra prática que também tem sido utilizada para obtenção de sementes de qualidade em espécies de frutos carnosos é o armazenamento ou repouso dos frutos pós-colheita. Essa prática só é possível graças à existência de equilíbrio osmótico entre o pericarpo do fruto e as sementes, o que possibilita a síntese e a translocação de metabólitos dos frutos para as sementes, mesmo após o desligamento da planta-mãe (BEWLEY et al., 2013; JUSTINO et al., 2015).

O armazenamento dos frutos pós-colheita torna-se ainda mais interessante para espécies de crescimento e florescimento indeterminado, pois permite colher simultaneamente os frutos em diferentes estádios de maturação e completar o processo de maturação das sementes imaturas mesmo após o seu desligamento da planta-mãe. Dessa maneira, além de reduzir o número de

colheitas, o emprego adequado do repouso reduz também o tempo de exposição dos frutos e sementes ao ataque de insetos e microrganismos no campo (BARBEDO et al., 1994; VIDIGAL et al., 2009a).

Algumas pesquisas indicam que, para abóbora e abobrinha, o repouso dos frutos por 1 a 4 semanas possibilita que as sementes atinjam níveis máximos de germinação e vigor (FIGUEIREDO NETO et al., 2014, 2015; KUMAR et al., 2014; MARROCOS et al., 2011; SILVA et al., 2015).

### **2.3 Secagem e mecanismos de tolerância à remoção de água em sementes**

Além da identificação do momento mais adequado para a colheita, a secagem de sementes também assume grande importância no controle de qualidade de empresas produtoras, principalmente para espécies colhidas com elevados teores de água (QUEIROZ et al., 2011), como é o caso de solanáceas e cucurbitáceas.

Para espécies de frutos carnosos, como pimenta (QUEIROZ et al., 2011) e berinjela (ZAMARIOLA et al., 2013), em que as sementes apresentam elevados teores de água ao atingirem a maturidade fisiológica, tem-se observado que a secagem lenta resulta em sementes de melhor qualidade, em comparação à secagem rápida.

A secagem rápida de sementes com elevado teor de água, induz processos oxidativos e a produção de radicais livres, reduzindo, assim, a qualidade das sementes (QUEIROZ et al., 2011). Por outro lado, a secagem lenta, conduzida em condições de campo (ainda na planta-mãe) ou em secador a baixa temperatura, possibilita o desenvolvimento de mecanismos de tolerância à remoção de água, possivelmente devido às condições de secagem reduzirem gradativamente o teor de água das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Contudo, os fatores temperatura e tempo de secagem, taxa de perda de água e teor de água inicial das sementes, têm efeitos significativos na aquisição de tolerância à remoção de água (HE et al., 2016; SILVA et al., 2007). Portanto, a ação dos mecanismos de defesa exerce grande influência na manutenção da qualidade de sementes durante a secagem (HE et al., 2016) e, principalmente, durante o armazenamento (NAKADA et al., 2010).

A sensibilidade de sementes à secagem, depende das condições de secagem, teor de água e qualidade inicial das sementes, aliados também aos aspectos genéticos (OLIVEIRA et al., 2011). Esses fatores estão diretamente relacionados com a capacidade de sementes ortodoxas tolerarem a dessecação, bem como, a indução e ação de mecanismos envolvidos na tolerância à remoção de água (HE et al., 2016; SILVA et al., 2007).

A tolerância à remoção de água é adquirida gradualmente durante o desenvolvimento de sementes através do acúmulo de proteínas resistentes ao calor, deposição de oligossacarídeos específicos e a ativação de enzimas antioxidantes (BERJAK; FARRANT; PAMMENTER, 2007; BEWLEY et al., 2013; HE et al., 2016). Estes mecanismos atuam em sinergismo e, a ausência ou deficiência de um deles, determina o grau de sensibilidade das sementes à dessecação (VEIGA et al., 2007).

Dentre as proteínas resistentes ao calor, as proteínas LEA (*late embryogenesis abundant*) ou abundantes na embriogênese tardia, são as mais estudadas e relacionadas com a tolerância de sementes à dessecação (ALMEIDA et al., 2016; BERJAK et al., 2007; LEPRINCE; BUITINK, 2010; NAKADA et al., 2010; SANTOS et al., 2016; SILVA et al., 2014).

Tipicamente acumuladas nas fases finais da embriogênese e em resposta à desidratação, as proteínas LEA são moléculas formadas por aminoácidos altamente hidrofílicos e estáveis a altas temperaturas, apresentam elevada solubilidade e capacidade de atrair água, mantendo assim a estrutura das

membranas (BEWLEY et al., 2013; MARCOS FILHO, 2015; NAKADA et al., 2011).

As proteínas LEA estão presentes em diferentes compartimentos celulares, tais como citosol, cloroplastos, mitocôndrias e núcleo (DINAKAR; BARTELS, 2013). Estas proteínas desempenham diferentes funções, incluindo sequestro de íons, ação sinérgica com solutos compatíveis na estabilização de macromoléculas e protoplasma, proteção das estruturas celulares, membranas e outras proteínas, bem como, reestruturação de proteínas parcialmente desnaturadas (BERJAK et al., 2007; DEKKERS et al., 2015; TUNNACLIFFE; WISE, 2007).

Com a remoção da água nas células, as proteínas LEA e oligossacarídeos (rafinose, estaquiiose e verbascose) atuam em sinergismo para formação do estado vítreo em substituição da água, evitando o colapso celular imposto pela desidratação (BERJAK; PAMMENTER, 2013; MARCOS FILHO, 2015; TUNNACLIFFE; WISE, 2007). Elsayed, Rafudeen e Golldack (2013) explicam que, durante a dessecação, o grupo hidroxil existente nos açúcares substitui o grupo OH da água para manter as interações hidrofílicas com os lipídeos e proteínas das membranas, mantendo assim, a sua integridade estrutural.

Durante a secagem, a redução da água induz o acúmulo de açúcares que aumentam as forças de coesão entre as moléculas e diminuem a mobilidade molecular dentro do citoplasma. Quando o teor de água é drasticamente reduzido, o citoplasma entra no estado vítreo. Nesta condição, as reações degenerativas, tais como peroxidação de lipídeos, são drasticamente reduzidas, contribuindo, assim, para conservação das sementes a longo prazo (BUITINK; LEPRINCE, 2008; LEPRINCE; BUITINK, 2010).

A produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), tais como peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), o radical superóxido ( $O_2^-$ ) e o radical hidroxil

(OH<sup>•</sup>), são subprodutos inevitáveis da redução do oxigênio molecular (O<sub>2</sub>) e normalmente gerados em decorrência do estresse promovido pela desidratação (DINAKAR; BARTELS, 2013; VENTURA et al., 2012). Para minimizar os danos decorrentes de espécies reativas de oxigênio, a atividade metabólica deve ser reduzida; por outro lado, a atividade de enzimas associadas à deterioração é intensificada (DEKKERS et al., 2015).

Além de ser um importante mecanismo relacionado à tolerância à remoção de água, a atividade de enzimas antioxidantes, tais como superóxido dismutase, catalase, peroxidase e ascorbato peroxidase, constitui um importante indicador das alterações degenerativas ou a imaturidade de sementes de muitas espécies (ALMEIDA et al., 2016; HE et al., 2016; NAKADA et al., 2010, 2011; SANTOS et al., 2016; SILVA et al., 2016; ZHU et al., 2016).

A síntese de proteínas específicas que atuam no sistema de defesa da célula, fornece indícios de que até certo momento, a redução natural do teor de água das sementes não pode ser substituída por uma secagem prematura (WANG et al., 2014). Radwan et al. (2014) complementam que as reações de estresse promovidas pela dessecação (remoção natural de água) são essenciais para as sementes adquirirem capacidade de tolerar a dessecação e de permanecerem viáveis durante o armazenamento.

#### **2.4 Armazenamento e deterioração de sementes**

Ao atingirem a maturidade fisiológica e se tornarem independentes da planta-mãe, inicia-se uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas que resultam na redução gradual da germinação e culmina com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015; WANG et al., 2014). A velocidade dessas alterações deteriorativas é influenciada pelas características intrínsecas da espécie (composição química), teor de água das sementes, temperatura e umidade

relativa do ar do ambiente de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015; DIAS et al., 2016).

O teor de água e a temperatura exercem efeitos sinérgicos sobre a taxa de respiração das sementes, afetando a velocidade das reações oxidativas responsáveis pela deterioração e perda da viabilidade (BEWLEY et al., 2013). Contudo, tanto o teor de água como a temperatura de armazenamento podem ser facilmente manipulados, de forma que os processos deteriorativos sejam retardados (ABREU et al., 2013; DIAS et al., 2016).

