



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MODIFICAÇÕES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS E MORFOLÓGICAS  
EM SEMENTES HÍBRIDAS DE MELÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE  
MATURAÇÃO**

**CRISTIANO VASCONCELOS CASSIANO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF**  
**ABRIL/2018**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MODIFICAÇÕES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS E MORFOLÓGICAS  
EM SEMENTES HÍBRIDAS DE MELÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE  
MATURAÇÃO**

**CRISTIANO VASCONCELOS CASSIANO**

**ORIENTADOR: Dr. WARLEY MARCOS NASCIMENTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: 145/2018**

**BRASÍLIA/DF**

**ABRIL/2018**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MODIFICAÇÕES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS E MORFOLÓGICAS  
EM SEMENTES HÍBRIDAS DE MELÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE  
MATURAÇÃO**

**CRISTIANO VASCONCELOS CASSIANO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

**APROVADA POR:**

---

Dr. WARLEY MARCOS NASCIMENTO (Orientador)

Pesquisador da Embrapa Hortaliças

CPF: 329.264.056-34

e-mail: warley.nascimento@embrapa.br

---

Dr. RICARDO CARMONA (Examinador interno)

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Brasília - FAV/UnB

CPF 183.492.181-34

e-mail: rcarmona@unb.br

---

Dr. ALEXANDRE AUGUSTO DE MORAIS (Examinador externo)

Pesquisador da Embrapa Hortaliças

CPF: 255.850.048-16,

e-mail: alexandre.morais@embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 30 de ABRIL de 2018.

## FICHA CATALOGRÁFICA

**C345m** Cassiano, Cristiano Vasconcelos  
**Modificações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas em sementes híbridas de melão em diferentes estádios de maturação**/Cristiano Vasconcelos Cassiano./  
Orientação: Warley Marcos Nascimento. – Brasília, 2018.  
108 p. : il.  
Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2018.  
1. Sementes. 2. Fisiologia 3. Desenvolvimento. 4. Melão.  
I. Nascimento, W.M. II. Ph. D.

**635.61(811)**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CASSIANO, C.V. **Modificações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas em sementes híbridas de melão em diferentes estádios de maturação**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2018, 108 p.: il. Dissertação de Mestrado.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: CRISTIANO VASCONCELOS CASSIANO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **MODIFICAÇÕES FISIOLÓGICAS, BIOQUÍMICAS E MORFOLÓGICAS EM SEMENTES HÍBRIDAS DE MELÃO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.**

GRAU: MESTRE

ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: CRISTIANO VASCONCELOS CASSIANO

E-mail: cvasconcelosc@gmail.com

*A meu pai (in memoriam), minha mãe, meus avós, minha irmã e a minha esposa.*

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por ser a razão motriz de minha vida e a ele tudo dever, me amparando e estando ao meu lado a cada instante, responsável por todo meu discernimento nas situações de minha vida.*

*A meu pai Itamar Cassiano do Amaral (in memoriam), por ter sido exemplo de homem íntegro, deixando seus valores e exemplos gravados em minha memória. Deixou saudades de sua maravilhosa presença junto a mim e todos os nossos.*

*A minha mãe Marlene Vasconcelos Cassiano, que me orientou com seu amor, desde sempre, na perseverança dos estudos, me dando suporte e apoio nos momentos necessários.*

*A minha irmã Alessandra Vasconcelos Cassiano, por estar presente em minha vida e pela paciência que teve comigo durante as etapas da vida.*

*Aos meus avós Ivan Vasconcelos de Rezende, Odete Rezende de Vasconcelos (in memoriam) e Lourdes Cassiano do Amaral (in memoriam) pelos exemplos e valores que sempre me passaram.*

*A minha esposa Clívia de Almeida Rafael, agradeço pela presença ao meu lado, pela compreensão e dedicação. Obrigado por seguir comigo pela jornada da vida.*

*A todos meus familiares e amigos por sempre estarem ao meu lado, com uma palavra amiga e conselhos de incentivo.*

*A meu orientador Dr. Warley Marcos Nascimento, por todo apoio, incentivo, compartilhamento dos ensinamentos, paciência e por todos excelentes profissionais que me encaminhou para serem anjos em meu experimento.*

*Ao Dr. Alexandre Augusto de Moraes, pela orientação, pelo esforço em meu auxílio e conduzir-me da melhor maneira em meu experimento, sempre com dedicação, sabedoria e profissionalismo.*

*A Dra. Patrícia Pereira da Silva pela ajuda no laboratório de sementes e auxílio na elaboração da dissertação.*

*Aos Mestres Marcelo Mikio Hanashiro e Raphael Augusto de Castro e Melo pelo apoio em diversas ocasiões durante o trabalho.*

*Ao Dr. Juscimar da Silva pelo auxílio nas análises estatísticas.*

*A Dra. Michelle Souza Vilela pela ajuda nas análises estatísticas e pelos ensinamentos durante o mestrado.*

*A Doutoranda Daiane da Silva Nóbrega pelas contribuições na dissertação e amizade.*

*A Doutora Shara Borges pelo auxílio na etapa final desta dissertação.*

*A todos os professores da pós-graduação em agronomia, pela dedicação e pelos conhecimentos transmitidos.*

*Aos imprescindíveis colaboradores da Embrapa Hortaliças, Toninho (Antônio), Romilson, Clarindo, Domingos, Valdir, Ari, Maria, Carlão (Dorival), Jorge, Alyson (estagiário) e a tantos outros que deram suporte para a instalação e condução de meu experimento, semeio das sementes nas bandejas, preparo do solo nos vasos, transplântio, condução no telado, polinização, colheita, processamento das sementes na Unidade de Beneficiamento de Sementes e análises laboratoriais da melhor forma que poderia pensar.*

*Aos colegas de pós-graduação em agronomia que foram companheiros e solícitos nos momentos precisos.*

*Aos colegas do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal - INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL – IBRAM/DF, em especial a equipe de Licenciamento de Empreendimentos Rurais (Daniel, Gustavo, Jales, Luis Fernando, Marcelo, Natanael, Raphael, Tatiana, Welmo e Wilde) que me compreenderam e apoiaram neste momento tão decisivo na conclusão deste mestrado.*

*Muito Obrigado!*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1. Melão: sobre a cultura, sua origem e evolução botânica .....	19
2.2. Maturação de sementes de melão .....	21
2.3. Atividade de proteínas .....	22
2.4. Alterações enzimáticas no desenvolvimento das sementes .....	22
2.5. Análise de raios-X .....	23
2.6. Avaliação do vigor de sementes .....	23
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MELÃO .....</b>	<b>29</b>
1.1. INTRODUÇÃO .....	32
1.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
1.4. CONCLUSÃO .....	48
1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
<b>ALTERAÇÕES PROTÉICAS E ENZIMÁTICAS DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MELÃO.....</b>	<b>51</b>
2.1. INTRODUÇÃO .....	54
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
2.4. CONCLUSÃO.....	68
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
<b>DETERMINAÇÃO DE ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MELÃO COM USO DE RAIOS-X.....</b>	<b>71</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	74
3.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	75
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	78
3.4. CONCLUSÃO .....	82
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83



<b>DETERMINAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE MELÃO COM USO DE IMAGENS COMPUTADORIZADAS .....</b>	<b>85</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	88
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	89
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	93
4.4. CONCLUSÃO.....	101
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102
<b>CONCLUSÃO FINAL .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>105</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Capítulo I

- Figura 1. Massa seca de sementes de melão, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 39
- Figura 2. Peso de 100 sementes de melão, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 40
- Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes de melão, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 42
- Figura 4. Primeira contagem de germinação de sementes de melão, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 43
- Figura 5. Envelhecimento acelerado de sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 44
- Figura 6. Emergência de plântulas em bandeja de sementes de melão, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 45
- Figura 7. Índice de velocidade de emergência de sementes de melão, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 46

## Capítulo II

- Figura 1. Porcentagem de germinação de sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 62
- Figura 2. Porcentagem de primeira contagem de germinação de sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 63
- Figura 3. Concentração de proteínas totais (PT) de sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). ..... 64
- Figura 4. Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). Brasília, DF..... 65
- Figura 5. Atividade da enzima catalase – CAT em sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). Brasília, DF..... 67
- Figura 6. Atividade da enzima peroxidase – POX em sementes de melão amarelo, Cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e sob diferentes condições de armazenamento (0 e 15 dias). Brasília, DF..... 68

## Capítulo III

- Figura 1. (A) Imagem de sementes cheias (A e B), semente mal formada (A) e semente vazia (B) em destaque, colhidas aos 60 DAA e não armazenadas, de frutos de melão amarelo, cultivar Anton. .... 81
- Figura 2. Semente cheia e plântula normal após a germinação (A), semente mal formada e plântula anormal após a germinação (B), semente vazia e semente não germinada (C), de frutos de melão amarelo, cultivar Anton. .... 81

## Capítulo IV

- Figura 1. Germinação (A), primeira contagem de germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e peso de 100 sementes (D) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). ..... 95
- Figura 2. Índice de uniformidade através do SVIS de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). ..... 97
- Figura 3. Imagens feitas pelo sistema SVIS<sup>®</sup> da radícula de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, colhidas aos 60 DAA e mantidas sob 15 dias de armazenamento. .... 98
- Figura 4. Índice de crescimento através do SVIS de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). ..... 99
- Figura 5. Índice de vigor através do SVIS de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). ..... 100

## ANEXOS

- Figura 1. Localização da Embrapa Hortaliças e casas de vegetações utilizadas na condução do experimento. .... 105
- Figura 2. (A) Semeadura dos parentais (1 semente/célula). (B) Mudanças com 15 dias após a semeadura, do melão amarelo (*Cucumis melo*), cultivar Anton. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2016. .... 105
- Figura 3. (A) Transplântio de mudas do melão amarelo, cultivar Anton, para vasos com sistema irrigação por gotejamento. (B) Mudanças do melão amarelo, cultivar Anton, com 19 dias após o transplântio e tutoradas com barbante. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017. .... 106

Figura 4. (A) Flor feminina do melão amarelo, cultivar Anton, emasculada (acesso 114-5). (B) Flor masculina do melão amarelo, cultivar Anton (acesso 76-2). (C) Polinização manual e identificação das flores do melão amarelo, cultivar Anton. (D) Proteção da flor polinizada do melão amarelo, cultivar Anton, com papel alumínio para evitar contaminação com pólen externo. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017. .... 106

Figura 5. Caixa de colheita contendo os frutos identificados do melão amarelo, cultivar Anton, para armazenamento durante 15 dias. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017. .... 107

Figura 6. (A) Frutos colhidos e identificados do melão amarelo, cultivar Anton. (B) Início da extração das sementes do melão amarelo, cultivar Anton. (C) Sementes extraídas em processo de fermentação do melão amarelo, cultivar Anton. (D) Lavagem de sementes do melão amarelo, cultivar Anton. (E) Secagem das sementes do melão amarelo, cultivar Anton. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017. .... 107

Figura 7. Amostras com 20 sementes antes da secagem em estufa do melão amarelo, cultivar Anton. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017. .... 108

Figura 8. (A) Solução salina para teste de envelhecimento celerado. (B) Caixa gearbox recebendo solução salina. (C) Sementes do melão amarelo, cultivar Anton, preparadas em caixa gerbox para teste de envelhecimento. (D) Estufa para realização de envelhecimento acelerado. (E) Preparação de sementes em papéis germitest do melão amarelo, cultivar Anton. (F) Sementes acondicionadas em papel germitest do melão amarelo, cultivar Anton. (G) Plântulas germinadas em papel germitest do melão amarelo, cultivar Anton. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017. .... 108

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

Tabela 1. Resumo da análise de variância da qualidade fisiológica de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.....37

Tabela 2. Resumo da análise de regressão das variáveis fisiológicas de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.....38

Tabela 3. Valores médios de porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado em solução saturada de sal (EA), peso de 100 sementes (P100), emergência de plântulas em bandeja (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA) e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.....47

### Capítulo II

Tabela 1. Resumo da análise de variância das alterações bioquímicas de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.....60

Tabela 2. Resumo da análise de regressão do teor de proteínas totais (PT) e das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POX) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.....61

### Capítulo III

Tabela 1. Número de sementes cheias (SC), sementes vazias (SV), sementes mal formadas (SMF), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e primeira contagem de germinação

(PCG) de melão amarelo, cultivar Anton, colhidos em diferentes aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA) e armazenados por 0 e 15 dias..... 79

#### **Capítulo IV**

Tabela 1. Resumo da análise de variância germinação e vigor de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF. .... 93

Tabela 2. Resumo da análise de regressão das variáveis fisiológicas de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF..... 94

## RESUMO GERAL

O momento ideal da colheita do melão e a maturidade fisiológica estão fortemente relacionados, propiciando a preservação da qualidade fisiológica da semente após a colheita. Sendo assim, a obtenção de lotes de sementes com elevada qualidade está relacionada com a identificação precisa do momento ideal da colheita, e isto corresponde à época em que a maturidade fisiológica é atingida, coincidindo também com o momento de máximo acúmulo de massa seca, elevado vigor e alta germinabilidade. Quase sempre, as espécies que possuem sementes contidas em frutos carnosos, o ponto máximo de germinação e vigor ocorrem quando as sementes atingem a maturidade fisiológica. Deste momento em diante a germinação e vigor usualmente decrescem. No entanto, não existe um consenso no entendimento da qualidade máxima das sementes durante seu desenvolvimento. A colheita antecipada dos frutos antes das sementes atingirem o ponto de maturidade fisiológica pode ser uma alternativa para os produtores de sementes que cultivam espécies do gênero *Cucumis*, família *Cucurbitaceae*. Na situação descrita, o armazenamento dos frutos favorece a totalização do processo de maturação das sementes. O presente trabalho pretendeu identificar a época de maturação dos frutos de melão amarelo, cultivar Anton, produzidos em sistema de cultivo protegido para definir a melhor época para a obtenção de sementes com maior qualidade fisiológica, por meio de alterações enzimáticas e análise de imagens – por meio de raios-X e SVIS – sementes e frutos colhidos em diferentes estádios de maturação e submetidos ou não ao armazenamento. Considerando que o desenvolvimento de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária ocorre com o incremento de tecnologias de produção, este trabalho avaliou diferentes tecnologias para produção de sementes de alta qualidade fisiológica e sanitária de melão em cultivo protegido, buscando um maior entendimento sobre a formação, desenvolvimento e produção das sementes. Conclui-se que as sementes extraídas dos frutos de 60 Dias Após a Antese (DAA) armazenados por 15 dias apresentaram melhores resultados quando comparadas as demais épocas, destacando-se que para a avaliação de matéria seca, peso de 100 sementes, germinação e vigor, primeira contagem, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, as atividades de SOD e CAT, bem como o número de sementes cheias e plântulas normais, além de uniformidade, crescimento das plantas também evidenciaram um melhor resultado aos 60 DAA armazenados por 15 dias.

Palavras-chaves: maturidade fisiológica, qualidade fisiológica, atividade enzimática e imagens.



## ABSTRACT

The ideal timing of the melon harvest and the physiological maturity are strongly related, favoring the preservation of the physiological quality of the seed after harvest. Thus, obtaining high quality seed lots is related to the ideal identification of the harvest time, and this corresponds to the time when the physiological maturity is reached, coinciding also with the moment of maximum dry mass accumulation high vigor and high germination. In general, the species that have seeds contained in fleshy fruits, the maximum germination and vigor occur when the seeds reach the physiological maturity. From this moment, germination and vigor usually decrease. However, there is no consensus on the understanding of the maximum seed quality during its development. Early harvesting of the fruits before the seeds reaches the point of physiological maturity may be an alternative for the seed growers to species from *Cucumis*, family *Cucurbitaceae*. In the described situation, the storage of the fruits favors the totalization of the process of maturation of the seeds. The present work meant to identify the maturation time of the yellow melon fruits, cultivar Anton, produced in a protected cultivation system to define the best season for the obtaining of seeds with higher physiological quality, through enzymatic changes and image analysis - for X-ray and SVIS medium - seeds and fruits harvested at different maturation stages and submitted to storage or not. Considering that the development of seeds with high physiological and sanitary quality occurs with the increase of production technologies, this work evaluated different technologies for the production of high quality physiological and sanitary seeds of melon in protected cultivation, seeking a greater understanding about the formation, seed development and production. It was concluded that the seeds extracted from the fruits of 60 days after anthesis (DAA) stored for 15 days presented better results when compared to the other seasons, highlighting that for the evaluation of dry matter, weight of 100 seeds, germination and vigor, first count, accelerated aging, emergence of seedlings, the activities of SOD and CAT, as well as the number of full seeds and normal seedlings, besides uniformity, growth, of plants also showed a better result at 60 DAA stored for 15 days.

Keywords: physiological maturity, physiological quality, enzymatic activity and images.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Cristóvão Colombo fez a introdução do melão em sua primeira viagem as Américas, em uma segunda vinda aqui já haviam melões cultivados para que ele os comesse. A introdução no Brasil foi realizada pelos imigrantes europeus, com grande probabilidade que tenha ocorrido o primeiro centro de cultivo comercial no estado do Rio Grande do Sul (COSTA et al., 2000).

A produção do melão concentra-se principalmente no nordeste brasileiro, na região denominada Chapada do Apodi, localizada entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará. O estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor brasileiro de melão, apresentando uma produção de 250 mil toneladas, seguido do estado do Ceará com 200 mil toneladas produzidas no ano de 2016. Os dois estados representam 90% da produção brasileira da fruta (CARVALHO et al., 2017).

O melão ocupa segundo lugar dentre as frutas secas ou frescas mais exportadas, apesar de ser uma hortaliça é conhecido e comercializado como fruto, ficando atrás apenas da manga. Em 2016 a exportação da fruta chegou a 224,688 mil toneladas e US\$ 148,741 milhões, havendo um crescimento de 0,42% no volume de produção e redução de 3,6% na receita em relação ao ano de 2015. Do total exportado a Europa responde pela quantia de US\$ 143,509 milhões, demonstrando expressiva participação na balança comercial brasileira (CARVALHO et al., 2017).

O mercado mundial de sementes movimenta aproximadamente US\$ 30 bilhões por ano, sendo somente US\$ 2,5 bilhões por ano em sementes de hortaliças. As estimativas de crescimento da comercialização de sementes de hortaliças são de aproximadamente 7 a 9% ao ano. Segundo os dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2014) o mercado brasileiro de sementes de hortaliças movimentou US\$ 78.019.056 em 2004, sendo US\$ 7.042.423 referente ao mercado de sementes de melão (WANDERLEY JUNIOR & MELO, 2005; NERY et al., 2007).

O custo de produção do melão é composto pelos custos operacionais efetivos (COE) e custos indiretos (CI), que somados representam o custo total de produção (CT). Na produção do melão, o item mais oneroso é a semente, correspondendo por 28,4% dos custos operacionais efetivos de produção. Estima-se que os insumos representam 75,3% e os serviços referem-se a 36% dos custos operacionais efetivos. A embalagem é o item que mais contribui para o aumento dos custos operacionais de beneficiamento do melão, representando

aproximadamente 34% do custo de total de produção. Os custos indiretos respondem por 7,64% do custo total de produção (ARAÚJO et al., 2005; SILVA & COSTA, 2003).

Como o valor comercial das sementes de hortaliças encontra-se em alta, testes para avaliar o vigor das sementes, como por exemplo, do envelhecimento acelerado, devem ser aprimorados e padronizados de modo célere na busca de materiais mais produtivos (MUNIZ et al., 2004).

Embora a produção brasileira de sementes apresente crescimento, o país importa 60% das sementes usadas. No Brasil ainda são baixas a produção e a comercialização no setor de sementes de hortaliças, necessitando de mais pesquisas básicas para viabilizar a produção e diminuir a dependência de sementes importadas (WANDERLEY JUNIOR & MELO, 2005; NERY et al., 2007). Além disso, no processo de tomada de decisão o produtor deve se atentar ao conhecimento dos custos de produção e a rentabilidade das culturas em busca de competitividade (MELO et al., 2009).

Aspirando a obtenção de desempenho elevado em campos de sementes para a cultura do meloeiro, a busca por novos conhecimentos são necessários com relação à comparação de testes de vigor e técnicas de condicionamentos de sementes (MEDEIROS, 2012).

Para que altos níveis de produtividade sejam alcançados, é preciso a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. Um dos parâmetros para se obter sementes de qualidade é a realização da colheita no ponto de maturidade fisiológica ou próximo a ele. O processo de maturação tem início a partir da fecundação do óvulo e se estende até o ponto de maturidade fisiológica. Durante esse processo, ocorrem várias transformações morfológicas e fisiológicas nas sementes, como por exemplo, aumento de tamanho, modificações no teor de água, na germinação e vigor (ALVES, et al., 2005).