De acordo com Ventura et al. (2012), a maioria dos danos provocados pela deterioração, resultam das espécies reativas de oxigênio (EROs) produzidas durante a dessecação e o armazenamento prolongado. Esses radicais livres caracterizam-se por serem altamente reativos e nocivos a várias atividades celulares, tais como redução do teor de lipídeos, destruição de lipídeos das membranas, redução da eficiência respiratória e acréscimo da formação de aldeídos tóxicos (MARCOS FILHO, 2015).

Abreu et al. (2013) ressaltam que a peroxidação de lipídeos pode ser a causa mais frequente da deterioração e perda da viabilidade de sementes, estando diretamente relacionada com as atividades respiratórias (OLIVEIRA et al., 2016). Por esse motivo, as alterações enzimáticas têm se destacado como um importante marcador de deterioração em sementes de diversas espécies, tais como pepino (NAKADA et al., 2010), milho (TIMÓTEO; MARCOS FILHO, 2013), girassol (ABREU et al., 2013), soja (CARVALHO et al., 2014), pimenta (SANTOS et al., 2016) e algodão (OLIVEIRA et al., 2016).

Em estudos com sementes de pepino, Nakada et al. (2010) verificaram aumento gradativo da atividade da enzima esterase ao longo do armazenamento. Sabe-se que, esta enzima atua no crescimento do eixo embrionário e na quebra de lipídeos (CARVALHO et al., 2014), justificando assim, o aumento dos

valores de condutividade elétrica das sementes de pepino durante o armazenamento (NAKADA et al., 2010).

Carvalho et al. (2014) constataram que em sementes de soja armazenadas em condições não controladas (22 °C e 73% UR), ocorre redução da atividade das enzimas álcool desidrogenase e malato desidrogenase, principalmente a partir de seis meses, coincidindo com a redução da germinação e vigor. Por outro lado, quando as sementes foram armazenadas em câmara fria e seca (10 °C e 50% UR), a atividade das enzimas, a germinação e o vigor, se mantiveram elevadas até o final do armazenamento (12 meses).

A enzima álcool desidrogenase catalisa a conversão de acetaldeído em etanol, durante a respiração anaeróbica, reduzindo consideravelmente o acúmulo desse composto tóxico. Já a malato desidrogenase desempenha papel importante na produção de ATP e de compostos intermediários essenciais para o funcionamento das células. Portanto, enquanto a álcool desidrogenase atua na desintoxicação celular, a malato desidrogenase participa de processos respiratórios, mobilização de reservas e metabolismo de síntese (MARCOS FILHO, 2015).

Além da álcool desidrogenase, as enzimas superóxido dismutase e catalase também constituem um importante mecanismo protetor, atuando na remoção de radicais livres (SANTOS et al., 2016). Nakada et al. (2010) ressaltam que a atividade dessas enzimas é de extrema importância para conservação da qualidade de sementes ao longo do armazenamento.

A superóxido dismutase atua na primeira linha de defesa da célula, transformando o radical superóxido ( $O_2^-$ ) em oxigênio molecular ( $O_2$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) (MARCOS FILHO, 2015). Em sementes de pepino, essa enzima foi capaz de detectar diferenças sutis que não foram detectadas em testes fisiológicos (NAKADA et al., 2010).



Para completar a ação da superóxido dismutase, a catalase tem a função de eliminar o peróxido de hidrogênio produzido em condições de estresse (SANTOS et al., 2016). Portanto, a redução da atividade dessa enzima expõe as células aos danos oxidativos, que provocam a perda da viabilidade durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 2015), conforme evidenciado para sementes de pepino (NAKADA et al., 2010) e milho (TIMÓTEO; MARCOS FILHO, 2013).

Contudo, o manejo das condições de armazenamento é fundamental para o funcionamento adequado dos sistemas de defesa das células, os quais influenciam diretamente na longevidade das sementes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e materiais

O experimento foi conduzido na empresa Hortiagro Sementes, localizada em Ijaci-MG e no Laboratório Central de Sementes e de Patologia de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando sementes de abobrinha da variedade Caserta.

As sementes foram doadas pela empresa Hortiagro Sementes e semeadas em bandejas multicelulares contendo substrato comercial (Carolina Padrão). Após 15 dias da semeadura, as mudas foram transplantadas para canteiros em casa de vegetação, sendo dispostas em espaçamento de 0,4 m entre plantas e 1,2 m entre canteiros. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura (FILGUEIRA, 2008).

No início da fase reprodutiva da cultura, as flores foram identificadas diariamente com fio de lã de diferentes cores no dia da antese e os frutos colhidos manualmente em três estádios de maturação (Figura 1): 49 dias após antese - DAA (frutos amarelos com listras contínuas de cor verde escuro), 56 DAA (frutos amarelos com listras fragmentadas de cor verde escuro e amarelo claro) e 63 DAA (frutos amarelos com listras fragmentadas de cor verde escuro e amarelo escuro). Após a colheita dos frutos, os mesmos foram mantidos em repouso durante sete dias em condições ambientais (25 °C e 80% UR) para uniformizar o processo de maturação, conforme recomendado para abobrinha menina brasileira (MARROCOS et al., 2011).

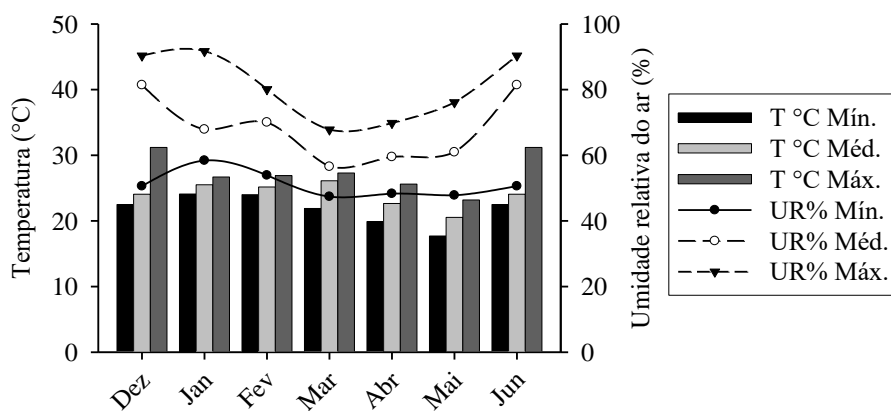
As sementes foram extraídas manualmente, lavadas em água corrente e submetidas à secagem lenta e rápida. Para a secagem lenta, as sementes foram distribuíram sobre telas plásticas e mantidas em ambiente de sala a 23,7 °C e 80% UR. A secagem rápida foi conduzida em protótipo de secador

(NAVRATIL; BURRIS, 1982) a 35 °C e 40% de UR. Nos dois procedimentos de secagem, as sementes foram distribuídas em camada única e secadas até atingirem 9% de teor de água. Em seguida, foram beneficiadas em máquina de peneiras e ar, acondicionadas em saco de papel kraft multifoliado e armazenadas em condições ambientais, cujos dados de temperatura e UR estão apresentados na Figura 2.

Figura 1 - Frutos de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta colhidos em diferentes estádios de maturação (49, 56 e 63 DAA). UFLA, Lavras, 2016.



Figura 2 - Temperatura e umidade relativa do ar durante o armazenamento de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta. UFLA, Lavras, 2016.



## **3.2 Avaliação da qualidade das sementes**

### **3.2.1 Teor de água**

O teor de água foi determinado pelo método da estufa a 105 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009b), utilizando quatro repetições de 25 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.2.2 Massa de mil sementes**

Para determinar a massa de mil sementes, oito repetições de 100 sementes secas (9% de teor de água) foram pesadas em balança com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009b).

### **3.2.3 Teste de germinação e primeira contagem**

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidas em germinador regulado a temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 8 horas. A porcentagem de plântulas normais foi avaliada no quarto (primeira contagem) e oitavo (germinação) dias após a implantação do teste (BRASIL, 2009b).

### **3.2.4 Envelhecimento acelerado**

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido utilizando 100 sementes distribuídas sobre tela metálica fixada no interior de caixas plásticas do tipo gerbox, contendo no fundo, 40 mL de água destilada. As caixas tampadas

foram mantidas por 72 horas em câmara do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) regulada a temperatura de 41 °C (MEDEIROS et al., 2014). Após esse período, quatro repetições de 25 sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, computando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura.

### **3.2.5 Condutividade elétrica**

Para avaliação da condutividade elétrica, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes previamente pesadas (0,001 g), colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada e mantidas em B.O.D. a 25 °C por 24 horas. A leitura da condutividade elétrica foi avaliada em condutímetro, modelo mCA 150, e os resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

### **3.2.6 Teste de tetrazólio**

Para condução deste teste, foram realizados pré-testes com diferentes metodologias, com maior eficiência para os seguintes procedimentos: pré-umedecimento das sementes a 25 °C durante 18 horas para remoção do tegumento; imersão dos embriões em água a 25 °C durante 3 horas para remoção da membrana fina; e imersão dos embriões em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075% durante 17 horas a 30 °C. Em seguida, quatro subamostras de 25 embriões foram lavados em água corrente, seccionados longitudinalmente e avaliados quanto à viabilidade e vigor.

### **3.2.7 Análise radiográfica**

Quatro repetições de 100 sementes com 9% de teor de água foram expostas à radiação a uma distância de 50 cm da fonte em aparelho Faxitron HP modelo 43855A, com intensidade de 26 kV por 18 segundos. As imagens radiográficas foram analisadas e as sementes classificadas de acordo com as estruturas internas, sendo os resultados expressos em porcentagem de sementes cheias (embrião com mais de 90% dos tecidos desenvolvidos, claro e sem danos).

### **3.2.8 Emergência de plântulas e IVE**

A emergência de plântulas foi conduzida com quatro repetições de 25 sementes, semeadas em bandejas plásticas, contendo como substrato: solo e areia, na proporção 1:1. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal, à temperatura de 25 °C e regime diário de 12 horas de luz. As contagens diárias foram realizadas após a emergência da primeira plântula (cotilédones totalmente fora do substrato) até a estabilização. A porcentagem de emergência foi avaliada aos 15 dias após a semeadura e o índice de velocidade de emergência calculado conforme Maguire (1962).

### **3.2.9 Teste de sanidade**

Para avaliação da qualidade sanitária, oito repetições de 25 sementes foram incubadas por 7 dias sob regime alternado de luz e escuro por 12 horas, à temperatura de 20 °C, conforme o método do papel de filtro (Blotter test) (BRASIL, 2009a). Para reduzir a germinação das sementes, o substrato foi umedecido em solução de 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) a 8 ppm de

concentração. Após a incubação, foi avaliada a incidência de fungos em microscópio estereoscópico.

### **3.2.10 Atividade de proteínas e enzimas**

Para avaliação da atividade de proteínas e enzimas, duas subamostras de 50 sementes foram moídas em moinho refrigerado com nitrogênio líquido e antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) e, em seguida, armazenadas em “deep-freezer” a -86 °C até a realização das análises.

Na avaliação da atividade de proteínas resistentes ao calor (proteínas LEA), adicionou-se tampão de extração na proporção de 10 partes de tampão para 1 de amostra. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 16.000 xg por 30 minutos, a 4 °C. O sobrenadante foi separado e incubado em banho-maria a 85 °C, por 10 minutos. Em seguida foi repetida a centrifugação como descrito anteriormente, recolhendo-se o sobrenadante e procedendo-se a corrida eletroforética. Para revelação das proteínas, foi utilizada solução de Coomassie Blue 0,05% por 12 horas e solução de ácido acético 10% para descoloração até visualização das bandas (ALFENAS, 2006).

Para extração de enzimas, 100 mg do material moído foi colocado em microtubos adicionando-se 300 µL de tampão de extração (Tris HCl 0,2 M, pH 8,0) e 0,1% de β-mercaptoetanol. O material permaneceu em geladeira por aproximadamente 12 horas e, em seguida, foi centrifugado a 14.000 rpm por 30 minutos, sob temperatura de 4 °C. Do sobrenadante, 40 µL foi retirado e pipetado em gel de corrida, sistema descontínuo, gel separador poliacrilamida 7,5% e gel concentrador poliacrilamida 4,5%. As corridas foram realizadas em voltagem constante (150 V) por 4 horas, a 4 °C. Após a corrida, os géis foram revelados para as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), malato desidrogenase (MDH), álcool desidrogenase (ADH) e esterase (EST), conforme

Alfenas (2006). A avaliação dos perfis isoenzimáticos foi realizada de acordo com a presença e ausência de bandas e a intensidade delas.

### **3.3 Delineamento experimental e análise estatística**

Para analisar os dados do teor de água, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (estádios de maturação de frutos - 49, 56 e 63 DAA), em quatro repetições. Para as variáveis: massa de mil sementes, sementes cheias, germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, viabilidade, vigor, condutividade elétrica, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2x2, sendo três estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA), duas velocidades de secagem (lenta e rápida) e dois períodos de armazenamento (0 e 6 meses). Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). As médias referentes ao fator “estádio de maturação” foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Já as médias dos fatores “velocidade de secagem” e “períodos de armazenamento”, foram comparadas pelo teste F ( $p < 0,05$ ).



## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Resumo da análise de variância**

A partir dos resultados da análise de variância, foi possível constatar efeito significativo dos estádios de maturação de frutos sobre as variáveis teor de água (Tabela 1A), primeira contagem (Tabela 3A) e vigor pelo teste de tetrazólio (Tabela 4A). Ressalta-se que a primeira contagem também apresentou diferença significativa entre os períodos de armazenamento.

As variáveis: massa de mil sementes (Tabela 2A), sementes cheias (Tabela 3A) e viabilidade pelo teste de tetrazólio (Tabela 4A) não foram influenciadas pelos fatores estudados.

Para as interações, houve efeito significativo entre estádios de maturação de frutos X velocidade de secagem para a germinação após o envelhecimento acelerado (Tabela 4A) e condutividade elétrica (Tabela 5A); e entre estádios de maturação de frutos X velocidade de secagem X armazenamento para germinação (Tabela 3A), emergência e índice de velocidade de emergência (Tabela 5A).

### **4.2 Análises físicas e fisiológicas**

Houve redução do teor de água das sementes de abobrinha com o aumento da idade dos frutos, cujos valores variaram de 37,44 a 34,13% (Tabela 1). Durante o desenvolvimento de sementes, principalmente as de espécies de frutos carnosos, a existência de um meio aquoso entre o pericarpo do fruto e as sementes, é imprescindível para que ocorra a síntese e o acúmulo adequado de materiais de reserva (MARROCOS et al., 2011). Entretanto, ao atingirem a maturidade fisiológica, as sementes devem ser imediatamente submetidas à

secagem para reduzir o elevado teor de água e, conseqüentemente, evitar danos imediatos decorrentes da fermentação (NAKADA et al., 2010).

Tabela 1 - Teor de água (TA), massa de mil sementes (MMS) e sementes cheias (SC) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA). UFLA, Lavras, 2016.

Estádios de maturação	TA (%)	MMS (g)	SC (%)
49 DAA	37,44 a	151,07	98
56 DAA	34,64 b	150,06	97
63 DAA	34,13 b	150,47	97
CV (%)	4,32	2,07	2,48

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

O retardamento da colheita dos frutos não promoveu variações significativas na massa de mil sementes (Tabela 1), evidenciando que, aos 49 DAA, as sementes já haviam atingido o acúmulo máximo de reservas. Resultados semelhantes foram obtidos para sementes de abobrinha (MARROCOS et al., 2011), em que os máximos valores de massa seca foram observados entre 50 e 60 DAA.

A massa seca tem apresentado considerável eficiência na identificação da maturidade fisiológica de sementes de frutos carnosos, tais como maxixe aos 40 DAA (MEDEIROS et al., 2010), pepino aos 45 DAA (NAKADA et al., 2011), abobrinha entre 50 e 60 DAA (MARROCOS et al., 2011) e abóbora entre 50 e 60 DAA (FIGUEIREDO NETO et al., 2014, 2015; SILVA et al., 2015).

É notório que, independente do estágio de maturação de frutos, a porcentagem de sementes cheias ficou acima de 97% (Tabela 1), demonstrando a completa formação das estruturas internas das sementes (Figura 3). Constatou-se que a porcentagem de sementes cheias apresentou relação com a germinação, cujos resultados ficaram acima de 96% para as sementes recém-colhidas (Tabela

2). Trabalhando com sementes de abóbora colhidas entre 30 e 60 DAA, Silva et al. (2014) verificaram que o avanço dos estádios de maturação dos frutos aumentou consideravelmente a porcentagem de sementes cheias, relacionando com a porcentagem de plântulas normais. Nakada et al. (2011) também verificaram aumento da porcentagem de sementes cheias durante a maturação de pepino, coincidindo com o aumento de plântulas normais.

Tabela 2 - Germinação (%) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), colhidas em diferentes estádios de maturação (49, 56 e 63 DAA) e submetidas à secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e ao armazenamento (0 e 6 meses). UFLA, Lavras, 2016

Estádio de maturação	0 meses		6 meses	
	SL	SR	SL	SR
49 DAA	96 aB	100 aA	97 aA	99 aA
56 DAA	98 aA	98 aA	92 bB	100 aA
63 DAA	99 aA	99 aA	96 abA	96 aA
CV (%)	2,65			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste teste F ( $p < 0,05$ ).

Pelos resultados da germinação das sementes colhidas aos 49 e 56 DAA e armazenadas por zero e seis meses, respectivamente, verifica-se que a secagem rápida foi significativamente superior à secagem lenta (Tabela 2). Aos seis meses de armazenamento também houve menor germinação para as sementes colhidas aos 56 DAA e secadas lentamente, diferindo estatisticamente das colhidas aos 49 DAA.