Não são muitas as pesquisas voltadas a comparação de teste de vigor para o melão. Devido ao elevado valor comercial, as sementes dos materiais híbridos, no que diz respeito ao seu potencial fisiológico deve-se dar a devida importância. Em programas de qualidade, a avaliação do potencial fisiológico de sementes é de extrema importância (TORRES et al., 2009).

A fisiologia da produção de hortaliças foi revolucionada nas últimas décadas pelo cultivo em ambiente protegido, em especial os realizados em estufas. Estender o período de produção distribuindo em épocas do ano e até mesmo em regiões sem aptidão à agricultura, ajustando o ambiente às plantas foi possibilitado graças ao advento das estufas (GRANDE et al., 2003).

Dessa maneira que se faz necessário a realização de pesquisas para que possa ser dado maior respaldo às recomendações para o setor sementeiro. As pesquisas no sistema de cultivo protegido levando em consideração fatores que estão envolvidos com a produção de sementes, como temperatura, luminosidade, radiação fotossintética e evapotranspiração, polinização e maturação de sementes, nutrição de plantas e controle de pragas e doenças devem ser realizados.

### **Objetivo Geral**

Identificar a época de maturação dos frutos de melão amarelo, cultivar Anton, produzidos em sistema de cultivo protegido para definir a melhor época para a obtenção de sementes com maior qualidade fisiológica, por meio de alterações enzimáticas e análise de imagens de sementes de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação e submetidos ou não ao armazenamento.

### **Objetivos específicos**

- Avaliar as alterações fisiológicas ocorridas nas sementes de melão amarelo, cultivar Anton, colhidas em diferentes estádios de maturação;
- Verificar a influência do armazenamento pós-colheita dos frutos de melão amarelo, cultivar Anton, na qualidade fisiológica das sementes;
- Determinar a melhor época de colheita de frutos de melão amarelo, cultivar Anton, para obtenção de sementes com máxima qualidade;
- Correlacionar as mudanças bioquímicas ocorridas nas sementes de melão amarelo, cultivar Anton, em diferentes estádios de maturação com a qualidade fisiológica das sementes;
- Estudar a relação entre a morfologia interna das sementes de melão amarelo, cultivar Anton, nos diversos estádios de maturação com a qualidade das sementes através da técnica de raios x.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Melão: sobre a cultura, sua origem e evolução botânica**

As espécies do gênero *Cucumis* subtribo *Cucumerinae*, Tribo *Melothrieae*, subfamília *Cucurbitoidae*, família *Cucurbitaceae* são conhecidos pelo termo moderno de melão.

Existem tentativas para separar o gênero *Cucumis* em dois outros gêneros ou subgêneros, sendo um o *Cucumis*, que poderia incluir o pepino com as espécies *C. sativus* L. e *C. hystrix* Chakravarty e, outro, o Melo, que incluiria o melão com a espécie *C. melo* (Miller) *C. Jeffrey*. O pepino também se inclui neste gênero. Seriam ainda dividido em quatro grupos o subgênero Melo (SILVA & COSTA, 2003).

Grupo vegetal que habita as regiões tropicais do mundo, a família *Cucurbitaceae*, possui cerca de 118 gêneros e 825 espécies. O melão (*Cucumis melo*), a melancia (*Citrullus lanatus*), a abóbora (*Cucurbita moschata*), a abobrinha (*Cucurbita pepo*) e a moranga (*Cucurbita máxima*) destacam-se para fins econômicos (BARBIERI et al., 2006; FERREIRA & DINIZ, 2007).

Podemos classificar o melão taxonomicamente da seguinte maneira: integrante do Reino Vegetal, Divisão Spermatophyta, Subdivisão *Angiospermae*, Classe *Dicotyledonea*, Subclasse *Dilleniidae*, Superordem *Violanae*, Ordem *Cucurbitales*, Família *Cucurbitaceae*, Gênero *Cucumis*, Subgênero: *melo* (Miller) *C. Jeffrey*, Espécie *Cucumis melo* L. (TORRES, 2007).

Originária dos quentes vale do Irã e do noroeste da Índia, a espécie *Cucumis melo* é uma planta parecida com a melancia, apresentando ramos mais curtos e limbo foliar mais recortado e mais estreito, provida de gavinhas. Possui raiz pivotante, com sistema radicular mais profundo quando comparado com a melancia (FILGUEIRA, 2003).

Olerícola muito apreciada, o meloeiro (*Cucumis melo* L.) possui popularidade ascendente no Brasil e o consumo no Japão, Estados Unidos e Europa se dá em alta escala. Pode ser consumido in natura ou na forma de suco, sendo o fruto, rico em sais minerais como o fósforo, potássio e sódio e vitaminas A, B, B2, B5 e C, apresentando valor energético relativamente baixo (20 a 62 kcal/100g de polpa). Propriedades medicinais, terapêuticas, diuréticas, calmantes, mineralizantes e alcalinizantes, são atribuídas ainda ao fruto maduro do melão (SILVA & COSTA, 2003).

Para atender mercados longes do local de produção, o armazenamento apresenta-se como aliado do homem do campo. Os produtores no Brasil preferem os melões do tipo amarelo, devido ao fato de possuírem maior período de conservação pós-colheita, oscilando até os 35 dias em condições ambientes (ARAGÃO, 2011).

O melão (*Cucumis melo* L.) possui elevada expressão econômica, sendo cultivado em várias regiões do mundo, devido a sua adaptação a diversos tipos de solo e clima. Existe uma alta demanda na produção e comercialização do melão, sendo o Brasil um dos países com

grande potencial para suprir essa demanda, possuindo uma área de aproximadamente 23,2 mil hectares destinados ao seu cultivo (IBGE, 2016).

## **2.2. Maturação de sementes de melão**

É de fundamental importância para orientação dos produtores de sementes o conhecimento da maturidade fisiológica das sementes, pois auxilia no controle de qualidade durante o processo de maturação (RIBEIRO et al., 2007).

No Nordeste Brasileiro, o intervalo entre o plantio e a colheita para frutos comerciais é aproximadamente de 60 a 65 dias, sendo um ciclo bastante curto quando comparado ao de outras culturas. Comparando a produção com a Espanha, um dos principais concorrentes, o ciclo do meloeiro dura entre 120 e 140 dias, cerca do dobro do tempo do melão brasileiro (FILGUEIRAS et al, 2000).

A temperatura é o principal fator climático que afeta o desenvolvimento do meloeiro, sendo que temperaturas abaixo de 13° C interferem negativamente no crescimento da planta e entre 20°C e 30°C são benéficas ao desenvolvimento e a produtividade. A cultura do meloeiro necessita de 2.500 a 3.000 graus de calor durante seu ciclo de vida e aproximadamente 1.000 graus de calor da floração até a maturação do fruto (SILVA et al., 2000).

O óvulo fertilizado passa por um conjunto de transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais, sendo tais, objeto de estudo da maturação de sementes. Essas transformações podem influenciar na germinação, vigor, matéria seca e tamanho das sementes. Após a maturação, a semente está apta a desempenhar as funções fisiológicas que lhe são inerentes, recebendo poucos assimilados fotossintéticos. (LIMA & NASCIMENTO, 2003; SILVA, 2014).

A interação de características genéticas, fisiológicas, sanitárias e físicas interfere em um lote de sementes. O metabolismo das sementes relaciona-se com o atributo fisiológico para apresentar seu potencial máximo que é exercido pela tolerância à dessecação, germinação, longevidade e vigor. Tem-se máximo acúmulo de massa seca, máximo vigor, máxima germinação e longevidade na maturidade fisiológica onde se tem o máximo de qualidade fisiológica (POPINIGIS, 1985).

Alterações degenerativas que influenciam negativamente na germinação e vigor acontecem a partir da maturidade fisiológica nas sementes. Quando uma sequência de reações bioquímicas onde substâncias de reserva são clivadas, transportadas e ressintetizadas no eixo

embrionário inicia-se o processo de germinação. O aumento da taxa respiratória e ativação de enzimas respiratórias e hidrolíticas é indicio do aumento do metabolismo, que ocorre após a hidratação das sementes (SILVA, 2014).

### **2.3. Atividade de proteínas**

A aquisição da tolerância à dessecação pode ocorrer no mesmo momento da maturidade fisiológica, no processo da maturação de sementes. A característica favorável para germinarem logo após a colheita anterioriza o desenvolvimento de habilidade para germinarem após colheita e rápida secagem artificial (VEIGA et al., 2007).

O resultado da interação de vários mecanismos que atuam em sinergismo e a ausência ou a deficiência das sementes ao processo de dessecação resulta em tolerância à dessecação. A expressão de proteínas específicas é um mecanismo associado à tolerância à dessecação durante o desenvolvimento de sementes. Proteínas hidrolíticas, como as “late embryogeneses accumulated – LEA”, nas sementes tolerantes, são tipicamente acumuladas durante as fases finais da embriogênese em resposta à secagem, à baixa temperatura, salinidade ou tratamento exógeno de ABA, e após a embebição sua expressão interrompe-se (VEIGA et al., 2007 BLACKMAN et al., 1991).

### **2.4. Alterações enzimáticas no desenvolvimento das sementes**

A partir da maturidade fisiológica, que acontece de maneira progressiva, as sementes passam por deterioração, onde ocorrem várias alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, promovendo assim a queda da qualidade e culminando com a morte da semente. A degradação, inativação de enzimas, perda da integridade das membranas celulares e redução da atividade respiratória são as principais alterações relacionadas ao processo de deterioração. Avaliações mais apuradas que investigam a atividade de enzimas associadas à biossíntese em tecidos novos, onde as enzimas tornam-se menos eficientes para exercer sua atividade catalítica, são usadas para identificar o início da deterioração das sementes (VIDIGAL et al., 2009).

É de fundamental importância entender as mudanças que ocorrem nas sementes, nos diferentes estádios de desenvolvimento, à medida que estas perdem água, para o desenvolvimento de metodologias de secagem de sementes colhida com altos teores de água. É sabido que, com a progressiva perda de água após a maturidade fisiológica, as sementes

tornam-se mais tolerantes a temperaturas mais elevadas de secagem, indicando que eventos bioquímicos e metabólicos ocorrem juntamente com a redução do teor de água (ROSA et al., 2004).

## **2.5. Análise de raios-X**

Recomendado pela ISTA (1999) para a análise das estruturas internas das sementes, possibilitando a detecção de sementes cheias, defeituosas e vazias, o teste de raios X se apresenta como um método rápido e não destrutivo. As sementes influenciam os resultados de germinação de um lote, logo a informação sobre a ocorrência de sementes defeituosas e vazias é de elevada importância (OLIVEIRA et al., 2004).

Os raios-X passam através de uma semente, criando uma imagem permanente no filme radiográfico, pois a radiação é absorvida em vários graus dependendo da espessura, densidade e composição da semente e do comprimento e onda da radiação (OLIVEIRA et al., 2003).

A técnica de raios-X consiste na impressão de uma película sensível logo após sua exposição a uma fonte de radiação e na consequente obtenção de uma imagem do objeto irradiado. Com a utilização desta técnica, a imagem pode ser conservada, reproduzida e examinada em data a posterior (SILVA, 2014).

## **2.6. Avaliação do vigor de sementes**

Na avaliação da capacidade das sementes em produzirem plântulas normais em condições ideais, o teste de germinação é usado como procedimento oficial. Porém as diferenças entre lotes de sementes durante o armazenamento ou em campo não são evidenciadas em sua totalidade. O vigor das sementes, desse modo, deve ser avaliado como um teste adicional às informações coletadas no teste de germinação (DUTRA & VIEIRA, 2006).

A qualidade fisiológica, usualmente é avaliada pelo teste de germinação, no entanto, a emergência em campo não reflete fielmente aos parâmetros obtidos. Assim sendo, os teste de vigor são utilizados como maneira de colaborar com o teste de germinação, avaliando o potencial de emergência das sementes e o rápido desenvolvimento de plântulas normais em condições de ambientes as mais variadas (FRANZIN et al., 2004).

O teste de germinação avalia a qualidade fisiológica das sementes, sendo que esse demonstra em condições de ambiente controlado que o lote expresse sua máxima germinação.



Para que se saibam quais são os lotes com maior ou menor probabilidade de expressar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento aplica-se o teste de vigor. Na busca de posicionamento da semente no mercado, essa informação auxilia na tomada de decisões internas das empresas produtoras de sementes, permitindo que direcionem determinado lote, de acordo com a região de comercialização, decisões de armazenamento ou venda em um prazo de tempo mais curto. No controle de qualidade de sementes, os testes se apresentam imprescindíveis. Tornou-se usual e rotineiro a avaliação do vigor de sementes pelas indústrias sementeiras, e com o advento de novos testes, os resultados se tornam mais confiáveis e possíveis de serem replicados (MARTINS et al., 2002).

Diversos trabalhos relacionados à análise de imagens em tecnologia de sementes são descritos na literatura científica, sendo dada ênfase aos de raios-X e a análise de imagens de plântulas, com o intuito de relacioná-la com o vigor de sementes. Trabalhos com couve-flor demonstraram a viabilidade do uso de um sistema automático para a determinação do vigor de sementes, verificado através da avaliação individual do comprimento da raiz primária de plântulas. Em alface, foi desenvolvido um programa destinado à determinação do vigor de sementes, através da análise computadorizada de imagens de plântulas (Seed Vigor Imaging System - SVIS®). Também foi utilizado com excelentes resultados para as culturas da soja, milho e melão, possibilitando o cálculo de índice de vigor, avaliação do comprimento de plântulas ou de suas partes e grau de uniformidade de desenvolvimento. A aplicação do sistema automatizado para a determinação do vigor de sementes e sua vasta possibilidade de sucesso na obtenção de informações seguras são amplamente discutidos, apresentando-se como procedimento promissor para a avaliação segura do vigor de espécies cultivadas as mais variadas (MARCOS FILHO, et al., 2009).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM – Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudanças. 2014. **2º levantamento de dados socioeconômico da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. Disponível em [http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/ApresentaCAo\\_completa\\_dos\\_dados\\_da\\_cadeia\\_produtiva\\_de\\_hortaliCas.pdf/](http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/ApresentaCAo_completa_dos_dados_da_cadeia_produtiva_de_hortaliCas.pdf/) Acessado em 12 de abril de 2018.

ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.01-08, 2005.

ARAGÃO, F. A. S. **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 137 f., 2011.

ARAÚJO, J. L. P., CORREIA, R. C., ALELUIA, J. C. N. **Custo de produção e rentabilidade do melão do Submédio São Francisco**. Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 2005.

BARBIERI, R.L.; HEIDEN, G.; NEITZKE, R.S.; GARRASTAZÚ, M.C.; SCHWENGBER JE. **Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado** - período de 2002 a 2006. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Documento, 176. 2006. 30 p.

BLACKMAN, S. A.; WETTLAUFER, S. H.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins associated with desiccation tolerance in soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, p. 868-874, 1991.

CARVALHO, C; KIST, B. B; SANTOS, C. E; TREICHEL, M; FILTER, C. F. **Anuário brasileiro de fruticultura**. Santa Cruz do Sul: editora Gazeta Santa Cruz, 88 p.: il. 2017.

COSTA, N.D., DIAS, R.C.S., FARIAS, C.M.B., TAVARES, S.C.C.H. & TERAÓ, D. **Cultivo do melão**. Petrolina. EMBRAPA-CPATSA. 2000.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p. 117-122, 2006.

FERREIRA, M.A.; DINIZ, F. **Rede de pesquisa vai incrementar a produção de cucurbitáceas em áreas de agricultura familiar e assentamentos**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/cucurbitaceas/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/cucurbitaceas/index.htm)>. Acesso em: 24/2/2018.

FILGUEIRA, Fernando Antônio Reis. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª edição revista e ampliada. Viçosa: UFV, 412p, 2003.

FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E.; COSTA, F.V.; PEREIRA, L.S.E.; JUNIOR, J.G. Colheita e manuseio pós-colheita. 19 p. In: **Série Frutas do Brasil**, v.10.

Brasília: Embrapa Hortaliças / Embrapa Semi-Árido / Embrapa Informação Tecnológica, 2000.

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCI, D. C.; ROVERSI, T. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº 2, p 114-118, 2004.

GRANDE, L.; LUZ, J.M.Q.; MELO, B.; LANA, R.M.Q.; CARVALHO, J.O.M. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, abril/junho 2003.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2016: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, 2016. v.43, 64 p.

LIMA, G. dos P.; NASCIMENTO, W. M. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de melão cv. Eldorado 300. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento 2. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Publicado também como resumo em: **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 398, jul. 2003. Suplemento 1.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 1, p. 102-112, 2009.

MARTINS, C. C.; MARTINELLI-SENESE, A.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italic* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 2, p. 96-101, 2002.

MEDEIROS, M. A. **Avaliação do potencial fisiológico, condicionamento e armazenamento de sementes de melão**. Tese (Doutorado). Área de concentração: Sementes - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 85 f.; il, 2012.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; VILELA, N. J. Custos de produção e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistemas de plantio direto e convencional. **Hortic. bras.**, v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), agosto 2009.

MUNIZ, M. F B.; GONÇALVES, N.; GARCIA, D. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão (*Cucumis melo*). **Ciência Rural**, v.34, n.3, mai-jun, 2004.

NERY, M.C.; NERY, F.C.; GOMES, L.A.A. **O mercado e a participação de sementes de hortaliças no Brasil**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/sementes/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/sementes/index.htm)>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, C.A. Utilização do teste de raios-x na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) *Taubert*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.116-120, 2003.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* VAHL NICH. E T. *impetiginosa* (MARTIUS EX A. P DE CANDOLLE) STANDLEY – (BIGNONIACEAE) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira e Sementes**, vol. 26, nº 2. p. 138-143, 2004.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN. 289 p. 1985.

RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P.; COSTA, A. A.; OLIVEIRA, G. L.; NUNES, T. A.; CARDOSO, A. A. Influência da idade dos frutos e do armazenamento na germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1113-1115, jul. 2007.

ROSA, S.D.V.F.; VON PINHO, E.V.R.; VIEIRA, M.G.G.C.; VEIGA, R.D. Indução de tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho por meio de pré-condicionamento a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p. 290-310, 2004.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, A. F.; MAENO, P. **Cultivo do meloeiro para o Norte de Minas Gerais**. Brasília: Embrapa-SPI, Embrapa Hortaliças, 2000. 20p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 20).

SILVA, P. P. **Características fisiológicas, bioquímicas e morfológicas de sementes de abóbora durante o desenvolvimento**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal De Pelotas. 112 f., 2014.

SILVA, R. H; COSTA, N.D. **Melão, produção aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Hortaliças, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 144 p. (Frutas do Brasil, 33).

TORRES, G. R. C. Nematofauna associada ao meloeiro em uma área de cultivo no Rio Grande do Norte, reação de genótipos de cucurbitáceas a *Rotylenchulus reniformis*, caracterização e sobrevivência do parasito. **Anuais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônômica**, Recife, vol. 4, p. 162-184, 2007.

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N; OLIVEIRA, A. K.; BENEDITO, C. P.; MARINHO, J. C. Envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 70-75, jan.-mar. 2009.

VEIGA, A. D.; ROSA, S. D. V. F.; SILVA, P. A.; OLIVEIRA, J. A.; ALVIM, P. O.; DINIZ, K. A. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.31, n. 3, p. 773-780, maio/jun., 2007.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; PINHO, E. V. R. V.; DIAS, L. A. S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 2, p. 129-136, 2009.

WANDERLEY JUNIOR, L.J.G.; MELO, P.C.T. **Produção de sementes de hortaliças em condições semi-áridas do nordeste do Brasil.** Circular técnica da Embrapa Hortaliças. Brasília, 2005.

## **CAPÍTULO I**

---

### **ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MELÃO**

## RESUMO

O desenvolvimento da semente está aliado ao desenvolvimento do fruto, assim como sua maturação. Dessa forma, o conhecimento do processo de maturação e a identificação precisa da época ideal de colheita são aspectos importantes para obtenção de sementes com elevado nível de desempenho. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes épocas de colheita e do armazenamento dos frutos sobre o processo de maturação e a qualidade fisiológica de sementes de melão amarelo da cultivar Anton. O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Fevereiro de 2018. Os frutos foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, e colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados, frutos foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado. Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes. As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises: grau de umidade, germinação, primeira contagem, emergência de plântulas, envelhecimento acelerado e massa de 100 sementes. Dentre os tratamentos, os frutos colhidos aos 60 dias após a antese e com 15 dias de armazenados apresentaram melhores resultados para maturidade fisiológica das sementes.