Em estudos com sementes de berinjela, Zamariola et al. (2013) verificaram que aos 0 e 6 meses de armazenamento, não houve diferença de germinação para as sementes submetidas à secagem lenta (25 °C) e rápida (35 °C). Ao submeter sementes de pepino à secagem a 25, 35 e 45 °C, Nakada et al. (2010) também não constataram diferença no potencial de germinação, cujos

valores se mantiveram acima de 94% mesmo após doze meses de armazenamento em condições ambientais.

Apesar de a germinação ter sido substancialmente conservada por seis meses de armazenamento em condições não controladas, houve redução da primeira contagem durante o armazenamento (Tabela 3). Verifica-se que esta variável reduziu com o retardamento da colheita, evidenciando que a máxima qualidade das sementes de abobrinha foi atingida aos 49 DAA.

Tabela 3 - Primeira contagem de germinação (%) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.), em função dos estádios de maturação (49, 56 e 63 DAA) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses). UFLA, Lavras, 2016.

Estádio de maturação	0 meses	6 meses	Média
49 DAA	96	91	93 a
56 DAA	94	85	89 ab
63 DAA	85	85	85 b
Média	91 A	87 B	
CV (%)		6,11	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste teste F ( $p < 0,05$ ).

Resultados semelhantes foram observados por Nakada et al. (2011), em que a germinação de sementes de pepino foi máxima entre 41 e 53 DAA. Para abobrinha menina brasileira, Marrocos et al. (2011) constataram que a maturidade fisiológica das sementes foi atingida entre 50 e 60 DAA. Em abóbora, Figueiredo Neto et al. (2014, 2015) verificaram que a máxima qualidade das sementes foi alcançada aos 50 DAA.

Comparando-se os estádios de maturação de frutos, observou-se que as sementes submetidas à secagem lenta não apresentaram variações quanto ao vigor, estimado pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 4). Entretanto, as sementes colhidas aos 63 DAA e submetidas à secagem rápida apresentaram

vigor inferior às colhidas aos 49 e 53 DAA, diferindo também das sementes submetidas à secagem lenta. Estes resultados demonstram novamente que as sementes atingiram máximo vigor aos 49 DAA, e que o atraso da colheita de frutos e posterior secagem rápida, reduzem a qualidade das sementes.

Tabela 4 - Germinação (%) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) após o envelhecimento acelerado, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA) e velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida). UFLA, Lavras, 2016.

Estádios de maturação	SL	SR
49 DAA	86 aA	87 aA
56 DAA	85 aA	86 aA
63 DAA	84 aA	74 bB
CV (%)	8,80	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste teste F ( $p < 0,05$ ).

Com base nos resultados do teste de tetrazólio, verificou-se que, independente do estágio de maturação de frutos, as sementes apresentaram 100% de viabilidade (Tabela 5). Entretanto, ao classificar as sementes quanto ao vigor pelo mesmo teste, observou-se que aos 49 DAA as sementes apresentaram maior vigor (90%), o qual reduziu significativamente aos 63 DAA (74%). Esse efeito negativo do retardamento da colheita sobre a qualidade das sementes, também foi constatado na primeira contagem de germinação (Tabela 3) e no envelhecimento acelerado (Tabela 4).

Tabela 5 - Viabilidade e vigor de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) pelo teste de tetrazólio, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA). UFLA, Lavras, 2016.

Estádios de maturação	Viabilidade (%)	Vigor (%)
49 DAA	100	90 a
56 DAA	100	89 ab
63 DAA	100	86 b
CV (%)	2,09	3,95

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ao atingirem a maturidade fisiológica e se tornarem independentes da planta-mãe, inicia-se uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas que resultam na redução gradual da germinação e culminam com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015). Portanto, fica evidente que a redução da qualidade das sementes de abobrinha a partir de 49 DAA é um indicativo do início da deterioração, bem como, caracteriza este estágio como o momento de ocorrência da maturidade fisiológica, ou seja, período em que foi observado máximos valores de massa seca, germinação e vigor.

A condutividade elétrica reduziu com o aumento da idade dos frutos para os dois métodos de secagem, com menores valores para a secagem lenta aos 49 e 56 DAA (Tabela 5). Em estudos com pepino, Nakada et al. (2010) verificaram que, em comparação com a temperatura de 45 °C, as sementes secas ao ambiente (25 °C) e a 35 °C apresentaram menores valores de condutividade elétrica, atribuindo este comportamento ao maior tempo de secagem observado nas menores temperaturas. Segundo Silva et al. (2007), a secagem lenta promove melhor tolerância à dessecação, possivelmente devido ao maior tempo demandado para indução e operação dos mecanismos de defesa.

Tabela 6 - Condutividade elétrica ( $\mu\text{.cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$ ) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA) e velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida). UFLA, Lavras, 2016

Estádios de maturação	SL	SR
49 DAA	36,76 aB	44,30 aA
56 DAA	25,25 bB	29,11 bA
63 DAA	15,24 cA	17,35 cA
CV (%)	7,69	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste teste F ( $p < 0,05$ ).

O tempo médio necessário para as sementes de abobrinha atingirem o teor de água de 9% foi de aproximadamente 7 dias (velocidade de secagem:  $0,16\% \text{ h}^{-1}$ ) para a secagem lenta e 19 horas (velocidade de secagem:  $1,39\% \text{ h}^{-1}$ ) para a secagem rápida ( $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Portanto, é possível que os menores valores de condutividade elétrica das sementes submetidas à secagem lenta sejam um indicativo de que o maior tempo de secagem tenha possibilitado o melhor reestabelecimento dos sistemas de membranas das células, reduzindo consideravelmente a quantidade de lixiviados liberados.

É importante ressaltar que a redução da condutividade elétrica com o aumento da idade dos frutos não caracterizou acréscimo de vigor às sementes, visto que estes resultados não forneceram informações compatíveis com os demais testes de vigor (Tabela 3, 4, 5 e 7), em que a qualidade das sementes reduziu gradativamente com o retardamento da colheita. Vale ainda ressaltar que, de acordo com Elias et al. (2012), o teste de condutividade elétrica não é eficaz para avaliar o vigor de sementes de todas as culturas, pois, geralmente, a presença de uma membrana semipermeável de origem nucelar permite a entrada de água, mas não a difusão de certo eletrólitos para fora da célula. Este comportamento também foi observado para sementes de abobrinha (DUTRA;

VIEIRA, 2006) e melão (TORRES et al., 2009; TORRES; MARCOS FILHO, 2005), em que a condutividade elétrica não apresentou resultados compatíveis com os de demais testes de vigor.

Ao analisar os resultados do teste de emergência e do índice de velocidade de emergência de plântulas (Tabela 7), constatou-se que, independente do tempo de armazenamento, a qualidade das sementes foi máxima aos 49 DAA, não havendo diferença entre as velocidades de secagem. Entretanto, a partir deste estágio de maturação, a qualidade das sementes submetidas à secagem rápida reduziu drasticamente nos dois tempos de armazenamento (0 e 6 meses), com valores estatisticamente inferiores aos da secagem lenta, em que a emergência e o índice de velocidade de emergência se mantiveram constantes nos três estágios de maturação e ao longo do armazenamento das sementes.

Tabela 7 - Emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estágios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA), velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses). UFLA, Lavras, 2016.

Estádios de maturação	0 meses		6 meses	
	SL	SR	SL	SR
Emergência de plântulas (%)				
49 DAA	99 aA	93 aA	99 aA	94 aA
56 DAA	96 aA	63 bB	88 aA	76 bB
63 DAA	93 aA	56 bB	91 aA	75 bB
CV (%)	7,75			
Índice de velocidade de emergência				
49 DAA	5,41 aA	4,76 aA	4,79 aA	4,15 aA
56 DAA	5,34 aA	2,69 bB	4,19 aA	3,18 bB
63 DAA	5,32 aA	2,57 bB	4,38 aA	3,11 bB
CV (%)	11,45			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, em cada período de armazenamento, não diferem entre si pelo teste teste F ( $p < 0,05$ ).