Palavras chaves: maturação da semente, qualidade de semente, armazenamento e colheita.

## ABSTRACT

The development of the seed is allied to the development of the fruit, as well as its maturation. In this way, the knowledge of the maturation process and the precise identification of the ideal harvest period are important aspects to obtain seeds with a high level of performance. The objective of this work was to verify the effect of different harvesting and fruit storage on the maturation process and the physiological quality of “Anton” yellow type melon seeds. The experiment was conducted from December 2016 to February 2018. Fruits were grown under greenhouse conditions at Embrapa Hortaliças and harvested at five distinct times: at 30, 45, 60, 75 and 90 days after anthesis (DAA). In each season a total of 30 fruits were harvested, of which 15 fruits had their seeds extracted immediately after harvest and 15 fruits were stored, fruits were packed in appropriately identified plastic collection boxes for a period of 15 days at room temperature in a airy place. The 30 fruits were submitted to the same procedures of extraction, washing and drying of seeds. The dry seeds, from stored and non - stored fruits, were submitted to the following analyzes: moisture level, germination, first counting, seedling emergence, accelerated aging and mass of 100 seeds. Among the treatments, the fruits harvested at 60 days after the anthesis and with 15 days of storage presented better results for the physiological maturity of the seeds.

Keywords: seed maturation, seed quality, storage and harvesting.



## 1.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da semente está aliado ao desenvolvimento do fruto, assim como sua maturação. São fatores que possuem uma relação direta na qualidade final das sementes, a maturidade fisiológica da semente e o momento ideal de colheita dos frutos, estando intimamente relacionados (MEDEIROS et al., 2010).

Dessa forma, o conhecimento do processo de maturação e a identificação precisa da época ideal de colheita são aspectos importantes para obtenção de sementes com elevado nível de desempenho. O período de maturação das sementes pode variar conforme a espécie, alcançando sua máxima qualidade fisiológica ao final do ciclo. Nesse momento o acúmulo de matéria seca da semente é máximo, apresentando também elevado vigor e alto potencial de germinação, que tendem a declinar após a colheita. (NAKADA et al., 2011).

Em algumas espécies como o tomate, pimentão e as Cucurbitáceas a expressão da qualidade máxima das sementes está condicionada a um período de repouso ou de maturação dos frutos (AROUCHA et al., 2005).

Alguns frutos possuem a capacidade de completar a maturação no campo ou sob armazenamento. Após a colheita as sementes imaturas podem completar seu desenvolvimento, durante um período de armazenamento, atingindo índices máximos de germinação e vigor. A determinação do ponto de colheita de frutos é extremamente relevante para produção de sementes com fins comerciais (SILVA, 2014).

Estudos demonstram que a idade da semente (sementes muito jovens ou excessivamente maduras) pode comprometer sua qualidade, assim como contribuir para o envelhecimento e deterioração das sementes dentro do fruto (ocasionado por danos no tegumento) e na perda da viabilidade. Além disso, podem ser afetadas pelo tempo de armazenagem (WELBAUM & BRADFORD, 1989).

Alguns marcadores têm sido utilizados para identificação da maturidade fisiológica das sementes, tais como, mudança de coloração dos frutos, o tamanho dos frutos, o peso das sementes e o teor de água (MEDEIROS et al., 2010). Também tem sido associado à maturidade das sementes, o acúmulo máximo de matéria seca nas sementes e sua relação com o número de dias decorridos da antese até a maturidade do fruto. Contudo, as unidades térmicas (graus dias) compreendidas entre a antese e a colheita são consideradas o indicador mais confiável para determinar o ponto de colheita do fruto, pois os fatores citados anteriormente sofrem a influência de fatores climáticos e genéticos (DIAS et al., 2006).

Atualmente o melão é uma das olerícolas mais apreciadas e de grande popularidade no mundo, sendo uma das hortaliças que mais contribuem na pauta de exportações brasileiras (DONATO et al., 2015). Sendo assim, a identificação da maturidade fisiológica das sementes, seu respectivo estágio de colheita, a possibilidade de colheita antecipada e a determinação do tempo de armazenamento são quesitos estratégicos para o estabelecimento de sistemas eficientes de produção comercial de sementes de melão (SILVA, 2014).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes épocas de colheita e do armazenamento sobre o processo de maturação de frutos e a qualidade fisiológica de sementes de melão amarelo da cultivar Anton.

## **1.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Maio de 2017, da semeadura até a colheita dos frutos. Os frutos de melão amarelo analisados foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, situada na longitude 805584,23 mE e latitude 8236617,15 mS, Fuso 22, Zona L, segundo as coordenadas UTM, em Brasília/DF (Anexos - Figura 1).

No experimento, foram utilizadas sementes de dois parentais de melão amarelo híbrido, desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. O cruzamento dos dois parentais, dos progenitores feminino (114-5) e masculino (76-2), deram origem a cultivar Anton, estudada nesse trabalho.

Inicialmente foram produzidas, em casa de vegetação, mudas em 5 bandejas de poliestireno de 128 células cada, com densidade de plantio de 1 semente por célula, utilizando uma mistura de 11 kg de latossolo vermelho e 11 kg substrato artificial Bioplant<sup>®</sup>, totalizando 22 kg (Anexo 2A). Na semeadura foi realizada adubação com 0,2 kg de osmocote Mini Prill (19-06-10), 0,15 kg de sulfato de amônio, 0,75 kg de supersimples, 0,3 kg de calcário e 10 kg de esterco de galinha para os 22 kg de mistura. As mudas foram transplantadas 15 dias após a semeadura (Anexos - Figuras 2A e 2B).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (telado 24), coberta com plástico transparente e nas dimensões 4,0 m (altura), 7,0 m (largura) e 30,0 m (comprimento). As mudas foram transplantadas para 480 vasos plásticos (1 muda/vaso) com capacidade de 5 litros, sendo 400 para o parental feminino (114-5) e 80 para o parental masculino (76-2). Foram utilizados 2400 kg de solo esterilizado e 150 kg de substrato Rohrbacher<sup>®</sup>, misturados

com 1,95 kg de sulfato de amônio, 9,5 kg de super simples, 3,9 kg de calcário e 65 kg de esterco de galinha. As mudas foram tutoradas com barbante e irrigadas por sistema de gotejamento (Anexos - Figuras 3A e 3B).

Após a verificação da presença de botões florais nas plantas foi efetuada polinização manual, antes da antese floral, nas primeiras horas do dia pela manhã entre 07 horas e 30 minutos h e 10 horas (Anexos - Figuras 4A, 4B e 4C). Após a polinização, as flores foram protegidas com folha de papel alumínio para evitar a contaminação com pólen exógeno, e identificadas por meio de etiquetas (Anexos - Figura 4D).

Os frutos foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados. Os 15 frutos armazenados foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado (Anexos - Figura 5). Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes.

Após a extração, as sementes foram acondicionadas em baldes plásticos (5 litros), durante um período de 24 horas, para a fermentação e remoção da mucilagem (Anexos - Figuras 6A, 6B e 6C). Em seguida, foi adicionada água corrente para lavagem (Anexos - Figura 6D). As sementes foram separadas e contabilizadas manualmente. Posteriormente, as sementes foram submetidas ao procedimento de secagem, por um período de 48 horas a temperatura de 32°C (Anexos - Figura 6E).

As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises:

- *Determinação do grau de umidade*

O teor de água das sementes foi determinado segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças. Foi utilizado o método de estufa a 105°C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ). As amostras foram constituídas de 20 sementes inteiras, sendo utilizadas três repetições para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento) (Anexos - Figura 7). As sementes foram pesadas com auxílio de uma balança de precisão e em seguida, permaneceram

em estufa durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram pesadas novamente e verificada a diferença entre a massa final e massa inicial.

A umidade foi calculada na base do peso úmido, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$U(\%) = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} * 100, \text{ onde:}$$

**U** = umidade, em percentagem

**P<sub>i</sub>** = peso inicial da semente úmida, sem o peso do recipiente;

**P<sub>f</sub>** = peso final da semente seca, sem o peso do recipiente;

- *Teste de germinação*

As sementes foram submetidas ao teste de germinação, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). Inicialmente, as sementes passaram por um processo de desinfecção por imersão em hipoclorito de sódio a 50 % durante 10 minutos e posteriormente foram lavadas com água destilada. O teste foi conduzido em rolo de papel de germinação esterilizado e umedecido com água destilada (pH de 6,0-7,5), com volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel de germinação seco. As sementes permaneceram em germinador em condições controladas de luz, umidade e temperatura, sendo submetidas a 20°C durante 16 horas na ausência de luz e 30°C durante 8 horas na presença de luz. As contagens foram realizadas aos 8 dias após a instalação do teste, sendo observada a presença de plântulas normais e plântulas anormais. O resultado do teste de germinação foi dado pela média das quatro repetições de 50 sementes e expresso pela porcentagem de plântulas classificadas como normais ou anormais.

- *Primeira contagem*

O teste de primeira contagem foi realizado nas sementes que foram submetidas ao teste de germinação. A primeira contagem consiste em contabilizar o número de plântulas que germinaram no quarto dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinaram, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

- *Teste de emergência de plântulas*

O teste de emergência foi realizado em casa de vegetação utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, 100 sementes por tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). Foram semeadas 40 bandejas de poliestireno de 200 células cada, com densidade de plantio de 1 semente por célula, utilizando substrato artificial Rohrbacher<sup>®</sup>. Cada bandeja continha dois tratamentos. A irrigação foi realizada diariamente em dois turnos de rega. Foram feitas contagens diárias das plântulas emergentes durante 20 dias e os resultados foram expressos em porcentagem.

- *Teste de envelhecimento acelerado*

Cada amostra (50 sementes) foi distribuída uniformemente sobre uma malha de arame, e colocada dentro de caixas plásticas tipo ‘gerbox’ (11 cm x 11 cm x 3,5 cm). Em cada caixa foi adicionada 40 ml de solução saturada de NaCl (40g de NaCl / 100 ml de água). Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). As caixas foram mantidas em estufa a 41°C durante 72 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, segundo as ‘Regras para Análise de Sementes’, conforme metodologia descrita anteriormente (BRASIL, 2009). Foi realizada apenas uma contagem no quarto dia após o início do teste de germinação para contabilizar o número de plântulas que germinaram (Anexo 8).

- *Massa de 100 sementes*

Foram pesadas quatro amostras de 100 sementes secas para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento), sendo a média dos resultados expressos em gramas (g) (BRASIL, 2009).

- *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) segundo o teste de F a 5% de probabilidade e ao teste de comparação de médias por Scott & Knott ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR (Versão 5.6). Os dados que não apresentaram distribuição

normal foram transformados em arc sec  $(x/100)^{1/2}$  para atender à pressuposição de normalidade de distribuição e então foram submetidos à análise de variância, utilizando para o teste de F o nível de 5% de probabilidade. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott com o auxílio do software SISVAR (Versão 5.6) (FERREIRA, 2014).

### 1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Tabela 1 verifica-se que houve efeito significativo em quase todas as variáveis analisadas tanto dos fatores de forma isolada quanto na interação entre os fatores (épocas de colheitas e armazenamento). Somente o índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca (MS) não apresentaram diferenças significativas na interação entre os fatores passando a ser estudado de forma isolada.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da qualidade fisiológica de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

FV	GL	Quadrado médio						
		PG	PCG	EA	MS	P100	EP	IVE
Bloco	3	0,35 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	17,43 <sup>ns</sup>	9,18 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	17,00 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
Época	4	54,29 <sup>*</sup>	29,01 <sup>*</sup>	6303,65 <sup>*</sup>	90,23 <sup>**</sup>	3,60 <sup>*</sup>	5415,65 <sup>*</sup>	9,44 <sup>*</sup>
Armazenamento	1	13,80 <sup>*</sup>	9,38 <sup>*</sup>	1276,90 <sup>*</sup>	18,72 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>*</sup>	1081,60 <sup>*</sup>	6,99 <sup>*</sup>
Época*Arm.	4	9,89 <sup>*</sup>	6,95 <sup>*</sup>	578,15 <sup>*</sup>	9,29 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>*</sup>	146,60 <sup>*</sup>	0,68 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	0,38	0,54	44,69	4,97	0,04	43,78	0,18
CV(%)		7,53	10,54	8,39	5,98	4,14	8,36	9,28

FV - Fontes de variação; GL - Grau de liberdade; PG - Porcentagem de germinação (%); PCG - Primeira contagem de germinação (%); EA - Envelhecimento acelerado (%); MS - Matéria seca ( $\text{mg.semente}^{-1}$ ); P100 - Peso de 100 sementes (g); EP - Emergência de plântulas em bandeja (%); IVE - Índice de velocidade de emergência; <sup>ns</sup> - não significativo, <sup>\*</sup> - significativo a 5% pelo teste F.

Na Tabela 2 verifica-se que praticamente todas as variáveis ajustaram-se aos modelos de regressão testados, exceto o teor de massa seca das sementes que não se ajustou ao modelo quadrático. No entanto, o modelo escolhido foi baseado na significância e o que apresentou melhor  $R^2$ .

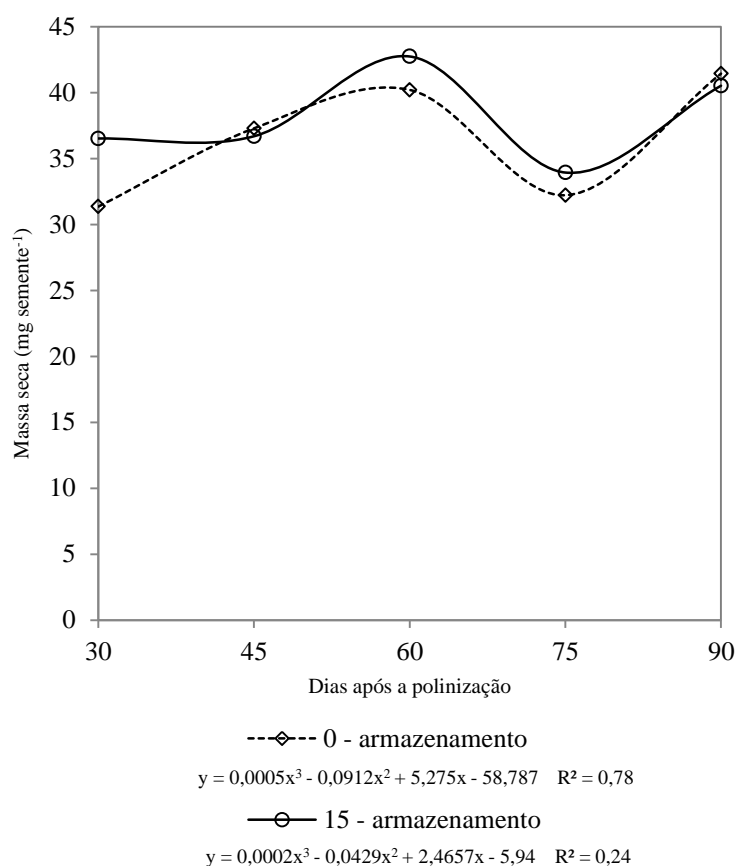
**Tabela 2.** Resumo da análise de regressão das variáveis fisiológicas de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

Armazenamento	Parâmetros avaliados	Quadrado médio		
		Linear	Quadrático	Cúbico
0 dias	EP	9901,25*	8194,32**	2101,25**
	MS	62,12**	4,32 <sup>ns</sup>	132,46**
	PG	114,13**	71,31**	19,58**
	PCG	74,01**	17,53**	24,37**
	EA	10824,10**	6471,50**	2016,40**
	P100	1,22**	0,87**	0,90**
15 dias	PG	10,73**	26,79**	1,94*
	PCG	5,19**	18,92**	2,09*
	EA	2788,90**	2885,79**	656,10**
	P100	3,02**	2,1615**	8,10**

EP - Emergência de plântulas em bandeja (%); MS - Massa seca ( $\text{mg.semente}^{-1}$ ); PG - porcentagem de germinação (%); PCG - Primeira contagem de germinação (%); EA - Envelhecimento acelerado (%); P100 - Peso de 100 sementes (g); <sup>ns</sup> (não significativo); \*\* e \* (significativo a 1 e 5% respectivamente pelo teste t).

O teor de água das sementes de frutos armazenados variou de 7,1 a 7,7% próximo aos valores apresentados pelas sementes oriundas de frutos não armazenados que variou de 7,3 a 8,5%.

A Figura 1 apresenta a massa seca de sementes de melão, cultivar Anton, obtidas de frutos colhidos em diferentes épocas após a polinização. Verifica-se que, as sementes extraídas de frutos armazenados por 15 dias apresentam um incremento considerável de massa seca dos 45 DAA aos 60 DAA, havendo uma brusca queda deste período até 75 DAA, recuperando seu aumento até os 90 DAA.



**Figura 1.** Massa seca de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

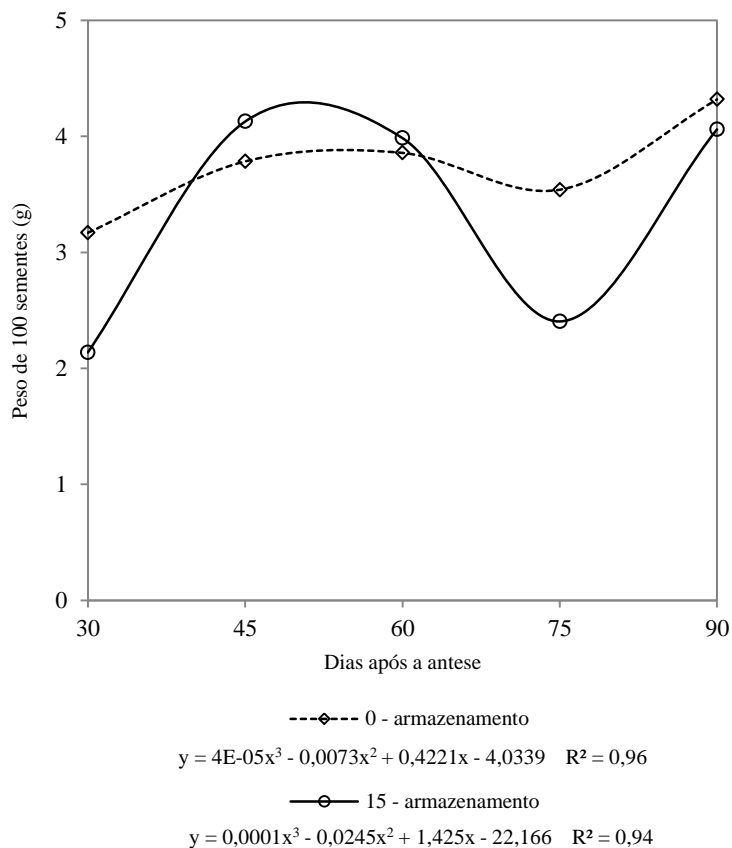
Neto et al., (2014), observou que a massa seca de sementes de abóbora da cultivar Jacarezinho apresentou comportamento crescente, sendo o referido comportamento também observado para o melão amarelo cultivar Anton até os 60 DAA (Figura 1).

A estimativa do peso de 100 sementes demonstrou diferença estatística apenas para as épocas de colheita de 30 DAA e 75 DAA em ambas as condições de armazenamento. O peso das sementes foi maior aos 45 e 90 DAA sob as diferentes condições armazenamento. De forma geral o armazenamento não influenciou no ganho de matéria seca das sementes (Tabela 3).

A Figura 2 apresenta o peso 100 sementes de melão, cultivar Anton, obtidas de frutos colhidos em diferentes épocas após a polinização e submetidos ou não ao armazenamento por 15 dias. Verifica-se que, sementes de frutos não armazenados o maior peso foi observado foi aos 90 DAA. Houve um pequeno aumento no peso das sementes dos 30 aos 45 DAA, permanecendo constante até os 60 DAA, havendo uma pequena queda aos 75 DAA,



aumentando acentuadamente a partir disso até os 90 DAA. Já para as sementes de frutos armazenados, os maiores pesos de 100 sementes ocorreram nas épocas 45, 60 e 90 DAA. Dos 30 aos 45 DAA acontece um crescimento acentuado do acúmulo de matéria seca na semente armazenada refletindo no peso das mesmas, permanecendo constante, aparentemente, até os 60 DAA. A partir disso, observa-se um declínio acentuado até os 75 DAA, voltando a aumentar o peso das sementes armazenadas aos 90 DAA (Tabela 3).

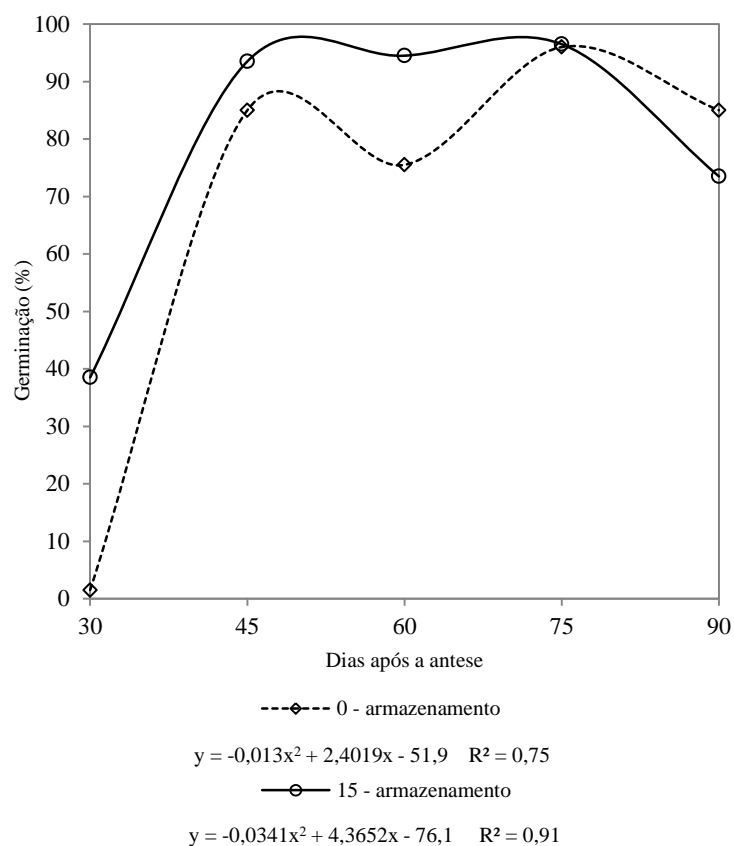


**Figura 2.** Peso de 100 sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

A massa de 100 sementes observadas por Lima & Nascimento (2003) para as sementes de melão da cv. Eldorado 300 confirmam os resultados observados no presente estudo: 30DAA: 3,49g; 40DAA: 4,09g; 50DAA: 4,00g (frutos não armazenados) e aos 30DAA: 3,87g; 40DAA: 4,05g; 50DAA: 3,67g (frutos armazenados). Donato et al., (2015) encontrou o valor máximo de 2,41g para massa de mil sementes estudando o melão da cv. Hales Best Jumbo. O valor observado é inferior aos encontrados para cv. Anton, sendo semelhante somente nos frutos colhidos aos 75DAA e armazenados por 15 dias (2,40g).

Observando o teste germinação, os frutos colhidos aos 75 DAA apresentaram o máximo valor, sendo superiores em relação às demais épocas de colheita, independentemente de manter ou não os frutos sob armazenamento (Tabela 3). Contudo, os frutos colhidos aos 60 DAA sob armazenamento mais uma vez superioridade quando comparado aos não armazenados. Houve redução da germinação aos 90 DAA nas duas condições de armazenamento, podendo-se inferir que as sementes iniciaram o processo de deterioração. Podemos afirmar, com base no teste de germinação, que os frutos poderiam ser colhidos aos 60 DAA e armazenados ou colhidos aos 75 DAA e não armazenados, para obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica, pois não diferiram estatisticamente entre si. Porém, a realização da colheita aos 60 DAA apresenta-se mais vantajosa devido a menor exposição dos frutos e sementes a fatores externos (intempéries e doenças) que poderiam comprometer sua qualidade.

A Figura 3 apresenta a germinação de sementes de melão, cultivar Anton, obtidas de frutos colhidos em diferentes épocas após a antese e submetidos ou não ao armazenamento por 15 dias. Houve um aumento expressivo da germinação das sementes de melão entre as épocas de 30 a 45 DAA para ambas as formas de armazenamento. Nas sementes de 45 a 75 DAA dos frutos armazenados houve uma estabilização da germinação e após este período até dos 90 DAA aconteceu um decréscimo. Para as sementes extraídas dos frutos que não permaneceram sob armazenamento, ocorreu decréscimo da germinação dos 45 aos 60 DAA, sendo retomado o aumento da germinação dos 60 DAA aos 75 DAA. Uma leve queda aconteceu dos 75 aos 90 DAA.

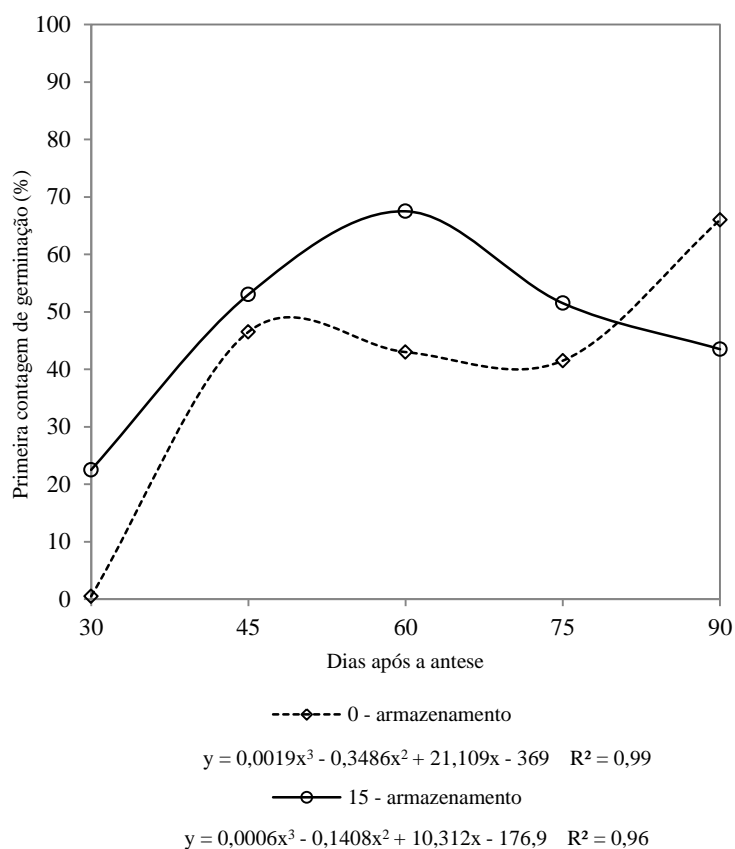


**Figura 3.** Germinação de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Pinheiro et al. (2017) avaliando quatro lotes de sementes de melão da cv. “Golden Mine” observaram 91% de germinação em um dos lotes estudados. Esse valor é semelhante ao observado para cultivar Anton, sob diferentes condições de armazenamento. Lima & Nascimento (2003), também observaram de germinação muito semelhante para a cv. Eldorado 300 variando entre 94% a 95% aos 40 e 50 DAA em frutos armazenados ou não, confirmando os resultados encontrados no presente trabalho.

A Figura 4 apresenta a primeira contagem de germinação de sementes de melão, obtidas de frutos colhidos em diferentes épocas após a polinização e submetidos ou não ao armazenamento por 15 dias. Observou-se um aumento expressivo na germinação de primeira contagem nos de 30 DAA aos 60 DAA para as sementes dos frutos armazenados, ocorrendo logo depois um decréscimo até os 90 DAA. Para as sementes dos frutos não armazenados foi observado que no período de 30 DAA a 45 DAA ocorreu um grande acréscimo na germinação na primeira contagem, seguido de uma leve queda dos 45 DAA aos 75, retomando o crescimento dos 75 DAA aos 90 DAA. Observa-se no gráfico que o máximo de vigor das

sementes ocorreu aos 60 DAA nos frutos armazenados e 90 DAA nos frutos não armazenados, podendo-se inferir que nessas épocas as sementes possuem maior vigor.



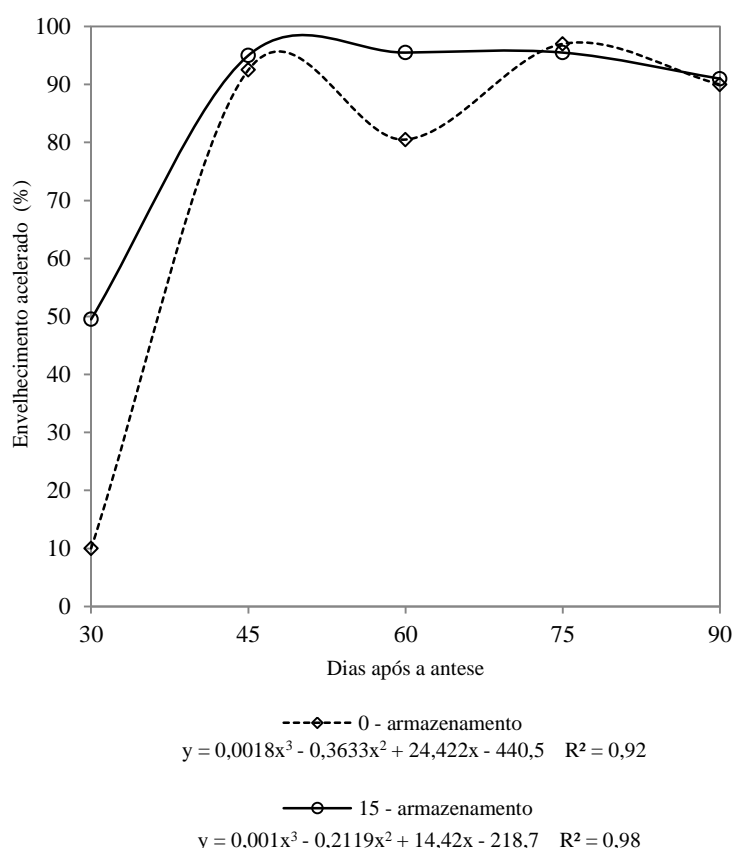
**Figura 4.** Primeira contagem de germinação de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Donato et al., (2015) estudou a cultivar de melão Hales Best Jumbo com base em quatro estágios de maturação dos frutos e sem armazenamento, de acordo com a coloração visual e presença de ou não de rendilhamento, e constatou 1% e 37% de germinação no teste de primeira contagem no primeiro e quarto estágio de germinação, respectivamente. Na cultivar Anton estudada, observou-se 0,5% de germinação no teste de primeira contagem para a primeira época de maturação e porcentagens de germinação próxima na segunda, terceira e quarta épocas de maturação (46%; 43%; 41%).

Lima & Nascimento (2003), avaliando a cv. Eldorado 300 quanto à influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de melão observou resultados equivalentes aos 40DAA (46%) e 50DAA (57%), tanto nos frutos não armazenados quanto

nos frutos armazenados durante 10 dias (40 DAA: 52%; 50 DAA: 59 %) no teste de primeira contagem.

A Figura 5 ilustra que segundo o teste de envelhecimento acelerado, o vigor das sementes armazenadas aumentou até os 45 DAA mantendo ligeiramente estável nas demais épocas de colheita dos frutos. Já as sementes dos frutos não armazenados apresentou um aumento expressivo dos 30 DAA até os 45 DAA, sofrendo um decréscimo dos 45 DAA aos 60 DAA.



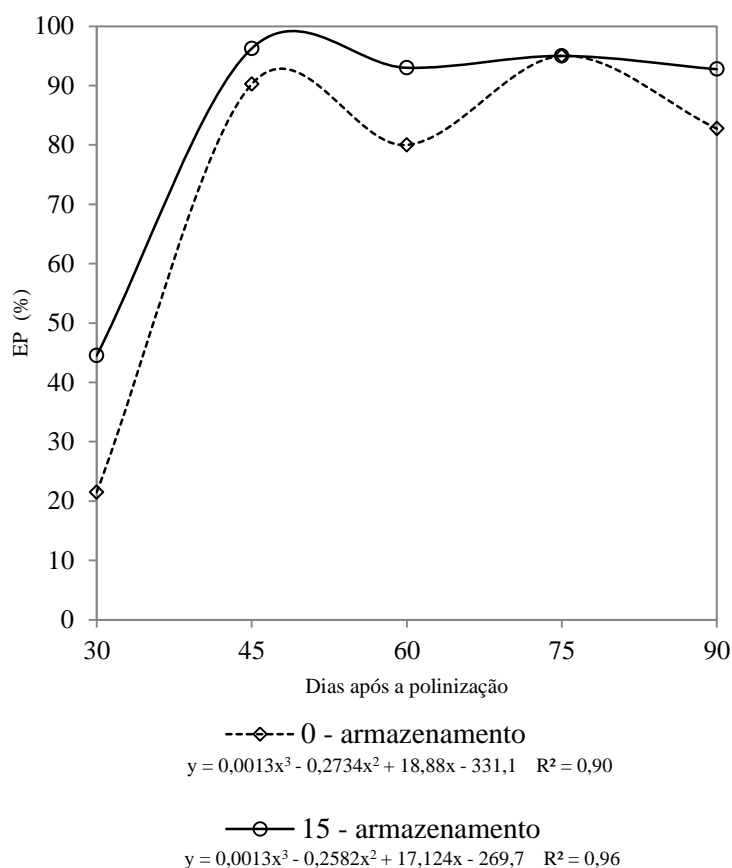
**Figura 5.** Envelhecimento acelerado de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

A partir dos 60 DAA houve um aumento até os 75 DAA, desta época em diante houve um ligeiro decréscimo até os 90 DAA. Segundo os resultados do teste de envelhecimento acelerado, os frutos colhidos aos 60 DAA e armazenados apresentaram melhor vigor (95%), enquanto os frutos colhidos aos 75 DAA foram mais vigorosos quando não armazenados (97%) (Tabela 3). Na produção de sementes comerciais a colheita antecipada dos frutos seria

mais vantajosa na redução de custos e aumento da qualidade sanitária das sementes quando colhidos aos 60 DAA mantidos sob armazenamento.

Torres et al., (2009), estudou o potencial fisiológico de dois híbridos de melão “Goldex” e “Vereda” em cinco lotes de sementes por meio do envelhecimento acelerado e observou valores para vigor acima de 90%. Em outro estudo com sementes de melão (Torres & Marcos Filho, 2003) avaliou dez lotes de sementes dos híbridos AF-646 e AF-682 observando percentagens de vigor variando de 92% a 96%.

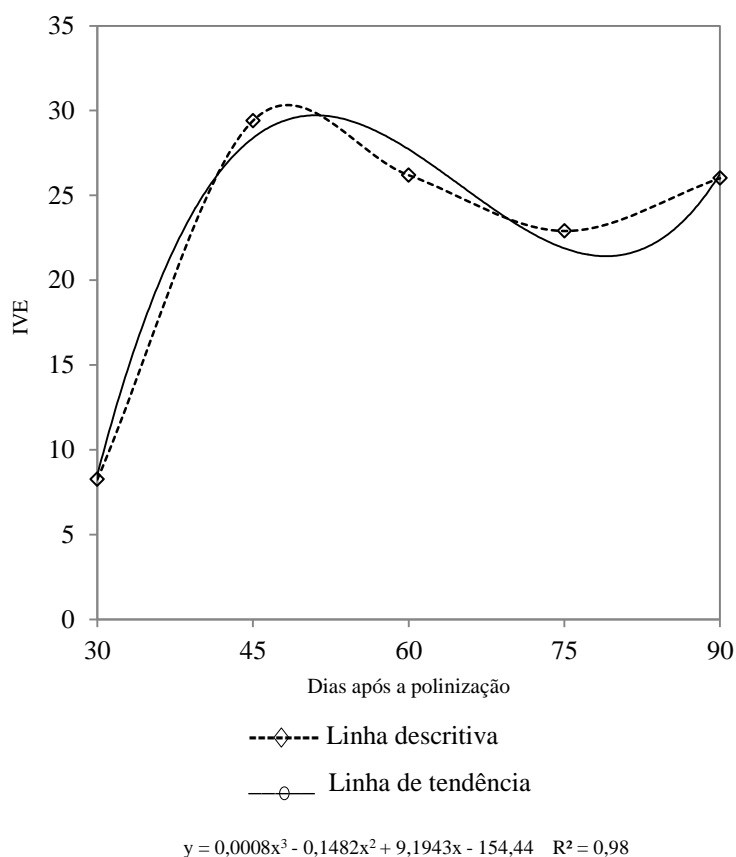
Na Figura 6, observa-se que a emergência de plântulas seguiu a mesma tendência sob as duas formas de armazenamento, atingindo maior porcentagem aos 45 DAA sob armazenamento e mesma porcentagem de plântulas aos 75 DAA, independente do armazenamento dos frutos.



**Figura 6.** Emergência de plântulas em bandeja de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Neto et al. (2014), encontrou bons valores de emergência de plântulas para abóbora entre 50 e 60 DAA, indicando que a melhor época de colheita para produção de semente seria aos 60 DAA.

O índice de velocidade de emergência (IVE) apresentou diferença estatística no agrupamento de médias para todas as épocas, exceto aos 45 DAA. A velocidade de emergência foi superior na época de colheita de 45 DAA para ambas condições de armazenamento, decrescendo até aos 75 DAA e retomando o crescimento até atingir 90 DAA (Tabela 3). Na Figura 7 é possível observar que o IVE apresentou melhores resultados entre 45 e 60 DAA. Segundo Neto et al. (2014), o IVE para a abóbora cultivar Jacarezinho é nula aos 15 DAA, sendo a emergência verificada a partir de 50 DAA até 60 DAA.



**Figura 7.** Índice de velocidade de emergência de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Ao realizar o desdobramento do fator armazenamento dentro de cada época, verificou-se que aos 30 dias após a antese (DAA) todas as variáveis apresentaram diferenças significativas

entre médias das sementes oriundas de frutos armazenados (15 dias) e não armazenados. Aos 45 DAA não houve diferença estatística entre as condições de armazenamento, em todas as variáveis. Aos 60 DAA apenas o peso de 100 sementes não diferiu estatisticamente. Aos 75 DAA somente o peso de 100 sementes e o índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram diferenças significativas. Enquanto aos 90 DAA apenas as médias de envelhecimento acelerado e peso de 100 sementes não diferiram (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PCG), envelhecimento acelerado em solução saturada de sal (EA), peso de 100 sementes (P100), emergência de plântulas em bandeja (EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA) e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

DAA	Armazenamento	PG (%)	PCG (%)	EA (%)	P100 (g)	EP (%)	IVE
30	0	1,5 b	0,5 b	10,0 b	3,2 a	21,5 b	3,4 b
	15	38,5 a	22,5 a	49,5 a	2,1 b	44,5 a	13,0 a
45	0	85,0 a	46,5 a	92,5 a	3,8 a	90,2 a	28,0 a
	15	93,5 a	53,0 a	95,0 a	4,1 a	96,2 a	30,8 a
60	0	75,5 b	43,0 b	80,5 b	3,9 a	80,0 b	23,1 b
	15	94,5 a	67,5 a	95,5 a	4,0 a	93,0 a	29,3 a
75	0	96,0 a	41,5 a	97,0 a	3,5 a	95,0 a	19,5 b
	15	96,5 a	51,5 a	95,5 a	2,4 b	95,0 a	26,3 a
90	0	85,0 a	66,0 a	90,0 a	4,3 a	82,7 b	21,7 b
	15	73,5 b	43,5 b	91,0 a	4,1 a	92,7 a	30,3 a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, dentro de cada época de colheita, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott & Knott a 5 % de probabilidade.

De forma geral, os frutos colhidos aos 60 DAA e armazenados por 15 dias obtiveram melhor desempenho em relação à qualidade fisiológica quando comparados às demais épocas de colheita e frutos não armazenados. Nesse caso, foram necessários 75 dias para a maturação total das sementes, podendo o produtor antecipar a colheita para a época (60DAA) e diminuir a exposição dos frutos às intempéries e a deterioração no campo, quando comparados aos frutos que seriam colhidos posteriormente e conseqüentemente reduzindo custos de produção.



#### **1.4. CONCLUSÃO**

Os melhores resultados para maturidade fisiológica das sementes ocorreu em sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 dias após a antese e com 15 dias de armazenados. Assim sendo, na produção de sementes comerciais a colheita antecipada dos frutos, aos 60 DAA mantidos sob armazenamento, seria mais vantajosa na redução de custos e aumento da qualidade sanitária dos frutos e conseqüentemente das sementes.