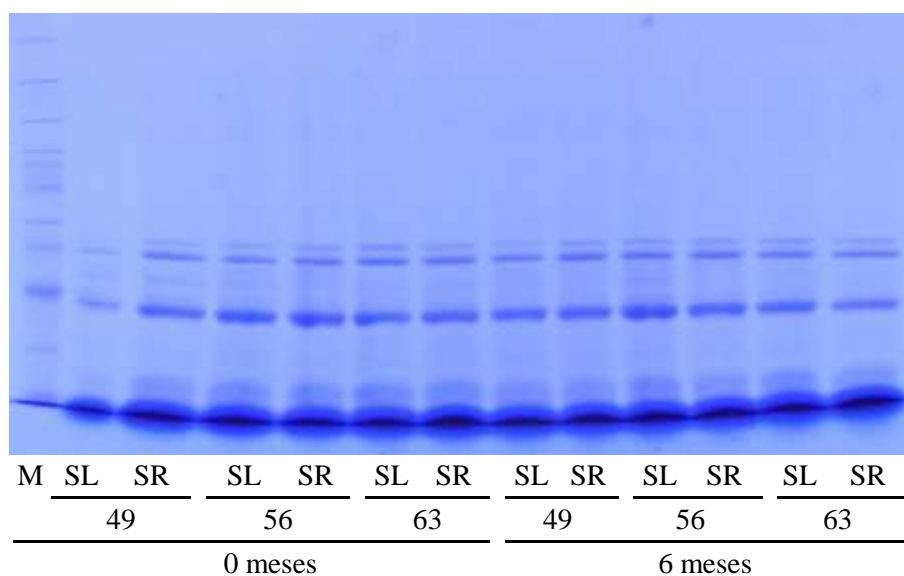


Zamariola et al. (2013) verificaram que em comparação com a secagem lenta (25 °C), a secagem rápida (35 °C) reduziu a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas de sementes de berinjela, concordando com os resultados obtidos neste trabalho. Também com sementes de berinjela, França et al. (2013) constataram que o aumento da temperatura de secagem de 32 °C para 38 °C reduziu a emergência de plântulas de 93 para 77%.

#### **4.3 Análise de proteínas e enzimas**

Pelo perfil eletroforético de proteínas resistentes ao calor (proteínas LEA), observa-se a presença dessas proteínas em todos os estádios de maturação, entretanto, aos 49 DAA, houve menor intensidade para as sementes recém-colhidas e submetidas à secagem lenta, o que não foi observado após o armazenamento (Figura 4).

Figura 4 - Padrões eletroforéticos de proteínas resistentes ao calor de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA), velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses). M - Marcador molecular de proteína. UFLA, Lavras, 2016.



Sabe-se que proteínas LEA são sintetizadas ao final da maturação (ROSA et al., 2005) e em resposta à desidratação (NAKADA et al., 2011). Além disso, a expressão dessas proteínas tem apresentado alta relação com a qualidade de sementes, podendo ser utilizada como um marcador do estágio de maturidade fisiológica, conforme foi observado para sementes de pimenta (VIDIGAL et al., 2009b), pepino (NAKADA et al., 2011) e abóbora (SILVA et al., 2015). Portanto, da mesma forma que foi verificado nos testes de viabilidade e vigor (Tabela 2 a 7), a presença de proteínas LEA nos três estádios de maturação evidencia que a maturidade fisiológica das sementes de abobrinha ocorreu aos 49 DAA, estágio em que também houve máximo acúmulo de massa seca (Tabela 1).

Em sementes ortodoxas, como as de abobrinha, as proteínas LEA, os oligossacarídeos das séries rafinose e estaquiose e as enzimas antioxidantes exercem influência direta na aquisição da tolerância à dessecação (BERJAK et al., 2007; BERJAK; PAMMENTER, 2013; HE et al., 2016). De acordo com Silva et al. (2007), a capacidade de sementes tolerarem a dessecação depende de vários fatores, tais como temperatura e tempo de secagem, taxa de perda de água e teor de água inicial.

Portanto, é possível que a menor velocidade de perda de água na secagem lenta ( $0,16\% \text{ h}^{-1}$ ) não tenha promovido injúrias às sementes colhidas na maturidade fisiológica (49 DAA), refletindo em menor atividade de proteínas LEA (Figura 3). Em detrimento, a maior redução do teor de água na secagem rápida ( $1,39\% \text{ h}^{-1}$ ) pode ter ocasionado distúrbios fisiológicos às sementes, necessitando assim de uma maior atividade de proteínas LEA para recuperar e/ou proteger as células contra eventos deteriorativos provocados pela elevação da temperatura de secagem (MARCOS FILHO, 2015).

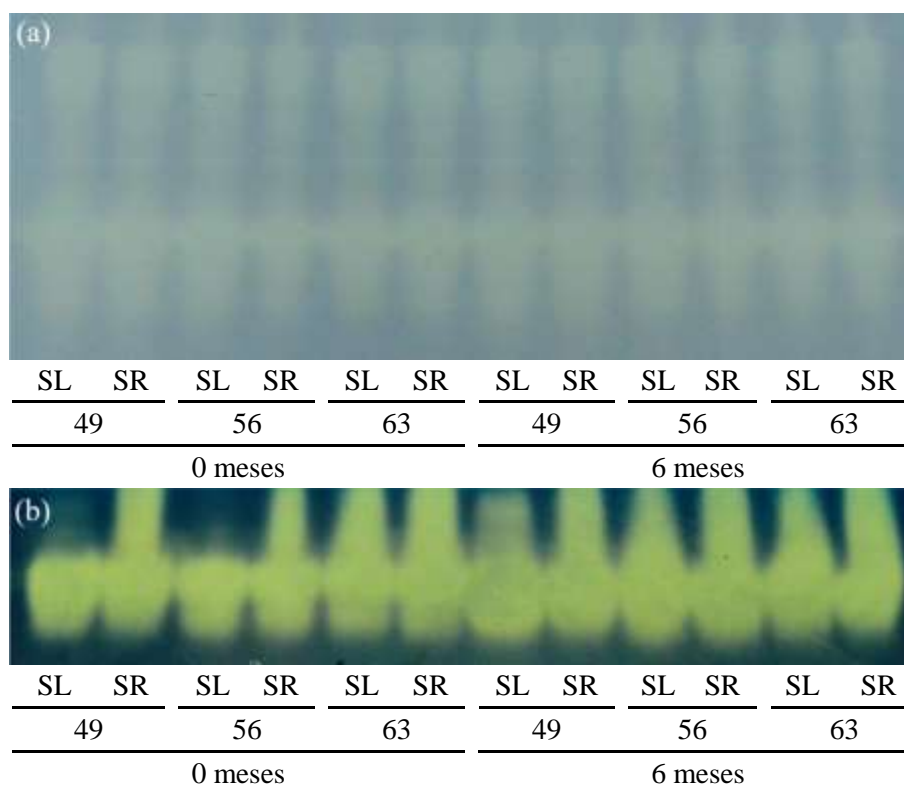
Em estudos com sementes de pimenta habanero, Santos et al. (2016) verificaram o mesmo padrão de expressão de proteínas LEA em diferentes estádios de maturação (49, 56, 63 e 70 DAA), sendo que, houve maior intensidade de bandas para as sementes submetidas à secagem artificial ( $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ) em comparação com a secagem natural (temperatura não informada), concordando com os resultados obtidos no presente estudo.

Ao analisar a atividade de enzimas removedoras de radicais livres, constatou-se que aos 49 DAA não houve diferença de intensidade da superóxido dismutase (SOD) entre as velocidades de secagem e períodos de armazenamento (Figura 5a). Estes resultados possuem relação com os obtidos nos teste de germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e IVE, em que a qualidade das sementes não diferiu entre as velocidades de secagem aos 49 DAA. Constata-se que o retardamento da colheita e o armazenamento reduziram

a atividade da SOD aos 56 DAA para a secagem rápida e aos 63 DAA para as duas velocidades de secagem.

Quanto à catalase (CAT) (Figura 5b), verificou-se que houve menor atividade dessa enzima para as sementes recém-colhidas aos 49 e 56 DAA, porém, aos 63 DAA, a intensidade das bandas foi igual entre as velocidades de secagem.

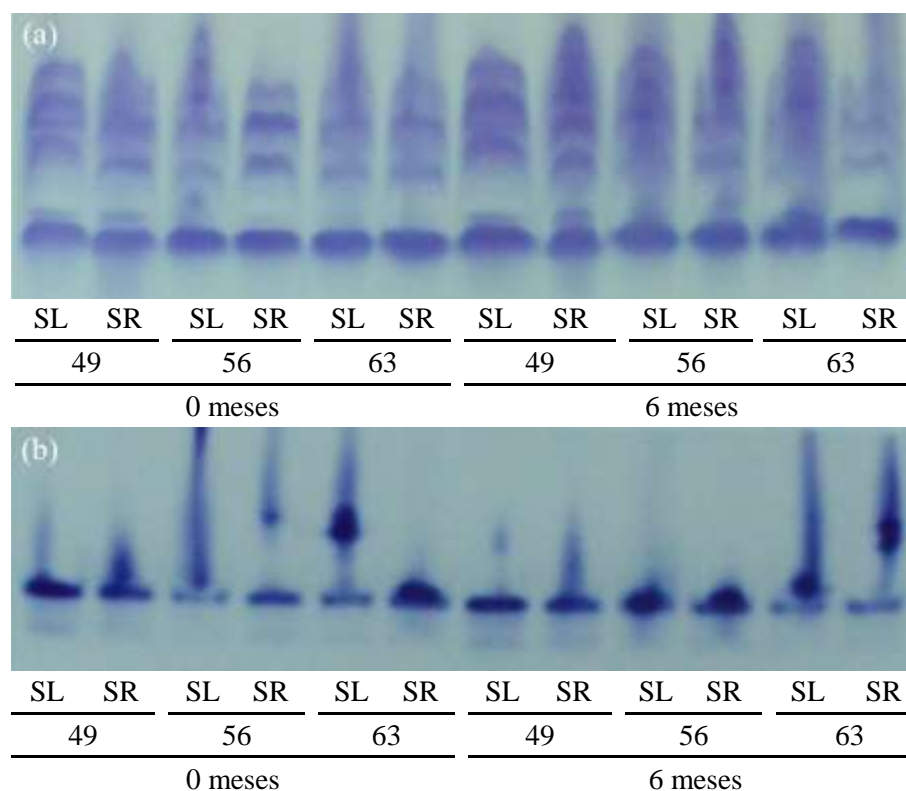
Figura 5 - Expressão isoenzimática da superóxido dismutase (a) e catalase (b) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA), velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses). UFLA, Lavras, 2016.