## 1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; GONZAGA, M. P. Época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv Golden na qualidade fisiológica das sementes. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, mai-jun, 2005.

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

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

DONATO, L. M. S.; RABELO, M. M.; DAVID, A. M. S. S.; ROCHA, A. F.; ROCHA, A. S.; BORGES, G. A. 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, Jan./Mar. 2015.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec.** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

LIMA, G. dos P.; NASCIMENTO, W. M. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de melão cv. Eldorado 300. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento 2. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Publicado também como resumo em: **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 398, jul. 2003. Suplemento 1.

MEDEIROS, M. A.; GRANGEIRO, L. C.; TORRES, S. B.; FREITAS, A. V. L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 17-24, 2010.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C.; GOMES, L. A. A.; PINHO, E.V. R. V. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1, p. 022 - 030, 2011.

NETO, F. A.; ALMEIDA, F. A. C.; DANTAS, B. F.; GARRIDO, M. S.; ARAGÃO, C. A. Maturação fisiológica de sementes de abóbora (*Curcubita moschata* Duch) produzidas no semiárido. **Com. Sci.**, Bom Jesus, v. 5, n.3, p.302-310, Jul/Set. 2014.

PINHEIRO, D. T.; DIAS, D. C. F. dos S.; ARAÚJO, J. O. Germination of melon seeds under water and thermal stress. **Journal of Seed Science**, v.3, n. 4, p. 440-447, 2017.

SILVA, P. P. **Características fisiológicas, bioquímicas e morfológicas de sementes de abóbora durante o desenvolvimento**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal De Pelotas. 112 f., 2014.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.77-82, Jan/Mar.2003.

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, A. K.; BENEDITO, C. P.; MARINHO, J. C. Envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 70-75, jan.-mar. 2009.

WELBAUM, G.E.; BRADFORD, K.J. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Experimental Botany**, California, v. 40, p. 1355-1362, 1989.

## **CAPÍTULO II**

---

### **ALTERAÇÕES PROTÉICAS E ENZIMÁTICAS DURANTE A MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MELÃO**

## RESUMO

O melão é uma espécie pertencente à família das *Cucurbitáceas*, sendo suas sementes classificadas como ortodoxas devido à manutenção da capacidade germinativa mesmo com a secagem das sementes. As espécies apresentam diferentes mecanismos de adaptação no que diz respeito à sobrevivência das sementes à dessecação, prevenindo a destruição celular durante a perda de água. O conhecimento desses mecanismos são fundamentais para o entendimento de como ocorre os processos de formação/maturação de sementes e dos processos envolvidos na germinação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar as alterações fisiológicas e bioquímicas durante o processo de maturação das sementes de melão da cultivar Anton, sob diferentes estádios de maturação e condições de armazenamento dos frutos, por meio da ação das proteínas totais e das enzimas catalase, peroxidase e superóxido dismutase. O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Fevereiro de 2018. Os frutos de melão amarelo analisados foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças. Os frutos foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados. Estes foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado. Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes. As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises: grau de umidade, germinação, primeira contagem, análise do perfil de proteínas e atividade de enzimas antioxidantes (peroxidase, catalase e superóxido dismutase). As sementes extraídas dos frutos aos 60 DAA sob armazenamento apresentaram atividade mais intensa para as enzimas superóxido dismutase e catalase, sendo capazes de anular a ação de compostos nocivos às células.

Palavras chaves: perfil proteico, enzimas antioxidantes, radicais livres, vigor, germinação.

## ABSTRACT

The melon is a species belonging to the family *Cucurbitaceae*, and its seeds are classified as ortodox, due to the maintenance of the germinative capacity after seed the drying. The species present different mechanisms of adaptation with respect to the survival of the seeds to the desiccation, preventing the cellular destruction during the loss of water. The knowledge of these mechanisms is fundamental for the understanding of how the processes of seed formation / maturation and the mechanisms involved in germination occur. The objective of this study was to determine the physiological and biochemical changes during maturation of the “Anton” melon seeds, under different stages of fruit maturation and storage conditions, through the action of total proteins and the enzymes catalase, peroxidase and superoxide dismutase. The experiment was performed from December 2016 to February 2018. The yellow melon fruits were grown under greenhouse conditions at Embrapa Vegetables. Fruits were harvested at five distinct times: at 30, 45, 60, 75 and 90 days after anthesis (DAA). In each period a total of 30 fruits were harvested, of which 15 fruits had their seeds extracted immediately after harvest and 15 fruits were stored; fruits were packed in properly labeled plastic picking boxes for a period of 15 days at room temperature in an airy place. The 30 fruits were submitted to the same procedures of extraction, washing and seed drying. The dry seeds, were submitted to the following analyzes: moisture content, germination, first counting, protein profile analysis and antioxidant enzymes activity (peroxidase, catalase and superoxide dismutase). Seeds extracted from fruits at 60 DAA under storage showed more intense activity for the enzymes superoxide dismutase and catalase, being able to cancel the action of harmful compounds to the cells.

Key words: protein profile, antioxidant enzymes, free radicals, vigor and germination.

## 2.1. INTRODUÇÃO

O melão é uma espécie pertencente à família das *Cucurbitáceas*, sendo suas sementes classificadas como ortodoxas, devido à manutenção da capacidade germinativa mesmo após a secagem das sementes. As sementes recalcitrantes não passam pela fase de secagem natural na planta-mãe ao final da maturação, continuando com elevado teor de água (60 a 70% do peso fresco), podendo iniciar o processo germinativo ainda na planta-mãe (viviparidade) (BARBEDO & MARCOS FILHO, 1998; GUIMARÃES et al., 2008).

As espécies apresentam diferentes mecanismos de adaptação no que diz respeito à sobrevivência das sementes à dessecação, prevenindo a destruição celular durante a perda de água. A sensibilidade à dessecação é um fenômeno fisiológico complexo e envolve uma série de mecanismos deletérios e/ou protetores dependendo das condições da dessecação. Existem vários fatores envolvidos na tolerância ou na sensibilidade à dessecação: a) o controle de reguladores de crescimento (principalmente o ABA); b) o acúmulo de proteínas ao final da maturação (LEA proteínas); c) o balanço entre açúcares solúveis (principalmente a sacarose, a rafinose e a estaquiose); d) a presença de radicais livres; e) as características da água na semente etc. (BARBEDO & MARCOS FILHO, 1998).

Além disso, existem enzimas, moléculas antioxidantes, que auxiliam no combate de radicais livres reagindo com peróxidos de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), produzindo oxigênio singlete e radical hidroxil (OH $\cdot$ ), tóxicos às células e capazes de danificar constituintes celulares, tais como, proteínas, DNA's e membranas. Esses radicais acumulam porque os sistemas removedores de radicais livres não são efetivos em organismos desidratados. Algumas enzimas removedoras de radicais livres, como glutathione redutase, superóxido dismutase, catalase e peroxidase podem reduzir os produtos tóxicos resultantes do ataque de radicais livres. O conhecimento desses mecanismos é fundamental para o entendimento de como ocorre os processos de formação/maturação de sementes e dos processos envolvidos na germinação (ROSA et al., 2005).

Em geral, a qualidade máxima da semente associa-se à acumulação máxima de matéria seca, a partir daí a geminação e o vigor declinam (NEGREIROS et al., 2006). Após a maturidade fisiológica se inicia a deterioração da semente provocando uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, tais como degradação e inativação de enzimas, redução da atividade respiratória e perda de integridade das membranas celulares. Esses processos ocorrem de maneira progressiva, determinando a queda da qualidade e

culminando com a morte da semente. Sendo assim, alterações nos perfis de proteínas e de enzimas específicas, constituem ferramentas importantes para monitorar as alterações resultantes da deterioração (VIDIGAL et al., 2009).

Nas cucurbitáceas, a extração das sementes pode ser realizada após a colheita de frutos maduros, no entanto, há a possibilidade de realizar a extração antes da completa maturação dos frutos. Dessa forma, aguarda-se maior tempo antes da extração das sementes, visto que dentro dos frutos as sementes continuam a se desenvolver. Esse período de armazenamento auxilia na finalização do ponto de maturidade fisiológica, ponto esse onde as sementes atingem qualidade e viabilidade superiores (MARROCOS et al., 2011).

Alguns estudos relatam a relação existente entre a maturação de sementes e as modificações fisiológicas que ocorrem durante o processo de desenvolvimento do fruto, em particular, conteúdo de massa seca, germinação e vigor. Contudo, são escassas as informações sobre as alterações enzimáticas e proteicas durante a maturação e desenvolvimento das sementes. Dessa forma, objetivo deste trabalho foi determinar as alterações fisiológicas e bioquímicas durante o processo de maturação das sementes de melão da cultivar Anton, sob diferentes estádios de maturação e condições de armazenamento dos frutos, por meio da ação das proteínas e das enzimas catalase, peroxidase e superóxido dismutase.

## **2.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os frutos de melão amarelo analisados foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, situada na longitude 805584,23 mE e latitude 8236617,15 mS, Fuso 22, Zona L, segundo as coordenadas UTM, em Brasília/DF (Anexo 1).

No experimento foram utilizadas sementes de dois parentais de melão amarelo híbrido, desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. O cruzamento dos dois parentais, do progenitor feminino (114-5) e progenitor masculino (76-2), deram origem a cultivar Anton, estudada nesse trabalho.

Inicialmente, foram produzidas, em casa de vegetação, mudas em 5 bandejas de poliestireno de 128 células cada, com densidade de plantio de 1 semente por célula, utilizando uma mistura de 11 kg de latossolo vermelho e 11 kg substrato artificial Bioplant<sup>®</sup>, totalizando 22 kg (Anexo 2A). Na semeadura, foi realizada adubação com 0,2 kg de osmocote Mini Prill (19-06-10), 0,15 kg de sulfato de amônio, 0,75 kg de supersimples, 0,3 kg de calcário e 10 kg



de esterco de galinha para os 22 kg de mistura. As mudas foram transplantadas 15 dias após a semeadura (Anexo 2B).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (telado 24), coberta com plástico transparente e nas dimensões 5,0 m (altura), 7,0 m (largura) e 30,0 m (comprimento). As mudas foram transplantadas para 480 vasos plásticos (1 muda/vaso) com capacidade de 5 litros, sendo 400 para o parental feminino (114-5) e 80 para o parental masculino (76-2). Foram utilizados 2400 kg de solo esterilizado e 150 kg de substrato Rohrbacher®, misturados com 1,95 kg de sulfato de amônio, 9,5 kg de super simples, 3,9 kg de calcário e 65 kg de esterco de galinha. As mudas foram tutoradas com barbante e irrigadas por sistema de gotejamento (Anexos 3A e 3B).

Após a verificação da presença de botões florais nas plantas foi efetuada polinização manual, antes da antese floral, nas primeiras horas do dia pela manhã entre 7:30h e 10:00h (Anexos 4A, 4B e 4C). Após a polinização, as flores foram protegidas com folha de papel alumínio para evitar a contaminação com pólen exógeno e identificadas por meio de etiquetas (Anexo 4D).

Os frutos foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados. Os 15 frutos armazenados foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado (Anexo 5). Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes.

Após a extração, as sementes foram acondicionadas em baldes plásticos (5 litros), durante um período de 24 horas, para a fermentação e remoção da mucilagem (Anexos 6A, 6B e 6C). Em seguida foi adicionada água corrente para lavagem (Anexo 6D). As sementes foram separadas e contabilizadas manualmente. Posteriormente as sementes foram submetidas ao procedimento de secagem, por um período de 48 horas (Anexo 6E) a temperatura de 32°C.

As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas aos testes de germinação, primeira contagem, determinação da umidade. Análises das proteínas totais, das enzimas superóxido dismutase, catalase e peroxidase foram também realizadas entre dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Cada uma destas análises apresentam-se na sequência:

- *Determinação do grau de umidade*

O teor de água das sementes foi determinado segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças. Foi utilizado o método de estufa a 105°C (± 3°C). As amostras foram constituídas de 20 sementes inteiras, sendo utilizadas três repetições para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento) (Anexos – Figura 7). As sementes foram pesadas com auxílio de uma balança de precisão e em seguida, permaneceram em estufa durante 24 horas. Após esse período as amostras foram pesadas novamente e verificada a diferença entre a massa final e massa inicial.

A umidade foi calculada na base do peso úmido, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$U(\%) = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} * 100, \text{ onde:}$$

**U** = umidade em percentagem

**P<sub>i</sub>** = peso inicial da semente úmida, sem o peso do recipiente;

**P<sub>f</sub>** = peso final da semente seca, sem o peso do recipiente;

- *Teste de germinação*

As sementes foram submetidas ao teste de germinação, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). Inicialmente as sementes passaram por um processo de desinfecção por imersão em hipoclorito de sódio a 50 % durante 10 minutos e posteriormente lavadas com água destilada. O teste foi conduzido em rolo de papel de germinação esterilizado e umedecido com água destilada (pH de 6,0-7,5), com volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco de germinação. As sementes permaneceram em germinador em condições controladas de luz, umidade e temperatura, sendo submetidas a 20°C durante 16 horas na ausência de luz e 30°C durante 8 horas na presença de luz. As contagens foram realizadas aos 8 dias após a instalação do teste, sendo observada a presença de plântulas normais e plântulas anormais. O resultado

do teste de germinação foi dado pela média das quatro repetições de 50 sementes e expresso pela porcentagem de plântulas classificadas como normais.

- *Primeira contagem*

O teste de primeira contagem foi realizado nas sementes que foram submetidas ao teste de germinação. A primeira contagem consiste em contabilizar o número de plântulas que germinaram no quarto dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinaram, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

- *Determinação da atividade de enzimas antioxidativas*

Para determinação da atividade das enzimas antioxidativas foi necessária a obtenção de um extrato enzimático. Inicialmente as sementes foram embebidas em água durante 8 horas, sem seguida foram congeladas em nitrogênio líquido e armazenados a -20 °C até o momento das avaliações. Os extratos enzimáticos brutos foram obtidos por meio da maceração de 0,1g de embriões (cotilédones e eixo embrionário) em nitrogênio líquido, seguida de adição de 2 mL de meio de extração, tampão fosfato de potássio (0,1M, pH 6,8), contendo ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (0,1 mM), fluoreto de fenilmetilsulfônico (PMSF) (1,0 mM) e polivinilpolipirrolidona (PVPP) 1% (p/v) (Peixoto et al. 1999). A solução homogeneizada foi centrifugada a 19.000 g por 15 min., a 4 °C.

- *Determinação da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD)*

A atividade da SOD foi determinada pela adição de 100 µL do extrato enzimático bruto a 2,90 mL de meio de reação, constituído de tampão fosfato de sódio 50 mM, pH 7,8, contendo metionina 13 mM, azul de p-nitro tetrazólio (NBT) 75 µM, EDTA 0,1 mM e 2 µM de riboflavina (Del Longo et al. 1993). A reação foi conduzida a 25 °C, em uma câmara de reação iluminada com uma lâmpada fluorescente de 15 W. Após 5 min de exposição à luz, a iluminação foi interrompida. A formazana azul, produzida pela fotorredução do NBT, foi medida pela absorvância a 560 nm. O valor da absorvância de um meio de reação igual ao anterior, mas mantido no escuro pelo mesmo período, serviu como branco e foi subtraído da leitura de cada amostra que recebeu iluminação (Giannopolitis & Ries 1977). Uma unidade de SOD foi definida como a quantidade de enzima necessária para inibir em 50% a fotorredução do NBT (Beauchamp & Fridovich 1971). O resultado foi expresso em U min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> proteína.

- *Determinação da atividade da enzima catalase (CAT)*

A atividade da CAT foi determinada pela adição de 100 µL do extrato enzimático bruto a 2,90 mL de meio de reação, constituído de tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,0 e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 12,5 mM (adaptado de Havir & Mchale 1987). O decréscimo na absorbância a 240 nm a 25°C foi medido durante o primeiro minuto de reação. A atividade enzimática foi calculada utilizando-se o coeficiente de extinção molar de 36 M<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> (Anderson et al. 1995) e o resultado expresso em nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> proteína.

- *Determinação da atividade das peroxidases (POX)*

A atividade das POX foi determinada pela adição de 100 µL do extrato enzimático bruto a 2,90 mL de meio de reação, constituído de tampão fosfato de potássio 25 mM, pH 6,8, pirogalol 20 mM e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 20 mM (adaptado de Kar & Mishra, 1976). A produção de purpurogalina foi medida por meio do incremento da absorbância a 420 nm a 25°C. A atividade enzimática foi calculada utilizando-se o coeficiente de extinção molar de 2,47 M<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> (Chance & Maehley, 1955) e o resultado expresso em nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> proteína.

- *Determinação de proteínas totais*

O teor de proteínas foi determinado por meio do método de Bradford (1976), utilizando-se albumina bovina (BSA) como padrão. Nesse método ocorre a interação entre o corante *Coomassie Brilliant Blue G 250 (Sigma-Aldrich)* e as macromoléculas de proteínas. A interação entre a proteína e o corante BG- 250 (reagente de Bradford) provoca o deslocamento do equilíbrio do corante para a forma aniônica, que absorve em 595 nm.

Utilizou-se de 10 µL do extrato enzimático adicionado a 1 mL do reagente de Bradford, seguido de agitação. Após 20 minutos, foi realizada a leitura da absorbância da amostra em espectrofotômetro a 595 nm. As análises foram feitas em triplicata. O cálculo para a dosagem de proteínas foi feito a partir de uma curva de calibração com o padrão soro-albumina bovina da *Sigma-Aldrich*.

- *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) segundo o teste de F a 5% de probabilidade e ao teste de comparação de médias por Scott & Knott ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR (Versão 5.6). Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados em  $\text{arc sec } (x/100)^{1/2}$  para atender à pressuposição de normalidade de distribuição e então foram submetidos à análise de variância, utilizando para o teste de F o nível

de 5% de probabilidade. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott com o auxílio do software SISVAR (Versão 5.6) (FERREIRA, 2014).

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância dos parâmetros bioquímicos de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação e submetidos ou não ao armazenamento. Verifica-se que quase todas as variáveis apresentaram diferenças significativas tanto dos fatores isoladamente quanto da interação entre eles, exceto o teor de proteínas que não foi significativo no fator armazenamento.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância das alterações bioquímicas de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

FV	GL	Quadrado médio			
		PT	SOD	CAT	POX
Época	4	1,409*	0,018*	359,535*	0,084*
Armazenamento	1	0,440 <sup>ns</sup>	0,004*	432,067*	0,086*
Época*Armazenamento	4	0,947*	0,017*	525,568*	0,304*
Resíduo	20	0,081	0,0004	4,623	0,001
CV(%)		7,00	9,45	7,28	6,03

FV - Fontes de variação; PT - Proteína total ( $\text{mg.mL}^{-1}$ ); SOD - Superóxido dismutase ( $\text{U min}^{-1}.\text{mg}^{-1}$  de proteína); CAT – Catalase ( $\text{nmol. min}^{-1}.\text{mg}^{-1}$  de proteína); POX - Peroxidase ( $\text{nmol. min}^{-1}.\text{mg}^{-1}$  de proteína); <sup>ns</sup> - não significativo, \* - significativo a 5% pelo teste F.

Quando submetidos à análise de regressão, verificou-se que a maioria das variáveis ajustou-se aos modelos testados, como pode ser visualizado na Tabela 2, baseando-se a escolha dos modelos na significância dos parâmetros e no coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Dentre as sementes oriundas de frutos não armazenados, observa-se que o teor de proteínas não se ajustou aos modelos linear e quadrático, enquanto a atividade da Catalase (CAT) não se ajustou a nenhum dos modelos. Nas sementes oriundas de frutos armazenados a atividade da CAT não se ajustou ao modelo cúbico.

**Tabela 2.** Resumo da análise de regressão do teor de proteínas totais (PT) e das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POX) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

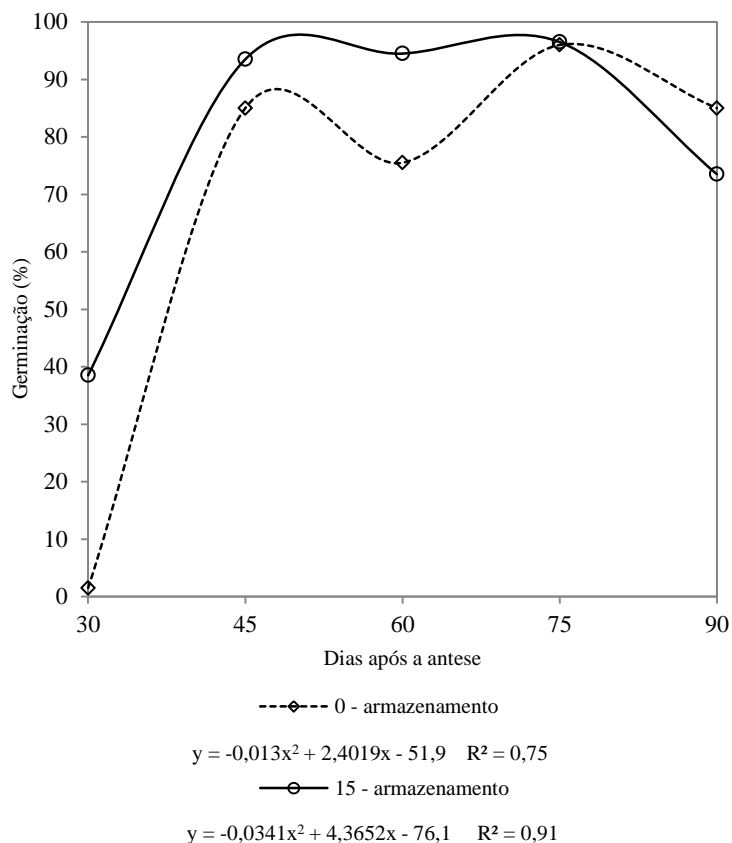
Armazenamento	Parâmetros avaliados	Quadrado médio		
		Linear	Quadrático	Cúbico
0 dias	PT	114,130 <sup>ns</sup>	71,313 <sup>ns</sup>	19,579 <sup>*</sup>
	SOD	74,007 <sup>**</sup>	17,533 <sup>**</sup>	24,368 <sup>**</sup>
	CAT	10824,100 <sup>ns</sup>	6471,500 <sup>ns</sup>	2016,400 <sup>ns</sup>
	POX	1,225 <sup>**</sup>	0,875 <sup>**</sup>	0,900 <sup>**</sup>
15 dias	PT	10,726 <sup>**</sup>	26,788 <sup>**</sup>	1,940 <sup>*</sup>
	SOD	5,186 <sup>*</sup>	18,924 <sup>*</sup>	2,089 <sup>**</sup>
	CAT	2788,900 <sup>*</sup>	2885,786 <sup>**</sup>	656,100 <sup>ns</sup>
	POX	3,025 <sup>**</sup>	2,161 <sup>**</sup>	8,100 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup> (não significativo); <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup> (significativo a 1 e 5% respectivamente pelo teste t).

Verifica-se na Figura 1 que sementes obtidas de frutos colhidos aos 30 dias após a antese (DAA) e não armazenados apresentou o menor percentual de germinação (1 %). No entanto, o armazenamento por 15 dias favoreceu a germinação elevando-se o percentual para 38 %. Verifica-se ainda que o armazenamento também favoreceu a germinação das sementes oriundas dos frutos colhidos aos 45 e 60 DAA. Aos 75 DAA, o armazenamento dos frutos aparentemente não influenciou na germinação. Nota-se ainda que sementes de frutos colhidos aos 90 DAA tende a diminuir a germinação tanto das sementes sem armazenamento quanto das sementes de frutos armazenados. Os maiores percentuais de germinação (93; 94 e 96 %) foram obtidos pelas sementes oriundas de frutos colhidos aos 45, 60 e 75 DAA respectivamente e armazenados por 15 dias e também para sementes oriundas de frutos colhidos aos 75 DAA (96%), porém sem o armazenamento.

De acordo com Vidigal et al.(2009), alguns estudos em espécies de frutos carnosos tem demonstrado que, atingem níveis máximo de germinação e vigor aquelas sementes mantidas por um período de tempo armazenado no fruto após colheita, prosseguindo com o processo de maturação. Estes autores constataram que para as sementes de pimenta provenientes de frutos colhidos aos 40 DAA não armazenados a germinação foi nula, resultados semelhantes ao encontrado aos 30 DAA não armazenados do melão, cultivar

Anton, onde a germinação aproximou-se de zero. A germinação aos 50 DAA e armazenados apresentou máxima germinação, sendo superior a 90 %, comportamento observado para o melão amarelo, cultivar Anton, nas épocas 45, 60 e 75 DAA e armazenados, onde obtiveram valores de germinação superiores a 90%.

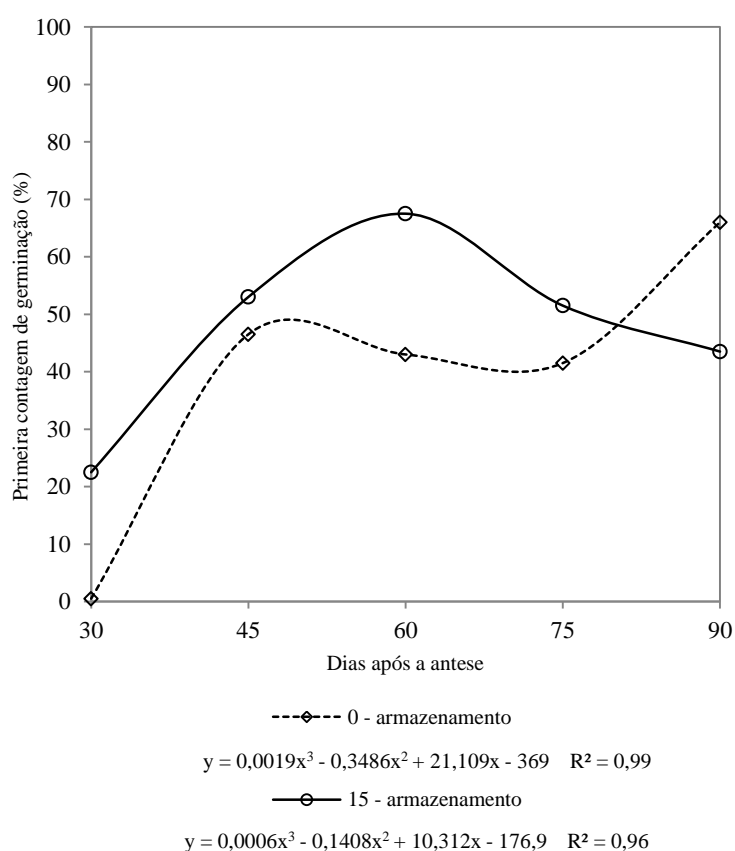


**Figura 1.** Porcentagem de germinação de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

A Figura 2 apresenta a primeira contagem de germinação de sementes de melão, cultivar Anton, obtidas de frutos colhidos em diferentes épocas após a polinização e submetidos ou não ao armazenamento por 15 dias. Observou-se um aumento expressivo na germinação na primeira contagem a partir de 30 DAA até os 60 DAA para as sementes dos frutos armazenados, ocorrendo logo depois um decréscimo até os 90 DAA. Para as sementes dos frutos não armazenados, foi observado que no período de 30 DAA a 45 DAA ocorreu um grande acréscimo na germinação na primeira contagem, seguido de uma leve queda dos 45 DAA aos 75 DAA, retomando o crescimento dos 75 DAA aos 90 DAA. Observa-se no

gráfico que o máximo de vigor das sementes ocorreu aos 60 DAA nos frutos armazenados e 90 DAA nos frutos não armazenados, podendo-se inferir que nessas épocas as sementes possuem maior vigor.

Assim, o maior vigor das sementes foi observado nas sementes provenientes de frutos com 60 DAA e armazenados, onde a avaliação pela primeira contagem apresentou valor de 67%. Resultado semelhante ao encontrado por Vidigal et al. (2009), que observaram para pimenta que as sementes extraídas dos frutos colhidos aos 60 e 70 DAA e armazenados apresentaram maior vigor.



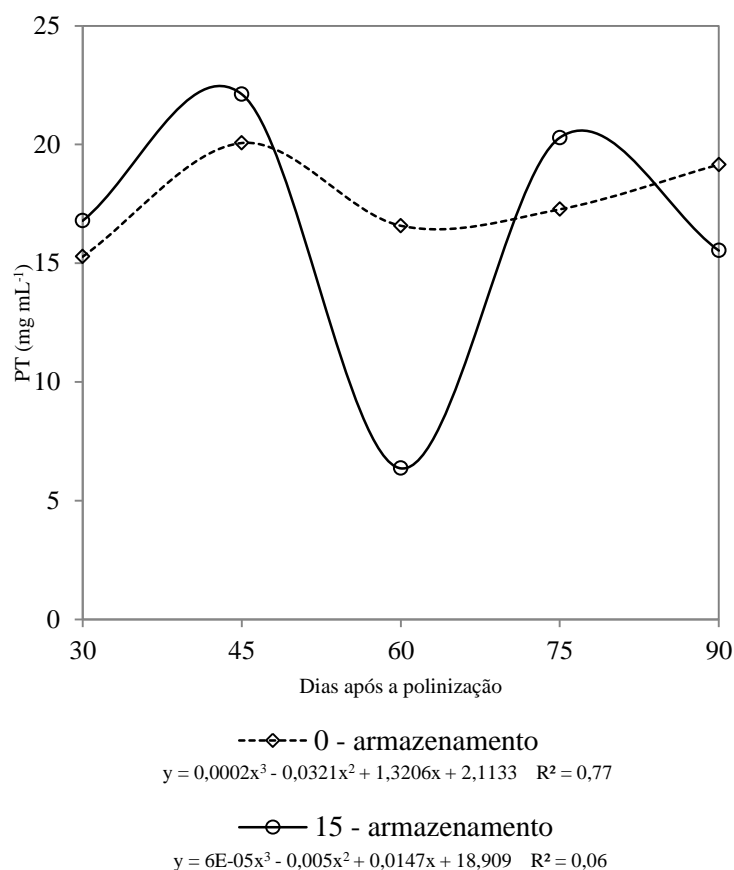
**Figura 2.** Porcentagem de primeira contagem de germinação de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Houve uma oscilação no decurso do processo de maturação apresentando valor máximo na concentração de proteínas para as sementes colhidas aos 30 DAA independente de armazenamento dos frutos ou não. Para as sementes extraídas de frutos colhidos aos 30, 45,



60, 75 e 90 DAA armazenados por 15 dias, os valores de proteínas foram respectivamente 16,78; 22,11; 6,35; 20,28 e 15,53 mg mL<sup>-1</sup>. Já nas sementes colhidas dos frutos sem armazenamento, apresentaram os valores de proteínas totais 15,27; 20,06; 16,26; 17,26 e 19,15 respectivamente para as épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA.

Silva et al., (2016) relata que provavelmente contribui para uma maior concentração de proteína e para a germinação o teor de água da semente por favorecer a presença de substâncias de reserva durante o desenvolvimento. Verificou-se que para o melão amarelo, cultivar Anton, o teor de proteínas apresentou maior concentração aos 45 e 75 DAA para as sementes armazenadas e aos 45 e 90 DAA para as sementes não armazenadas.

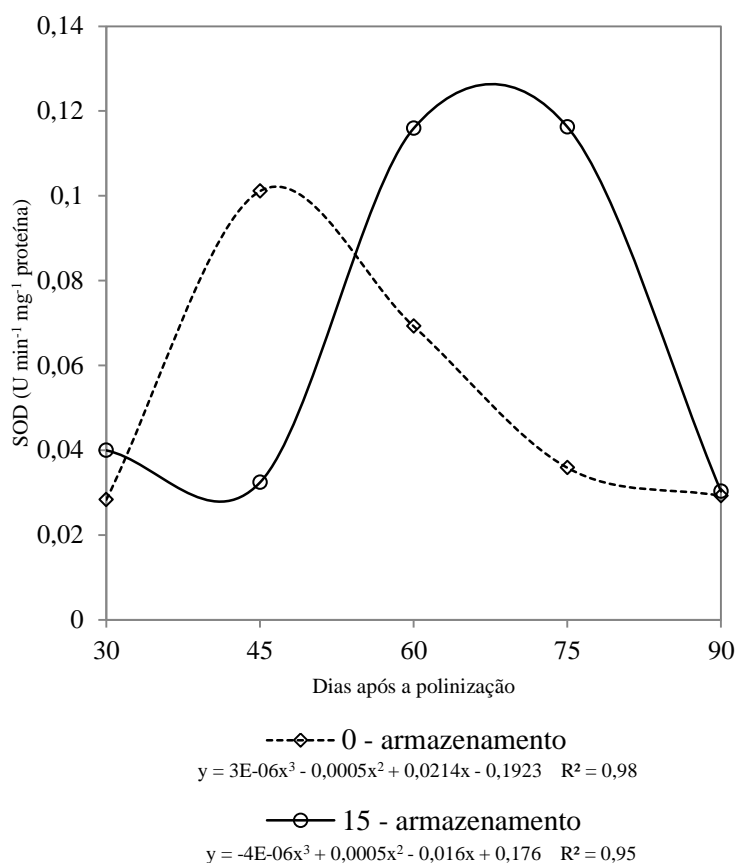


**Figura 3.** Concentração de proteínas totais (PT) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

As sementes extraídas dos frutos de melão apresentaram comportamento em relação a atividade da superóxido dismutase (SOD) diferenciadas de acordo com o armazenamento ou

não dos frutos. Nas sementes dos frutos armazenados os valores da SOD foram de 0,0399; 0,323; 0,116; 0,116 e 0,030  $\text{U min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ , respectivamente para as épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA. Já para os frutos não armazenados os valores da SOD foram de 0,283; 0,101; 0,069; 0,035 e 0,030  $\text{U min}^{-1}\text{mg}^{-1}$  proteína para as épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA respectivamente.

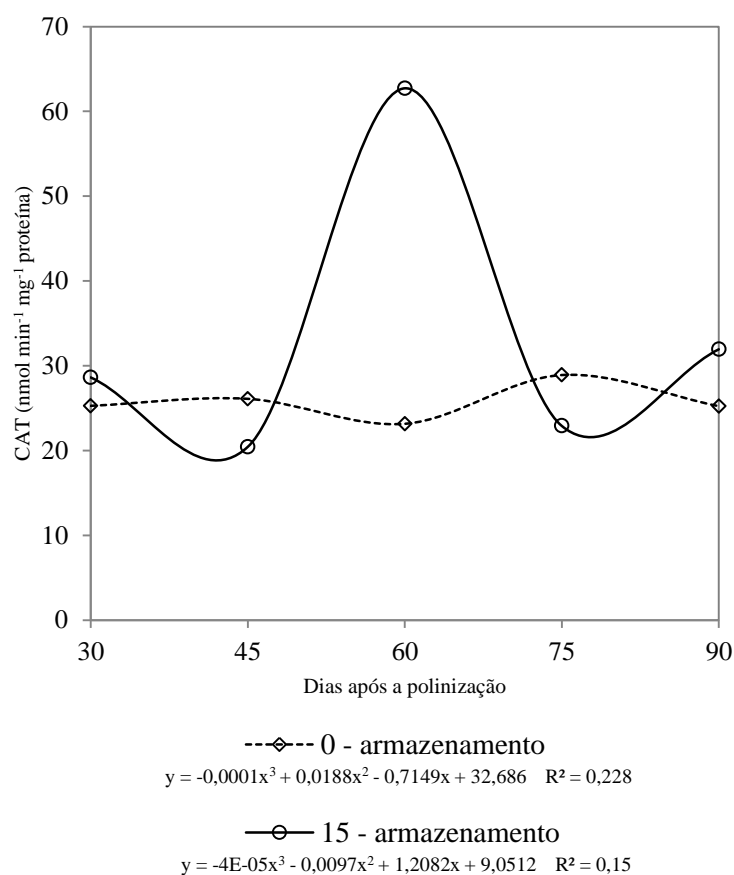
Carvalho et al., (2014) relata que para sementes de algumas cultivares de soja houve diferenças consistentes na expressão da enzima superóxido dismutase (SOD) ao longo da expressão do armazenamento, verificando independente da condição de armazenamento incremento na atividade dessa enzima. Já no melão amarelo, cultivar Anton, a atividade da enzima SOD apresentou valores superiores nas sementes extraídas das épocas de 45 e 60 DAA sob armazenamento apresentando os valores respectivamente de 0,115 e 0,116  $\text{U min}^{-1}\text{mg}^{-1}$  proteína.



**Figura 4.** Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). Brasília, DF.

Para as sementes extraídas dos frutos de melão observou-se o comportamento em relação a atividade da catalase (CAT) bem mais ativa nas extraídas dos frutos armazenados, atingindo seu ápice aos 45 DAA com 62,719 nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> proteína. As sementes dos frutos não armazenados apresentou atividade constante da enzima CAT. Nas sementes dos frutos armazenados os valores da CAT 28,623; 20,431; 62,719; 22,906 e 31,940 nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>, respectivamente para as épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA. Para as sementes dos frutos não armazenados os valores da CAT foram de 25,275; 26,099; 23,156; 28,906 e 25,232 nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> respectivamente para as épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA.

Silva et al., (2008) em seu experimento de avaliação de qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes, observou que para a catalase em sementes submetidas aos diferentes tratamentos não houve diferenças nos padrões eletroforéticos. A desintoxicação de (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) E H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> é realizada pela catalase, Observou-se que nas sementes extraídas do melão, cultivar Anton, para as sementes dos frutos das épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA sem armazenamento que também não houve diferenças significativas nos valores, sendo estes respectivamente 25,27; 26,09; 23,15; 28,90 e 25,23 nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>. Já para as sementes extraídas dos frutos da época 60 DAA com 15 dias de armazenamento, a enzima catalase apresentou maior valor, sendo de 62,71 nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>.

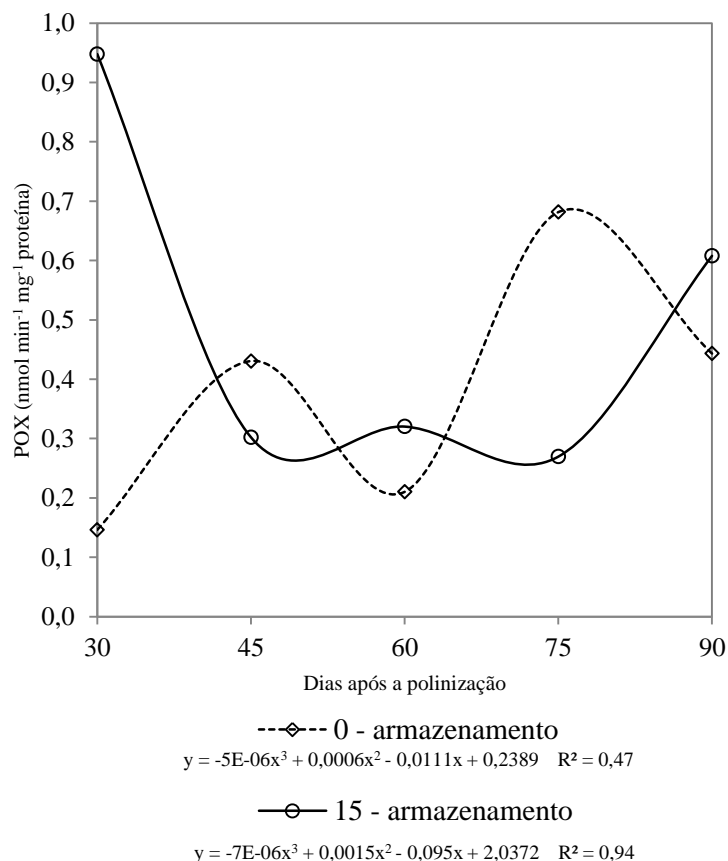


**Figura 5.** Atividade da enzima catalase – CAT em sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). Brasília, DF.

O comportamento em relação a atividade da peroxidase (POX) para as sementes extraídas dos frutos de melão mostrou elevada queda dos 30 DAA aos 45 DAA, apresentando uma atividade mais constante dos 45 DAA aos 75 DAA e apresentado atividade crescente dos 75 DAA aos 90 DAA nas extraídas dos frutos armazenados, atingindo seu ápice aos 30 DAA com  $0,947 \text{ nmol min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ proteína}$ . Nas sementes dos frutos armazenados os valores da POX foram 0,146; 0,430; 0,210; 0,681 e 0,443  $\text{nmol min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$  respectivamente para as épocas 30, 45, 60, 75 e 90 DAA.