Da mesma maneira que foi constatado para proteínas LEA, é provável que a secagem rápida tenha provocado aumento da produção de peróxido de hidrogênio, refletindo em maior atividade das enzimas SOD e CAT nas sementes recém-colhidas e, principalmente, nas sementes armazenadas (Figura 5b). Estes resultados coincidem com os obtidos no envelhecimento acelerado (Tabela 4) e emergência de plântulas (Tabela 7), em que houve redução da qualidade das sementes aos 63 DAA.

A atividade da malato desidrogenase (MDH) foi semelhante nos diferentes estádios de maturação de frutos e velocidades de secagem (Figura 6a), porém, houve maior atividade dessa enzima nas sementes armazenadas. Sabe-se que a MDH faz parte de um grupo de enzimas de respiração aeróbica que agem como catalisadores da decomposição de substâncias de reserva (MARCOS FILHO, 2015). Portanto, a maior atividade da MDH nas sementes armazenadas (Figura 6a), evidencia a maior atividade respiratória nessas sementes, o que conseqüentemente pode ter resultado em menor velocidade de germinação na primeira contagem (Tabela 3) e na emergência de plântulas (Tabela 7), ocasionada pela menor disponibilidade de substâncias de reserva.

Figura 6 - Expressão isoenzimática da malato desidrogenase (a) e álcool desidrogenase (b) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA), velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses). UFLA, Lavras, 2016.

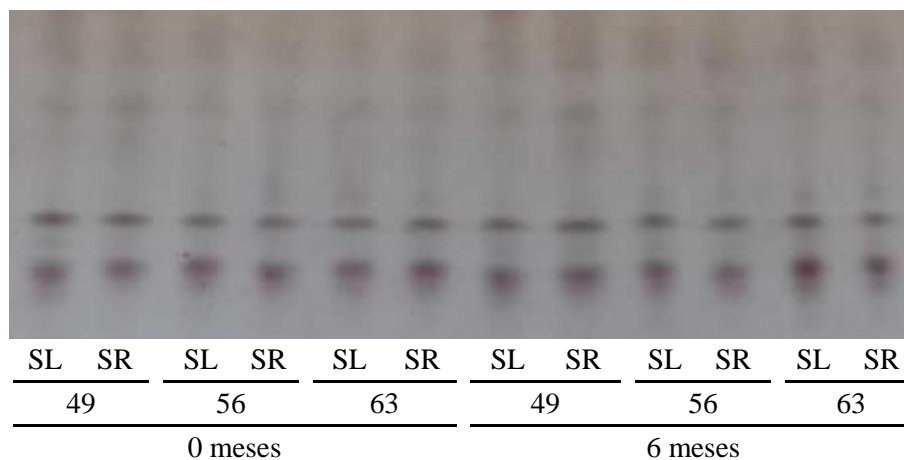


Os padrões da enzima álcool desidrogenase (ADH) foram semelhantes entre os estádios de maturação de frutos, velocidades de secagem e períodos de armazenamento, impossibilitando diferenciar o efeito destes tratamentos sobre a qualidade das sementes (Figura 6b). De acordo com Veiga et al. (2010), a ADH converte o acetaldeído em etanol, composto menos tóxico, contribuindo para redução da velocidade do processo de deterioração. Assim, a maior atividade

dessa enzima confere às sementes menor suscetibilidade à ação deletéria do acetaldeído (CARVALHO et al., 2014).

Da mesma maneira que foi observado para SOD e ADH, não houve diferença de expressão da esterase (EST) entre os tratamentos (Figura 7a), evidenciando o grau de prevenção à peroxidação de lipídeos (MARCOS FILHO, 2015). Além do aspecto protetor, essa enzima também desempenha importante papel na retomada do crescimento do eixo embrionário durante o processo de germinação, estando relacionada diretamente com o metabolismo de lipídeos (NAKADA et al., 2011; VEIGA et al., 2010). Portanto, a expressão uniforme da EST nos diferentes estádios de maturação de frutos e velocidades de secagem, justifica os elevados valores de germinação das sementes observados nas duas épocas de armazenamento (Tabela 2).

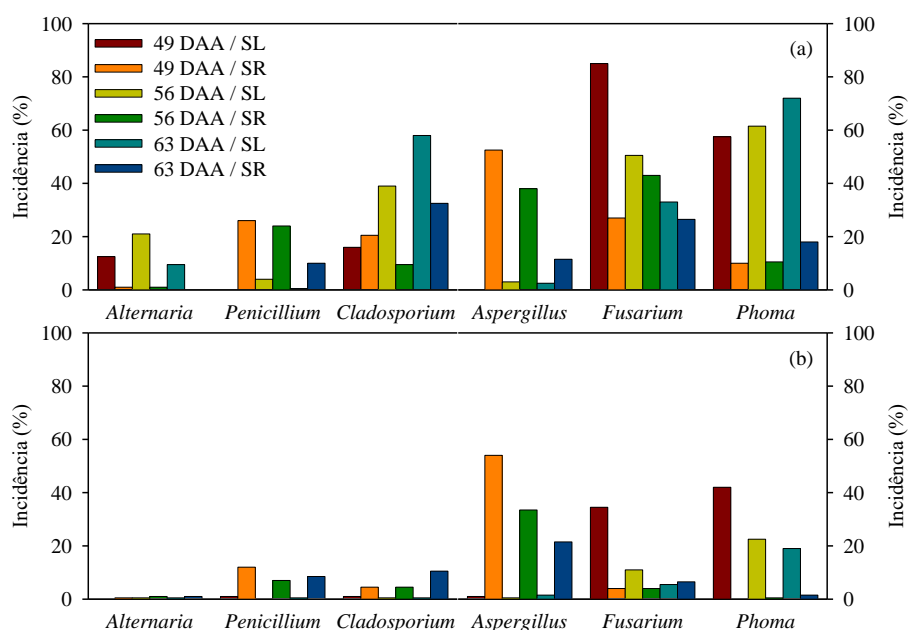
Figura 7 - Expressão isoenzimática da esterase de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, em diferentes estádios de maturação de frutos (49, 56 e 63 DAA), velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses). UFLA, Lavras, 2016.



#### 4.4 Análise sanitária

Ao analisar a qualidade sanitária das sementes (Figura 8), observou-se maior ocorrência dos seguintes gêneros de fungos: *Alternaria*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Phoma*. Os fungos *Curvularia*, *Epicocum* e *Trichoderma* apresentaram incidência esporádica e com baixa intensidade.

Figura 8 - Incidência de fungos em função dos estádios de maturação (49, 56 e 63 DAA), velocidades de secagem (SL: secagem lenta e SR: secagem rápida) e períodos de armazenamento (0 e 6 meses, “a” e “b”, respectivamente) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.). UFLA, Lavras, 2016.



Em sementes de abóbora menina brasileira, Casaroli et al. (2006) constataram a presença dos fungos *Alternaria*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Phoma*, os quais não interferiram na qualidade



fisiológica das sementes. Com exceção de *Cladosporium*, Bee e Barros (1999) também detectaram estes gêneros de fungos em sementes de abóbora variedade Caserta.

De maneira geral, a incidência de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Phoma* foi menor para as sementes submetidas à secagem rápida, tanto para as sementes recém-colhidas como para aquelas armazenadas (Figura 8). Porém, a infestação de *Penicillium* e *Aspergillus* foi menor em sementes secas de forma lenta, cujos valores ficaram abaixo de 2%, independente do tempo de armazenamento. Nakada et al. (2010) também verificaram menor incidência de *Aspergillus* e *Penicillium* em sementes de pepino secadas à temperatura ambiente (25 °C). Nesta secagem a incidência de *Fusarium* nas sementes de pepino foi maior em comparação com a secagem a 35 e 45 °C, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

*Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Phoma* são classificados como fungos de campo e podem ser transmitidos às plântulas e plantas via semente (CASAROLI et al., 2006). Portanto, é possível que a contaminação das sementes tenha ocorrido no próprio campo de produção, como também o maior tempo de exposição das sementes à umidade na secagem lenta tenha favorecido a proliferação e, conseqüentemente, maior incidência destes fungos.