Carvalho et al. (2014) observaram que ocorre queda de atividade dos sistemas isoenzimáticos da peroxidase em sementes armazenadas em condições não controladas, porém quando estas são armazenadas em câmara fria e seca essas atividades são mantidas. Esse comportamento também foi observado nas sementes de melão amarelo, cultivar Anton,

sob armazenamento, apresentando brusca queda da atividade da enzima peroxidase entre os 30 e 45 DAA, apresentando respectivamente os valores 0,947 e 0,302 nmol min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Atividade da enzima peroxidase – POX em sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias). Brasília, DF.

## 2.4. CONCLUSÃO

Em sementes de melão amarelo, cultivar Anton, a atividade da enzima catalase apresentou comportamento mais ordenado para as sementes extraídas de frutos sem armazenamento independente da época. Para as sementes extraídas dos frutos aos 60 DAA sob armazenamento, apresentaram atividade mais intensa para as enzimas superóxido dismutase e catalase, sendo capazes de anular a ação de compostos nocivos às células.

## 2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, M.D.; PRASAD, T.K.; STEWART, C.R. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotylus of maize seedlings. **Plant Physiology**, v.109, p.1247-1257, 1995.
- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta bot. Bras.** 12 (2): 145-164. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, v.44, p.276-287, 1971.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.
- CARVALHO, E. R.; MAVAIEIE, D. P. R.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. V.; VIEIRAA, A. R. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 49, p. 967-976, dez. 2014.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Campinas : FUNEP, 2000. 588p.
- CHANCE, B.; MAEHLEY, A.C. Assay of catalases and peroxidases. **Methods in Enzymology**, v.2, p.764-775, 1995.
- DEL LONGO, O.T.; GONZÁLEZ, A.; PASTORI, G.M.; TRIPPI, V.S. Antioxidant defenses under hyperoxygenic and hyperosmotic conditions in leaves of two lines of maize with differential sensitivity to drought. **Plant and Cell Physiology**, v.34, p.1023-1028, 1993.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec.** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutases. **Plant Physiology**, v.59, p.309-314, 1977.
- HAVIR, E.A.; McHALE, N.A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant Physiology**, v.84, p.450-455, 1987.
- KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, v.57, p.315-319, 1976.

MARROCOS, S.T.P.; MEDEIROS, M.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; LUCENA, R.R.M. Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Rev. bras. sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 272-278, 2011 .

NEGREIROS, J. R. S.; JÚNIOR, A. W.; ÁLVARE, V, S; SILVA, J. O. D.; NUNES, E. S.; ALEXANDRE, R. S.; PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro-amarela. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 28, n. 1, p. 21-24, Abril 2006.

PEIXOTO, P.H.P.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANA, R.; MOSQUIM, P.R.; MOREIRA, M.A. Aluminum effects on lipid peroxidation and on activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p.137-143, 1999.

ROSA, S. D. V. F; PINHO, E. V. R.V.; VIEIRA E. S. N.; VEIGA, R. D.; VEIGA. A. D. Enzimas removedoras de radicais livres e proteínas LEA associadas à tolerância de sementes de milho à alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Semente**, vol. 27, nº, p. 91-101, 2005.

SILVA, P. P.; SEKITA, M. C.; DIAS, D, C, F,S; NASCIMENTO, W. M. Biochemical and physiological analysis in carrot seeds from diferente order of umbels. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 47, n. 2, p. 407-413, abr-jun,2016.

SILVA, T. T A.; PINHO, E. V. R. V.; CARDOSO, D. L.; FERREIRA, C. A.; ALVIM, P. O.; COSTA, A. A. F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n.3, p. 840-846, maio/junho, 2008.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; PINHO, E. V. R. V.; DIAS, L. A. S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 2, p. 129-136, 2009.

## **CAPÍTULO III**

---

**DETERMINAÇÃO DE ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DURANTE A  
MATURAÇÃO DE SEMENTES DE MELÃO COM O USO DE RAIOS-X**



## RESUMO

A busca de sementes de melão com alta qualidade fisiológica é essencial para que se tenham materiais competitivos frente aos importados. A análise de imagens realizada por meio dos raios-X é uma técnica que verifica a morfologia interna e relaciona com o desempenho das sementes. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de melão do cultivar Anton, em função dos diferentes estádios de maturação de frutos armazenados e não armazenados, por meio da visualização da morfologia interna de sementes utilizando imagens de raios-x. O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Fevereiro de 2018. Os frutos foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças e foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados e acondicionados em caixas plásticas, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado. Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes. As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises: teste de raios-X e teste de germinação. O tratamento de 60 DAA sob armazenamento demonstrou melhor desempenho com 67% de germinação no teste de primeira contagem e 88% de plantas normais. Esse resultado é similar ao observado pelo teste de raios-X no qual o tratamento apresentou 96% de sementes cheias, mostrando a viabilidade dessa ferramenta na determinação da qualidade fisiológica das sementes de melão.

**Palavras-chaves:** raios-X, qualidade fisiológica de semente, germinação.

## ABSTRACT

The search for melon with high seed physiologic quality is essential to have competitive material compared to the imported. The analysis of images realized through X-ray is a technique that verify internal morphology and relates with the seed performance. In this way, the goal of this study was to evaluate the physiologic quality of “Anton” melon seeds in function of different phase of fruit maturation and storage through the visualization of internal morphology of seeds using X-ray images. The experiment was performed from December of 2016 to February of 2018. The yellow-melon fruits analyzed were cultivated in Embrapa Vegetable’s greenhouse. Fruits were picked in five distinct seasons: in 30, 45, 60, 75, and 90 days after anthesis (DAA). In each season were picked a total of 30 fruits where 15 fruits had their seeds immediately extracted after been picked, and 15 fruits were stored, fruits were stored in plastic box identified for a period of fifteen days in airy place at room temperature. The 30 fruits were subjected to the same process of extraction, washing and drying of the seeds. The dried seeds from stored and non-stored fruits were submitted to the following analyses: X-ray test and the germination test. The treatment of 60 DAA over storage shown better performance with 67% in the germination test on the first counting and 88% of normal plants. This result is similar to the noted in the X-ray test where the treatment demonstrated 96% of filled seeds showing the viability of this tool to determine physiologic quality in the melon seeds.

Keywords: X-ray, physiologic seed quality and germination.

### 3.1. INTRODUÇÃO

Em uma escala de produção mundial o Brasil ocupa a décima segunda posição na produção de melão, sendo o maior produtor da América do Sul. Em relação à exportação de produtos hortícolas, o meloeiro é uma das culturas de maior crescimento. É uma cultura que gera grande quantidade de empregos diretos e indiretos devido à alta demanda de mão de obra durante seu ciclo produtivo, sendo muito relevante no mercado brasileiro. A região nordeste sozinha responde por 91,5% da produção nacional (DALASTRA, et al., 2016).

O melão está entre as hortaliças que merecem destaque, tanto na importação como na exportação de sementes. Segundo o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, a exportação de sementes em 2005 foi de 41.973,15 kg e a importação de 44.864,316 kg (NERY, et al., 2007).

Para que o país possua sementes de alta qualidade fisiológica, possibilitando a oferta de materiais de qualidade igual ou superior as sementes importadas, deve-se compreender o período da maturidade fisiológica, identificando o momento ideal de colheita para diminuir os efeitos da deterioração que irão ocorrer de maneira continuada e irreversível (SILVA, 2014).

A técnica de raios-X tendo sido utilizada para o estudo de qualidade de sementes, empregada atualmente para diferentes fins e espécies vegetais. Tal prática iniciou-se com sementes de *Pinus sylvestris* L. por Simak e Gustafsson em 1953 na Suécia (PUPIM, et al., 2008).

No estudo de sementes, é mais recomendado o uso de raios-X de baixa energia. Esses consistem em ondas eletromagnéticas propagadas na velocidade da luz, com comprimento de ondas variando de 1/10.000 a 1/100.000 em relação ao da luz. Ao final, é gerada uma imagem visível, de sombras claras e escuras, em função do nível de absorção dos raios X pelas sementes. A absorção é influenciada por fatores como composição, espessura dos tecidos, densidade dos tecidos e comprimento de onda da radiação ionizante (BRASIL, 2009).

As imagens do teste de raios-X são usadas para analisar as características internas das sementes: defeitos internos, anatomia e as mudanças morfológicas que ocorrem durante a maturação. Uma das vantagens desse método é fato de obter imagens de forma não destrutiva, contribuindo com o controle da qualidade das sementes (MASETTO, et al., 2007).

Apesar da grande importância econômica da cultura do melão para o Brasil, poucas pesquisas foram desenvolvidas a respeito da qualidade fisiológica de sementes, visando sua produção e comercialização no mercado brasileiro e externo. Diversos autores têm estudado o

ponto de colheita de frutos e a maturidade fisiológica de sementes de espécies da família das Cucurbitáceas, dentre essas melão, maxixe e pepino (DONATO et al., 2015; MEDEIROS et al., 2010; NAKADA et al., 2011).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de melão amarelo do cultivar Anton, em função dos diferentes estádios de maturação de frutos armazenados e não armazenados, por meio da visualização da morfologia interna de sementes utilizando imagens de raios-x.

### **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Fevereiro de 2018. Os frutos de melão amarelo foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, situada na longitude 805584,23 mE e latitude 8236617,15 mS, Fuso 22, Zona L, segundo as coordenadas UTM, em Brasília/DF (Anexo 1).

No experimento foram utilizadas sementes de dois parentais de melão amarelo híbrido, desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. O cruzamento dos dois parentais, do progenitor feminino (114-5) e do progenitor masculino (76-2), deram origem as sementes híbridas do cultivar Anton, estudada nesse trabalho.

Inicialmente foram produzidas, em casa de vegetação, mudas em 5 bandejas de poliestireno de 128 células cada, com densidade de plantio de 1 semente por célula, utilizando uma mistura de 11 kg de latossolo vermelho e 11 kg substrato artificial Bioplant<sup>®</sup>, totalizando 22 kg (Anexo 2A). Na semeadura foi realizada adubação com 0,2 kg de osmocote Mini Prill (19-06-10), 0,15 kg de sulfato de amônio, 0,75 kg de supersimples, 0,3 kg de calcário e 10 kg de esterco de galinha para os 22 kg de mistura. As mudas foram transplantadas 15 dias após a semeadura (Anexo 2B).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (telado 24), coberta com plástico transparente e nas dimensões 5,0 m (altura), 7,0 m (largura) e 30,0 m (comprimento). As mudas foram transplantadas para 480 vasos plásticos (1 mudas/vaso) com capacidade de 5 litros, sendo 400 para o parental feminino (114-5) e 80 para o parental masculino (76-2). Foram utilizados 2400kg de solo esterilizado e 150kg de substrato Rohrbacher<sup>®</sup>, misturados com 1,95 kg de sulfato de amônio, 9,5 kg de super simples, 3,9 kg de calcário e 65 kg de esterco de galinha. As mudas foram tutoradas com barbante e irrigadas por sistema de gotejamento (Anexos 3A e 3B).

Após a verificação da presença de botões florais nas plantas, foi efetuada a polinização manual, antes da antese floral, nas primeiras horas do dia entre 7:30h e 10:00h (Anexos 4A, 4B e 4C). Após a polinização, as flores foram protegidas com folha de papel alumínio, para evitar a contaminação com pólen exógeno, e identificadas por meio de etiquetas (Anexo 4D).

Os frutos foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados. Os 15 frutos armazenados foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificadas, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado (Anexo 5). Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes.

Após a extração, as sementes foram acondicionadas em baldes plásticos (5 litros), durante um período de 24 horas, para a fermentação e remoção da mucilagem (Anexos 6A, 6B e 6C). Em seguida foi adicionada água corrente para lavagem (Anexo 6D). As sementes foram separadas e contabilizadas manualmente. Posteriormente as sementes foram submetidas ao procedimento de secagem, por um período de 48 horas (Anexo 6E), a temperatura de 32°C.

As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises:

- *Teste de raios-X*

As sementes foram submetidas ao teste de raios-X, segundo as ‘Regras para Análise de Sementes’ estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi realizado no Laboratório de Análises de Imagens e no Laboratório de Análise de Sementes da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. Foram utilizadas com quatro repetições de 25 sementes, tomadas ao acaso, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). As amostras foram identificadas e distribuídas sobre um suporte que em seguida foi posicionado sobre um filme fotossensível de raios-X (Kodak Min-R EV 2000, tamanho 18 x 24cm). As sementes foram expostas a radiação utilizando o equipamento Faxitron X-Ray, modelo MX-20com, regulada com potencial de voltagem de 25 kV e tempo de exposição de 40 segundos. A revelação das imagens foi efetuada em um processador instantâneo Hope X-Ray, modelo 319 Micromax. As imagens foram scaneadas (Scanner Umax, modelo Power Look 1100) e ampliadas para visualização em computador.

As sementes foram classificadas de acordo com a morfologia interna evidenciada pela radiografia em: semente cheia (semente contendo todos os tecidos essenciais para a germinação); semente vazia (semente contendo menos que 50% dos tecidos); e sementes mal formadas (sementes com áreas vitais mal estruturadas). Os resultados foram expressos em porcentagens de sementes cheias, vazias e mal formadas.

- *Teste de germinação*

As sementes submetidas ao teste de raios-X foram testadas quanto à germinação, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Hortaliças, em Brasília - DF. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). Inicialmente as sementes passaram por um processo de desinfecção por imersão em hipoclorito de sódio a 50 % durante 10 minutos e posteriormente foram lavadas com água destilada. O teste foi conduzido em rolo de papel de germinação esterilizado e umedecido com água destilada (pH de 6,0-7,5), com volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel de germinação seco. As sementes permaneceram em germinador em condições controladas de luz, umidade e temperatura, sendo submetidas a 20°C durante 16 horas na ausência de luz e 30°C durante 8 horas na presença de luz. As contagens foram realizadas aos 8 dias após a instalação do teste, sendo observada a presença de plântulas normais e plântulas anormais. O resultado do teste de germinação foi dado pela média das quatro repetições de 25 sementes e expresso pela porcentagem de plântulas classificadas como normais (PN), plântulas anormais (PA).

- *Primeira contagem*

O teste de primeira contagem foi realizado nas sementes que foram submetidas ao teste de germinação. A primeira contagem consiste em contabilizar o número de plântulas que germinaram no quarto dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinaram, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

- *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) segundo o teste de F a 5% de probabilidade e ao teste de comparação de médias por Scott & Knott ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR (Versão 5.6). Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados em  $\text{arc sec } (x/100)^{1/2}$  para atender à pressuposição de normalidade de distribuição e então foram submetidos à análise de variância, utilizando para o teste de F o nível de 5% de probabilidade. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott com o auxílio do software SISVAR (Versão 5.6) (FERREIRA, 2014).

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os frutos colhidos após 45 DAA sob ambas as formas de armazenamento apresentaram porcentagem de sementes cheias acima de 91%, no entanto as sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 DAA armazenados por 15 dias apresentou maior número de sementes cheias (Tabela 1).

Observou-se que os frutos colhidos aos 45 e 90 DAA, tanto armazenados quanto sem armazenamento, não apresentaram sementes vazias. As sementes colhidas aos 60 DAA, aos 75 DAA e aos 90 DAA todas sob armazenamento apresentaram menor porcentagem de sementes mal formadas (Tabela 1).

Silva et al. (2014) estudando a fisiologia de sementes de abóbora (*Cucurbitaceae - Cucurbita moschata*) constatou melhor desempenho no teste de germinação para sementes colhidas após 40 DAA e sob armazenamento, observando também maior porcentagem de sementes cheias. A porcentagem de sementes cheias é favorecida pelo maior tempo de maturação fisiológica dos frutos.

Apenas as sementes oriundas de frutos colhidos aos 30 DAA armazenados ou não, demonstraram valores mais baixos de sementes cheias, comparadas as demais épocas (Tabela 1). Esse resultado também foi observado no teste de primeira contagem de germinação, no qual as sementes colhidas aos 30 DAA e não armazenadas obtiveram 0% e armazenadas 22% de germinação, podendo inferir que as sementes estavam fisiologicamente imaturas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de sementes cheias (SC), sementes vazias (SV), sementes mal formadas (SMF), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e primeira contagem de germinação (PCG) de melão amarelo, cultivar Anton, colhidos em diferentes aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA) e armazenados por 0 e 15 dias.

DAA	Armazenamento (dias)	SC	SV	SMF	PN	PA	PCG
		%					
30	0	82 A	3 A	15 A	1 B	1 A	0 B
30	15	88 A	2 A	10,0A	36 A	3 A	22 A
45	0	93 A	0 A	7 A	75 B	11 A	46 A
45	15	91 A	0 A	9 A	92 A	2 B	53 A
60	0	93 A	0 A	7 A	64 B	12 A	43 B
60	15	96 A	2 A	2 A	88 A	7 A	67 A
75	0	88 A	0 A	12 A	87 A	10 A	41 A
75	15	95 A	1,0A	4,0A	94 A	3 B	51 A
90	0	92 A	0 A	8 A	81 A	4 A	66 A
90	15	96 A	0 A	4 A	70 A	4 A	43 B

Médias seguidas de mesma letra na coluna dentro de cada época (dias após antese – DAA), não diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Donato et al. (2015), relata que a qualidade fisiológica de sementes de melão cv. Hales Best Jumbo é influenciada pela época de maturação dos frutos. Sementes imaturas de melão apresentam embrião em formação e possuem quantidade insuficiente de tecidos de reserva, desfavorecendo a germinação.

Os tratamentos de 45 e 75 DAA sob armazenamento demonstraram porcentagem de germinação na primeira contagem acima de 50% e 91% de plantas normais. Esse resultado é similar ao observado pelo teste de raios-X no qual os tratamentos apresentaram porcentagem de sementes cheias acima de 90%. Os frutos colhidos aos 90 DAA e armazenados apresentaram declínio na taxa de germinação no teste de primeira contagem em contraste com os frutos não armazenados, enquanto a porcentagem de plantas normais reduziu nos frutos armazenados, contudo sendo maior nos frutos não armazenados (Tabela 1).

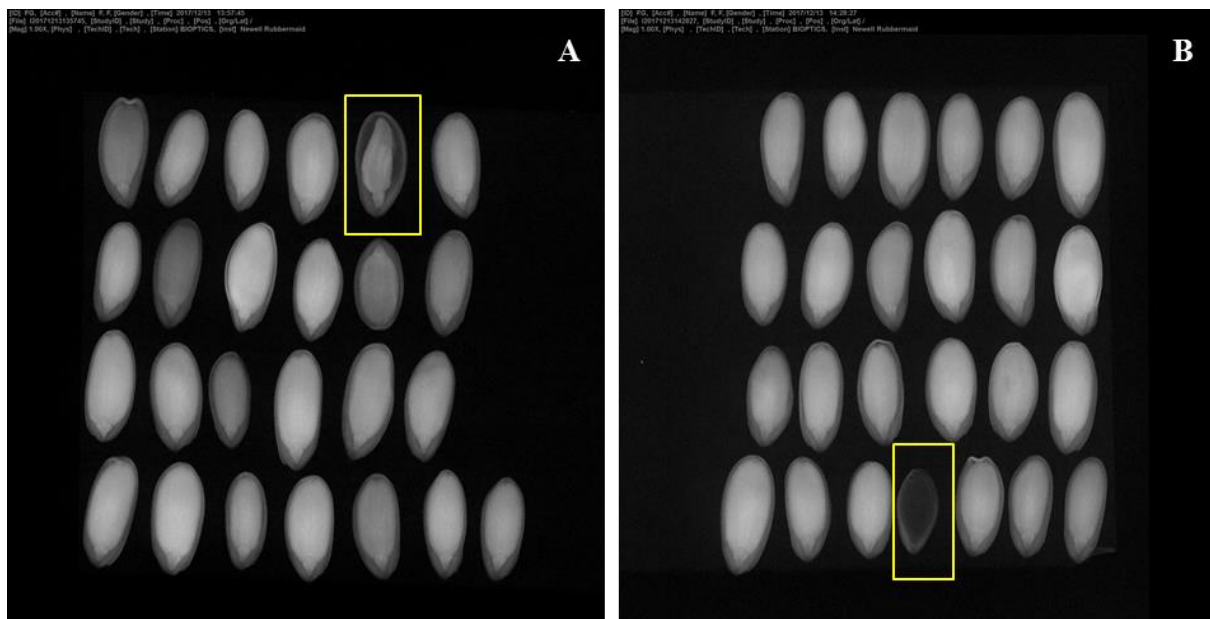
Nakada et al. (2011), trabalhando com pepino (*Cucumis sativus* L.) em diferentes época de colheita (30, 35, 40, 45, 50 e 55 DAA) observou que as sementes oriundas de frutos



colhidos aos 30 e 35 DAA tiveram baixa germinação e a partir dos 40 DAA a porcentagem de germinação atingia 99% e 100%. Nas épocas de 30 e 35 DAA também foi encontrado baixa porcentagem de sementes cheias e nas demais épocas houve uma aumento da porcentagem de sementes cheias. Dessa forma, pode-se verificar uma relação entre o teste de germinação e a análise de imagens de sementes por raios-X, demonstrando que os frutos com maior número de sementes cheias apresentaram melhor resultado no teste de germinação.