A associação de *Aspergillus* e *Penicillium* às sementes pode ser altamente prejudicial à sua qualidade fisiológica, provocando perda de germinação, apodrecimento, aquecimento da massa de sementes e produção de micotoxinas (MACHADO, 2012). Contudo, constata-se que, de maneira geral, houve redução da incidência de *Penicillium* e aumento da incidência de *Aspergillus* durante o armazenamento, conforme também foi observado para sementes de abóbora (BEE; BARROS, 1999) e pepino (NAKADA et al., 2010).

Ressalta-se que, provavelmente, as condições climáticas durante o período de armazenamento e o baixo teor de água das sementes, tenham sido

desfavoráveis ao desenvolvimento de *Aspergillus* e *Penicillium*, uma vez que estes fungos apresentaram baixa incidência.

Ao comparar a incidência de fungos nos diferentes estádios de maturação de frutos, notou-se que o retardamento da colheita aumentou consideravelmente a ocorrência de *Cladosporium* e *Phoma* nas sementes recém-colhidas, porém, aos seis meses de armazenamento houve redução da porcentagem de sementes infestadas pelo último fungo. Por outro lado, observou-se que, de maneira geral, o retardamento da colheita promoveu a redução da incidência de *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium* e, principalmente, *Aspergillus*.

Independentemente do estágio de maturação de frutos e velocidades de secagem estudados, a incidência de fungos foi maior nas sementes recém-colhidas do que nas armazenadas, com exceção de *Aspergillus*. Contudo, não foi possível estabelecer uma relação entre a qualidade sanitária e a qualidade fisiológica, uma vez que a incidência dos fungos não interferiu na porcentagem de germinação e no desempenho de plântulas, concordando com os resultados obtidos por Bee e Barros (1999) e Casaroli et al. (2006), ambos trabalhando com sementes de abóbora.

## 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O uso de marcadores morfológicos tem possibilitado identificar, de maneira confiável, o estágio maturação de frutos mais apropriado para a colheita de sementes de elevada qualidade, conforme tem sido relatado na literatura para abóbora, melão, pepino, tomate e pimenta. Entretanto, devido os frutos de abobrinha não apresentarem alterações de coloração entre os estádios de maturação avaliados, a identificação do estágio de máxima qualidade para essa cultura ficou restrita ao número de dias após a antese.

Os testes de vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, tetrazólio, emergência de plântulas e IVE), o teste de sanidade, a atividade das enzimas SOD e CAT e de proteínas resistentes ao calor, demonstraram-se eficientes na distinção de qualidade das sementes entre os tratamentos estudados. A partir dessas avaliações, foi possível verificar que o retardamento da colheita de frutos de abobrinha reduz a qualidade das sementes, principalmente para aquelas submetidas à secagem rápida. Portanto, sugere-se que a colheita dos frutos seja realizada aos 49 DAA, e que as sementes sejam submetidas à secagem lenta, visto que, mesmo na secagem lenta, a perda de água pelas sementes é bastante rápida.

As condições ambientais durante o armazenamento e o baixo teor de água das sementes possibilitaram a conservação da germinação e vigor ao longo de seis meses, bem como, promoveram a redução da incidência de diversos fungos, melhorando assim a qualidade sanitária.

## 6 CONCLUSÕES

A colheita dos frutos de abobrinha aos 49 DAA possibilita a obtenção de sementes de elevado potencial fisiológico.

A qualidade fisiológica não é influenciada pela velocidade de secagem das sementes colhidas aos 49 DAA.

A menor atividade das proteínas resistentes ao calor e da enzima catalase indicam melhores resultados para a secagem lenta.

O retardamento da colheita de frutos reduz a qualidade das sementes.

A qualidade das sementes colhidas aos 49 DAA é mantida durante seis meses de armazenamento.

A secagem rápida reduz a incidência dos fungos *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Phoma*, e aumenta a ocorrência de *Aspergillus* e *Penicillium*.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, L. A. D. S. et al. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 240-224, 2013.
- ABUD, H. F. et al. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 12, p. 1546-1554, dez. 2013.
- ALFENAS, A. C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.
- ALMEIDA, T. T. D. et al. Alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas durante o desenvolvimento de sementes de sorgo de diferentes concentrações de tanino. **Acta Agronômica**, Palmira, v. 65, n. 2, p. 183-189, 2016.
- ARDABILI, A. G.; FARHOOSH, R.; KHODAPARAST, M. H. H. Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. pepo Var. Styriaka) grown in Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)**, Teerã, v. 13, n. 1, p. 1053-1063, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil 2012**. 2014. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/>>. Acessado em: 14 mar. 2016.
- BARBEDO, A. S. C. et al. Efeito da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos sobre qualidade fisiológica de sementes de berinjela. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 14-19, 1994.
- BEE, R. A.; BARROS, A. C. S. D. A. Sementes de abóbora armazenadas em condições de vácuo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n. 2, p. 120-126, 1999.
- BERJAK, P.; FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W. Seed desiccation-tolerance mechanisms. In: JENKS, M. A.; WOOD, A. J. (Ed.). **Plant desiccation tolerance**. Oxford: Blackwell, 2007. p. 151-192.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Implications of the lack of desiccation tolerance in recalcitrant seeds. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 4, n. 478, p. 1-9, 2013.

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Springer, 2013. 392 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, DF, 2009a. 200 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009b. 399 p.

BUTINK, J.; LEPRINCE, O. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, n. 10, p. 788-795, 2008.

CARDOSO, A. I. I.; PAVAN, M. A. Premunização de plantas afetando a produção de frutos e sementes de abobrinha-de-moita. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 1, p. 45-49, 2013.

CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 12, p. 967-976, dez. 2014.

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

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

CORRÊA, C. V. et al. Influência de doses de nitrogênio nas qualidades físico-químicas de abóbora. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 16, n. 2, p. 259-264, 2015.

COSTA, C. J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W. M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 127-132, 2006.

COSTA, C. J.; TRZECIAK, M. B.; VILLELA, F. A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 144-148, 2008.

DEKKERS, B. J. W. et al. Acquisition and loss of desiccation tolerance in seeds: from experimental model to biological relevance. **Planta**, Heidelberg, v. 241, n. 3, p. 563-577, 2015.

DIAS, D. C. F. D. S. et al. Physiological changes in *Jatropha curcas* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 41-49, 2016.

DINAKAR, C.; BARTELS, D. Desiccation tolerance in resurrection plants: new insights from transcriptome, proteome, and metabolome analysis. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 4, n. 482, p. 1-14, 2013.

DOMÍNGUEZ, F.; CEJUDO, F. J. Programmed cell death (PCD): an essential process of cereal seed development and germination. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 5, n. 366, p. 1-11, 2014.

DONATO, L. M. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de melão em função do estágio de maturação dos frutos. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2015.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 117-122, 2006.

ELIAS, S. G. et al. **Seed testing: principles and practices**. East Lansing: Michigan State University Press, 2012. 354 p.

ELSAYED, A. I.; RAFUDEEN, M. S.; GOLLDACK, D. Physiological aspects of raffinose family oligosaccharides in plants: protection against abiotic stress. **Plant Biology**, Berlin, v. 16, n. 1, p. 1-8, 2013.

ESTERAS, C. et al. High-throughput SNP genotyping in *Cucurbita pepo* for map construction and quantitative trait loci mapping. **BMC Genomics**, London, v. 13, n. 80, p. 1-21, 2012.

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

FIGUEIREDO NETO, A. et al. Maturação fisiológica de sementes de abóbora (*Curcubita moschata* Duch) produzidas no semiárido. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 3, p. 302-310, 2014.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FRANÇA, L. V. et al. Physiological quality of eggplant seeds with different extraction and drying methods. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 51-55, 2013.

HE, Y. et al. Acquisition of desiccation tolerance during seed development is associated with oxidative processes in rice. **Botany**, Ottawa, v. 94, n. 2, p. 91-101, 2016.

JUSTINO, E. V. et al. Determinação da maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo de moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 33, n. 3, p. 324-331, 2015.

KUMAR, S.; RATTAN, P.; SAMNOTRA, R. K. Squashes and gourds. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of cucurbits: growth, cultural practices and physiology**. Boca Raton: CRC, 2016. p. 513-531.

KUMAR, V. et al. Effect of post-harvest ripening and drying methods on seed quality and storability in pumpkin cv Pusa Hybrid 1. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 84, n. 9, p. 1144-1148, 2014.

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

LIM, T. K. **Edible medicinal and non-medicinal plants**. Dordrecht: Springer, 2012. v. 2, 1100 p.

LOPES, J. F.; MACIEL, G. M.; NASCIMENTO, W. M. Produção de sementes de abóbora. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. v. 2, p. 17-52.

LOPES, K. P. et al. Salinidade na qualidade fisiológica em sementes de *Brassica oleracea* L. var. *itálica*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2251-2260, 2014.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, M. P.; MALDONADO, S. Programmed cell death in seeds of angiosperms. **Journal of Integrative Plant Biology**, Oxford, v. 57, n. 12, p. 996-1002, 2015.



MACHADO, J. C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Ed.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. p. 524-590.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

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

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

MEDEIROS, M. A. et al. Testes de estresse térmico em sementes de melão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 1, p. 7-13, 2014.

NAKADA, P. G. et al. Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidas a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 42-51, 2010.

NAKADA, P. G. et al. 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.

NAVRATIL, R. J.; BURRIS, J. S. Small-scale dryer design. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 1, p. 159-161, 1982.

OLIVEIRA, A. D. S. et al. Biochemical changes in fiber naturally colored cottonseeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 101-109, 2016.

OLIVEIRA, J. A. et al. Secagem e armazenamento de sementes de sorgo com alto e baixo teor de tanino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 33, n. 4, p. 699-710, 2011.

- PARIS, H. S. Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: Cucurbitaceae): progress and challenges. **Euphytica**, Dordrecht, v. 208, n. 3, p. 415-438, 2016.
- PATEL, S. Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutic: a review on status quo and scopes. **Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism**, Milão, v. 6, n. 3, p. 183-189, 2013.
- PESKE, S. T. O mercado de sementes no Brasil. **Seed News**, Pelotas, ano 20, n. 3, p. 30-37, 2016.
- PRIORI, D. et al. Caracterização molecular de variedades crioulas de abóboras com marcadores microssatélites. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 30, n. 3, p. 499-506, 2012.
- QUEIROZ, L. A. F. et al. Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta Habanero Yellow. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 33, n. 3, p. 472-481, 2011.
- RABRENOVIC, B. B. et al. The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. **LWT - Food Science and Technology**, Philadelphia, v. 55, n. 2, p. 521-527, 2014.
- RADWAN, A. et al. Dehydrin expression in seeds and maturation drying: a paradigm change. **Plant Biology**, Berlin, v. 16, n. 5, p. 853-855, 2014.
- RESENDE, G. M.; BORGES, R. M. R.; GONÇALVES, N. P. S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 31, n. 3, p. 504-508, 2013.
- ROSA, S. D. V. F. D. et al. Enzimas removedoras de radicais livres e proteínas *lea* associadas à tolerância de sementes de milho à alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 91-101, 2005.
- SANTOS, H. O. D. et al. Physiological quality of habanero pepper (*Capiscum chinense*) seeds based on development and drying process. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 12, p. 1102-1109, 2016.
- SILVA, P. D. A. et al. Análise fisiológica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 15-22, 2007.

SILVA, P. P. et al. Análise de imagens no estudo morfológico e fisiológico de sementes de abóbora. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 32, n. 2, p. 210-214, 2014.

SILVA, P. P. et al. Biochemical and physiological analysis in carrot seeds from different orders of umbels. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 407-413, 2016.

SILVA, P. P. et al. Physiological analysis and heat-resistant protein (LEA) activity in squash hybrid seeds during development. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 185-191, 2015.

TIMÓTEO, T. S.; MARCOS FILHO, J. Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 207-215, 2013.

TORRES, S. B. et al. Envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 70-75, 2009.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 2, p. 341-350, 2005.

TUNNACLIFFE, A.; WISE, M. J. The continuing conundrum of the LEA proteins. **Die Naturwissenschaften**, Berlin, v. 94, p. 791-812, 2007.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed., rev. e ampl. Campinas, 2011. 164 p.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, jul./ago. 2010.

VEIGA, A. D. et al. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 773-780, maio/jun. 2007.

VENTURA, L. et al. Understanding the molecular pathways associated with seed vigor. **Plant Physiology and Biochemistry**, Bari, v. 60, p. 196-206, 2012.

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

VIDIGAL, D. S. et al. Sweet pepper seed quality and lea-protein activity in relation to fruit maturation and post-harvest storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, n. 1, p. 192-201, 2009b.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.

WANG, W. Q. et al. Proteomic comparison between maturation drying and prematurely imposed drying of *Zea mays* seeds reveals a potential role of maturation drying in preparing proteins for seed germination, seedling vigor, and pathogen resistance. **Journal of Proteome Research**, v. 13, n. 2, p. 606-626, 2014.

WYATT, L. E. et al. An acorn squash (*Cucurbita pepo* ssp. *ovifera*) fruit and seed transcriptome as a resource for the study of fruit traits in *Cucurbita*. **Horticulture Research**, Nanjing, v. 2, n. 14070, p. 1-7, 2015.

ZAMARIOLA, N. et al. Effect of drying, pelliculation and storage on the physiological quality of eggplant seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 240-245, 2013.

ZHU, L. W. et al. Physiological changes and *sHSPs* genes relative transcription in relation to the acquisition of seed germination during maturation of hybrid rice seed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Washington, v. 96, n. 5, p. 1764-1771, 2016.

## ANEXOS

Tabela 1A - Resumo da análise de variância dos resultados do teor de água de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, colhidas em diferentes estádios de maturação de frutos.

FV	GL	QM
		Teor de água (%)
Estádio	2	12,691 *
Resíduo	9	2,334
CV (%)		4,32
Média		35,40

\* Significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2A - Resumo da análise de variância dos resultados da massa de mil sementes de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, colhidas em diferentes estádios de maturação de frutos e submetidas a secagem e ao armazenamento.

FV	GL	QM
		Massa de mil sementes (g)
Estádio (E)	2	8,211
Secagem (S)	1	16,943
Armazenamento (A)	1	39,951
E*S	2	5,948
E*A	2	10,192
S*A	1	0,017
E*S*A	2	6,486
Resíduo	84	9,750
CV (%)		2,07
Média		150,54

Tabela 3A - Resumo da análise de variância dos resultados de sementes cheias (SC%), germinação (G%) e primeira contagem de germinação (PC%) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, colhidas em diferentes estádios de maturação de frutos e submetidas a secagem e ao armazenamento.

FV	QM			
	GL	SC%	G%	PC%
Estádio (E)	2	4,750	4,000	289,000 *
Secagem (S)	1	2,083	65,333 *	85,333
Armazenamento (A)	1	4,083	33,333 *	261,333 *
E*S	2	2,583	17,333	16,333
E*A	2	2,083	9,333	72,333
S*A	1	2,083	12,000	21,333
E*S*A	2	5,583	28,000 *	34,333
Resíduo	36	5,806	6,666	29,555
CV (%)		2,48	2,65	6,11
Média		97,12	89,00	97,50

\* Significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Tabela 4A - Resumo da análise de variância dos resultados da germinação após o envelhecimento acelerado (EA%), viabilidade (V%) e vigor (VG%) de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, colhidas em diferentes estádios de maturação de frutos e submetidas a secagem e ao armazenamento.

FV	QM			
	GL	EA%	V%	VG%
Estádio (E)	2	284,333 *	6,333	100,000 *
Secagem (S)	1	96,333	0,333	33,333
Armazenamento (A)	1	56,333	3,000	133,333
E*S	2	176,333 *	0,333	37,333
E*A	2	30,333	3,000	197,333
S*A	1	40,333	8,333	85,333
E*S*A	2	90,333	2,333	17,333
Resíduo	36	54,111	4,333	12,222
CV (%)		8,80	2,09	3,95

Média	83,58	99,45	88,50
-------	-------	-------	-------

\* Significativo pelo teste F (p<0,05).

Tabela 5A - Resumo da análise de variância dos resultados da condutividade elétrica (CE  $\mu\text{.cm}^{-1}\text{.g}^{-1}$ ), emergência de plântulas (EP%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) variedade Caserta, colhidas em diferentes estádios de maturação de frutos e submetidas a secagem e ao armazenamento.

FV	QM			
	GL	CE	EP%	IVE
Estádio (E)	2	2357,526 *	1468,000 *	4,619 *
Secagem (S)	1	242,955 *	3960,333 *	26,790 *
Armazenamento (A)	1	14,487	176,333 *	1,725 *
E*S	2	30,653 *	497,333 *	2,181 *
E*A	2	1,435	69,333	0,180
S*A	1	16,391	616,333	3,276 *
E*S*A	2	0,463	133,333 *	0,809 *
Resíduo	36	4,640	43,666	0,226
CV (%)		7,69	7,75	11,45
Média		28,00	85,25	4,16

\* Significativo pelo teste F (p<0,05).