No presente estudo a análise de imagens por meio de raios X auxiliou na avaliação da viabilidade das sementes, podendo-se inferir que, de modo geral, sementes cheias dão origem plântulas normais. Porém, observando a porcentagem de germinação das sementes oriundas de frutos com 30 DAA pode haver a possibilidade de sementes cheias resultarem em plântulas anormais e sementes que não germinam, devido à imaturidade das sementes (Tabela 1).

Portanto, pode-se estabelecer uma relação entre a morfologia interna das sementes de melão vistas nas imagens de raios X e a germinação de plântulas. Na Figura 1 as sementes cheias apresentam coloração clara (branca) indicando a presença de tecido embrionário formado, sementes mal formadas de coloração clara (branca) com tecido mal formado e sementes escuras com ausência de tecido embrionário. A Figura 2 ilustra imagens de sementes escaneadas e ampliadas para visualização vistas em computador.



**Figura 1.** (A) Imagem de sementes cheias (A e B), semente mal formada (A) e semente vazia (B) em destaque, colhidas aos 60 DAA e não armazenadas, de frutos de melão amarelo, cultivar Anton.



**Figura 2.** Semente cheia e plântula normal após a germinação (A), semente mal formada e plântula anormal após a germinação (B), semente vazia e semente não germinada (C), de frutos de melão amarelo, cultivar Anton.

O uso de raios X é ferramenta viável na classificação da qualidade fisiológica das sementes de melão, sendo confirmado pelo resultado do teste de germinação. A técnica de obtenção de imagens é precisa, rápida e não destrutiva. Algumas pesquisas também evidenciaram a eficiência do uso de raios x em outras culturas: maxixe (*Cucurbitaceae*) (Medeiros et al., 2010), *Eugenia pleurantha* (Masetto et al., 2007) e *Tecoma stans* L. Juss. ex Kunth (*Bignoniaceae*) (Socolowski e Cicero, 2008).

### **3.4. CONCLUSÃO**

O tratamento de 60 DAA sob armazenamento demonstrou melhor desempenho com 67 % de germinação e 87 % de plantas normais. Esse resultado é similar ao observado pelo teste de raios-X no qual o tratamento apresentou 96 % de sementes cheias, mostrando a viabilidade dessa ferramenta na determinação da qualidade fisiológica das sementes de melão.

Dessa forma, pode-se afirmar que há viabilidade no uso dos raios X como ferramenta para análise da qualidade de semente. Essa ferramenta torna o processo seleção de sementes comerciais mais prático e preciso.

### 3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; KLOSOWSKI, E.S.; HACHMANN, T. L. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.4, p. 523-531, jul./ago., 2016.

DONATO, L. M. S.; RABELO, M. M.; DAVID, A. M. S. S.; ROCHA, A. F.; ROCHA, A. S.; BORGES, G. A. 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, Jan./Mar. 2015.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec.** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

MASETTO, T. E.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A.; FARIA, J. M. R. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (myrtaceae) pelo teste de raios x. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 3, p. 170-174, 2007.

MEDEIROS, M. A.; GRANGEIRO, L. C.; TORRES, S. B.; FREITAS, A. V. L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 017-024, 2010.

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C.; GOMES, L. A. A.; PINHO, E.V. R. V. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1, p. 022 - 030, 2011.

NERY, M.C.; NERY, F.C.; GOMES, L.A.A. **O mercado e a participação de sementes de hortaliças no Brasil**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/sementes/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/sementes/index.htm)>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

PUPIM, T. L.; NOVENBRE, A. D. L. C; CARVALHO, M. L.M.; CICERO, S. M. Adequação do teste de raios x para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 2, p.028-032, 2008.

SILVA, P. P. **Características fisiológicas, bioquímicas e morfológicas de sementes de abóbora durante o desenvolvimento**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal De Pelotas. 112 f., 2014.

SILVA, P. P.; FREITAS, R. A.; CÍCERO, S. M.; MARCOS-FILHO, J.; NASCIMENTO, W. M. Análise de imagens no estudo morfológico e fisiológico de sementes de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 210-214, 2014.

SOCOLOWSKI, F.; CICERO, S. M. Caracterização morfológica de embriões por imagens de raios x e relação com a massa e a qualidade fisiológica de sementes de *Tecoma stans* L. Juss. Ex kunth (bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 2, p.200-208, 2008.

## **CAPÍTULO IV**

---

### **DETERMINAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE MELÃO COM USO DE IMAGENS COMPUTADORIZADAS**

## RESUMO

Para se obter sucesso na formação da lavoura, tanto na estufa (transplante) como no campo (semeadura direta), os produtores devem utilizar sementes de alta qualidade, de germinação rápida e uniforme, reduzindo risco de perdas durante o estabelecimento de plântulas. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência da utilização do software “*Seed Vigor Imaging System*” (SVIS<sup>®</sup>) para detectar diferenças na qualidade de sementes de melão da cultivar Anton, em função dos diferentes estádios de maturação de frutos armazenados e não armazenados, quando comparados às informações fornecidas por testes tradicionalmente utilizados. O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Fevereiro de 2018. Os frutos foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. Os frutos foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados, frutos armazenados foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado. Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes. As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises: teste de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, massa de 100 sementes e análise computadorizada do vigor de sementes (SVIS<sup>®</sup>). As sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 DAA armazenados e 75 DAA sem armazenamento possuem qualidade fisiológica superior com base nos resultados dos testes de primeira contagem, germinação e envelhecimento acelerado e na análise de imagens de sementes pelo SVIS. A análise de imagens pelo SVIS<sup>®</sup> mostrou-se eficiente na determinação da qualidade fisiológica das sementes de melão da cultivar Anton, atestando sua viabilidade na análise de sementes.

Palavra chave: SVIS, vigor e viabilidade.

## ABSTRACT

To obtain success in crop formation even in greenhouse (transplant) as in the field (direct sowing) the grower must use seeds with high quality, fast germination and uniformity reducing the risk of loss during stand establishment. The purpose of this study was verify the efficiency of the software “Seed Vigor Imaging System” (SVIS) to detect differences Anton melon seed quality in function of different phases of maturation of stored and non-stored fruits when compared to information provided for traditional tests utilized. The experiment was managed from December of 2016 to February of 2018. Fruits were cultivated in greenhouse of Embrapa Vegetables. The fruits were picking in five different seasons: 30, 45, 60, 75, and 90 days after anthesis (DAA). In each season were picked a total of 30 fruits where 15 fruits had their seeds immediately extracted after been picked, and 15 fruits were stored, and stored fruits were packed in plastic box for picking properly identified for a period of fifteen days in airy place with room temperature. The 30 fruits were subjected to the same process of extraction, washing and drying of seeds. The dried seeds from stored and non-stored fruits were submitted to the following analyzes: germination test, first count, accelerated aging, mass of 100 seeds and computerized analyze of seeds vigor (SVIS). The seeds from fruits picked 60 DAA stored and 75 DAA without storage have higher physiologic quality based in the results from the first count, germination, accelerated aging and in the analyze of images of seeds from SVIS. The analyze of images of SVIS shown efficient to determine physiologic quality of melon seeds of Anton cultivar attesting its viability in seeds analysis.

Keywords: SVIS, vigor and viability.



## 4.1 INTRODUÇÃO

Para a produção de olerícolas deve ser observado o período compreendido entre a semeadura e o estabelecimento das plântulas. Com intuito de se obter sucesso na formação da lavoura, tanto na estufa (transplante) como no campo (semeadura direta), os produtores devem utilizar sementes com alta germinação e vigor, reduzindo risco de perdas durante o estabelecimento de plântulas (NASCIMENTO, 2005).

Lotes de sementes com baixa germinação, reduzido vigor ou contaminados por patógenos diminuem a produtividade, sendo assim para obtenção de frutos aptos ao mercado deve-se usar sementes com elevada qualidade (LEMES, et al., 2015).

A expressão do máximo vigor das sementes no estabelecimento da cultura em campo é justificado pelo uso de sementes de alta qualidade, de germinação rápida e uniforme. As hortaliças possuem grande relevância no Brasil devido à alta produtividade, rentabilidade por área, capital investido, relevância social pela geração de empregos e cultivo intensivo (OLIVEIRA, et al., 2015).

A avaliação de vigor complementa as informações do teste de germinação e consolida a determinação do potencial fisiológico das sementes. Para obtenção de sementes de hortaliças de elevado valor comercial, incluindo frutos de meloeiro, as informações sobre o vigor são de extrema relevância (BHERING, et al., 2004).

No intuito de produzir sementes que permitam a obtenção de mudas, com uniformidade de tamanho e qualidade, além do desenvolvimento adequado, faz-se necessário o conhecimento sobre o potencial fisiológico das sementes. O desempenho das sementes durante o seu armazenamento e em condições de campo é geralmente verificado por testes de vigor e teste de germinação.

Contudo, outros métodos têm sido utilizados como o “*Seed Vigor Imaging System*” (SVIS<sup>®</sup>), um software utilizado para a avaliação do vigor de sementes por meio de captura de imagens, com o objetivo de obter informações precisas, práticas, em curto período de tempo e sem a interferência humana. Nesse sentido, essa técnica automatizada possibilita o processamento de imagens de plântulas ou de suas partes, proporcionando mensurar índices de vigor, uniformidade e crescimento das plântulas de forma tão eficiente, quanto os testes comumente realizados para análise da qualidade de sementes (KIKUTI, et al., 2012).

O SVIS foi desenvolvido para avaliar o vigor de sementes baseado no crescimento de plântulas. Há relatos de avaliações bem sucedidas em diversos trabalhos de pesquisa, por meio do uso de análise computadorizada, relatando sua eficiência na avaliação do vigor e qualidade fisiológica de sementes das culturas de melão, soja, crotalária, pepino, milho, milho doce, berinjela, abóbora, canola e *Impatiens wallerana*. Automaticamente, é gerado pelo software valores numéricos referentes ao índice de vigor (valores de 0 a 1000, diretamente proporcionais), uniformidade e crescimento de raízes após o processamento das imagens (SILVA, et al., 2014; MARCOS FILHO et al., 2009).

Várias entidades certificadoras e empresas produtoras de sementes nos Estados Unidos da América do estado de Ohio vêm utilizando a metodologia do SVIS<sup>®</sup> de maneira usual para diversas espécies cultivadas, demonstrando a segurança na avaliação do vigor de sementes (MARCOS FILHO et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência da utilização do software “*Seed Vigor Imaging System*” (SVIS<sup>®</sup>) para detecção das diferenças na qualidade de sementes de melão da cultivar Anton, em função dos diferentes estádios de maturação de frutos armazenados e não armazenados, quando comparados às informações fornecidas por testes de tradicionalmente utilizados.

## **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de Dezembro de 2016 a Maio de 2017, da semeadura até a colheita dos frutos. Os frutos de melão amarelo analisados foram cultivados em casa de vegetação na Embrapa Hortaliças, situada na longitude 805584,23 mE e latitude 8236617,15 mS, Fuso 22, Zona L, segundo as coordenadas UTM, em Brasília/DF (Anexo 1).

No experimento, foram utilizadas sementes de dois parentais de melão amarelo desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. O cruzamento dos dois parentais, do progenitor feminino (114-5) e do progenitor masculino (76-2), deu origem ao cultivar Anton, estudada nesse trabalho.

Inicialmente foram produzidas, em casa de vegetação, mudas em 5 bandejas de poliestireno de 128 células cada, com densidade de plantio de 1 semente por célula, utilizando uma mistura de 11 kg de latossolo vermelho e 11 kg substrato artificial Bioplant<sup>®</sup>, totalizando 22 kg (Anexo 2A). Na semeadura foi realizada adubação com 0,2 kg de osmocote Mini Prill (19-06-10), 0,15 kg de sulfato de amônio, 0,75 kg de supersimples, 0,3 kg de calcário e 10 kg

de esterco de galinha para os 22 kg de mistura. As mudas foram transplantadas 15 dias após a semeadura (Anexo 2B).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (telado 24), coberta com plástico transparente e nas dimensões 5,0 m (altura), 7,0 m (largura) e 30,0 m (comprimento). As mudas foram transplantadas para 480 vasos plásticos (1 mudas/vaso) com capacidade de 5 litros, sendo 400 para o parental feminino (114-5) e 80 para o parental masculino (76-2). Foram utilizados 2400kg de solo esterilizado e 150kg de substrato Rohrbacher®, misturados com 1,95 kg de sulfato de amônio, 9,5 kg de super simples, 3,9 kg de calcário e 65 kg de esterco de galinha. As mudas foram tutoradas com barbante e irrigadas por sistema de gotejamento (Anexos 3A e 3B).

Após a verificação da presença de botões florais nas plantas, foi efetuada a polinização manual, antes da antese floral, nas primeiras horas do dia, pela manhã entre 7:30h e 10:00h (Anexos 4A, 4B e 4C). Após a polinização, as flores foram protegidas com folha de papel alumínio para evitar a contaminação com pólen exógeno e identificadas por meio de etiquetas (Anexo 4D).

Os frutos foram colhidos em cinco épocas distintas: aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese (DAA). Em cada época foram colhidos um total de 30 frutos, sendo que 15 frutos tiveram suas sementes extraídas imediatamente após a colheita e 15 frutos foram armazenados. Os 15 frutos armazenados foram acondicionados em caixas plásticas de colheita, devidamente identificados, durante um período de quinze dias a temperatura ambiente em local arejado (Anexo 5). Os 30 frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de extração, lavagem e secagem de sementes.

Após a extração, as sementes foram acondicionadas em baldes plásticos (5 litros), durante um período de 24 horas, para a fermentação e remoção da mucilagem (Anexos 6A, 6B e 6C). Em seguida foi adicionada água corrente para lavagem (Anexo 6D). As sementes foram separadas e contabilizadas manualmente. Posteriormente as sementes foram submetidas ao procedimento de secagem, por um período de 48 horas (Anexo 6E), a temperatura de 32°C.

As sementes secas, oriundas de frutos armazenados e não armazenados, foram submetidas às seguintes análises:

- *Teste de germinação*

As sementes foram submetidas ao teste de germinação, segundo as 'Regras para Análise de Sementes' estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). O teste foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Embrapa

Hortaliças. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). Inicialmente as sementes passaram por um processo de desinfecção por imersão em hipoclorito de sódio a 50 % durante 10 minutos e posteriormente foram lavadas com água destilada. O teste foi conduzido em rolo de papel de germinação esterilizado e umedecido com água destilada (pH de 6,0-7,5), com volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel de germinação seco. As sementes permaneceram em germinador em condições controladas de luz, umidade e temperatura, sendo submetidas a 20°C durante 16 horas na ausência de luz e 30°C durante 8 horas na presença de luz. As contagens foram realizadas aos 8 dias após a instalação do teste, sendo observada a presença de plântulas normais e plântulas anormais. O resultado do teste de germinação foi dado pela média das quatro repetições de 25 sementes e expresso pela porcentagem de plântulas classificadas como normais.

- *Primeira contagem*

O teste de primeira contagem foi realizado nas sementes que foram submetidas ao teste de germinação. A primeira contagem consiste em contabilizar o número de plântulas que germinaram nos três dias após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes que germinaram, segundo as ‘Regras para Análise de Sementes’ estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

- *Teste de envelhecimento acelerado*

Cada amostra (50 sementes) foi distribuída uniformemente sobre uma malha de arame, e colocada dentro de caixas plásticas tipo ‘gerbox’ (11 cm x 11 cm x 3,5 cm). Em cada caixa foi adicionada 40 ml de solução saturada de NaCl (40g de NaCl / 100 ml de água). Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). As caixas foram mantidas em estufa a 41°C durante 72 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, segundo as ‘Regras para Análise de Sementes’, conforme metodologia descrita anteriormente (Brasil, 2009). Foi realizada apenas uma contagem no quarto dia após o início do teste de germinação para contabilizar o número de plântulas que germinaram (Anexo 8).

- *Massa de 100 sementes*

Foram pesadas quatro amostras de 50 sementes secas para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento), sendo a média dos resultados expressos em gramas (g) (BRASIL, 2009).

- *Análise computadorizada do vigor de sementes (SVIS®)*

As sementes submetidas ao teste de germinação passaram por um processo de captura e processamento de imagens. O teste foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e de Imagens do Departamento de Produção Vegetal na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Universidade de São Paulo e no Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, em arranjo fatorial duplo 5 x 2 (cinco épocas de colheita e dois períodos de armazenamento). Aos 3 dias após o início do teste, as plântulas foram transferidas do papel de germinação para uma folha de cartolina de coloração azul escuro com 30cm x 22cm (correspondente ao tamanho da área útil atingida pelo scanner utilizado). A folha de cartolina com contendo as plântulas foi colocada sobre a plataforma interna de um *scanner* (HP Scanjet 2410), operado pelo *software* Photosmart, com resolução de 100 dpi. As imagens capturadas foram analisadas pelo software Seed Vigor Imaging System (SVIS®) desenvolvido por Sako et al. (2001). O tempo para o “escaneamento” e processamento das informações de cada tratamento foi cerca de 5 minutos.

Na análise das imagens, a radícula de cada plântula é identificada com coloração vermelha, e as sementes não germinadas e de baixo vigor de coloração verde. Após a análise de cada plântula é gerado automaticamente valores médios referentes ao índice de vigor (valores de 0 a 1000), ao grau de uniformidade de desenvolvimento (valores de 0 a 1000), ao crescimento de raízes para cada tratamento. O comprimento das raízes foi gerado pelo programa em pixels e transformado para mm (1 pixel = 0,02645 cm = 0,2645 mm). O índice de vigor é baseado na velocidade e uniformidade de desenvolvimento das sementes de cada tratamento. A uniformidade é estabelecida em função do desvio existente entre o padrão normal de desenvolvimento das sementes e o desenvolvimento observado na análise das imagens. O resultado dos testes de vigor, uniformidade e comprimento de plântulas foi expresso em porcentagem.

- *Análise estatística*

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) segundo o teste de F a 5% de probabilidade e ao teste de comparação de médias por Scott & Knott ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o software SISVAR (Versão 5.6). Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados em  $\text{arc sec}(x/100)^{1/2}$  para atender à pressuposição de normalidade de distribuição e então foram submetidos à análise de variância, utilizando para o teste de F o nível de 5% de probabilidade. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott & Knott com o auxílio do software SISVAR (Versão 5.6) (FERREIRA, 2014).

### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da Tabela 1 verifica-se que houve efeito significativo em quase todas as variáveis analisadas tanto dos fatores de forma isolada quanto na interação entre os fatores (épocas de colheitas e armazenamento).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância germinação e vigor de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

FV	GL	Quadrado médio						
		PG	PCG	EA	P100	IV	UNI	CP
Bloco	3	0,35 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	17,43 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	65,64 <sup>ns</sup>	2,98 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>
Época	4	54,29*	29,01*	6303,65*	3,60*	2948,07*	1624,98*	25,84*
Armazenamento	1	13,80*	9,38*	1276,90*	1,60*	1056,78*	105,30*	15,01*
Época*Armaz	4	9,89*	6,95*	578,15*	0,60*	675,78*	122,18*	9,14*
Resíduo	27	0,38	0,54	44,69	0,04	37,09	20,92	0,22
CV%		7,53	11,54	8,39	5,94	8,68	5,62	5,95

FV - Fontes de variação; GL - Grau de liberdade; PG - Germinação; PCG - Primeira contagem de germinação; EA - Envelhecimento acelerado; P100 - Peso de 100 sementes; IV - Índice de vigor; UNI - Uniformidade; CP - Crescimento de plântulas; <sup>ns</sup> - não significativo, \* - significativo a 5% pelo teste F.

Na Tabela 2 verifica-se que praticamente todas as variáveis ajustaram-se aos modelos de regressão testados. O modelo escolhido foi baseado na significância e o que apresentou melhor R<sup>2</sup>.

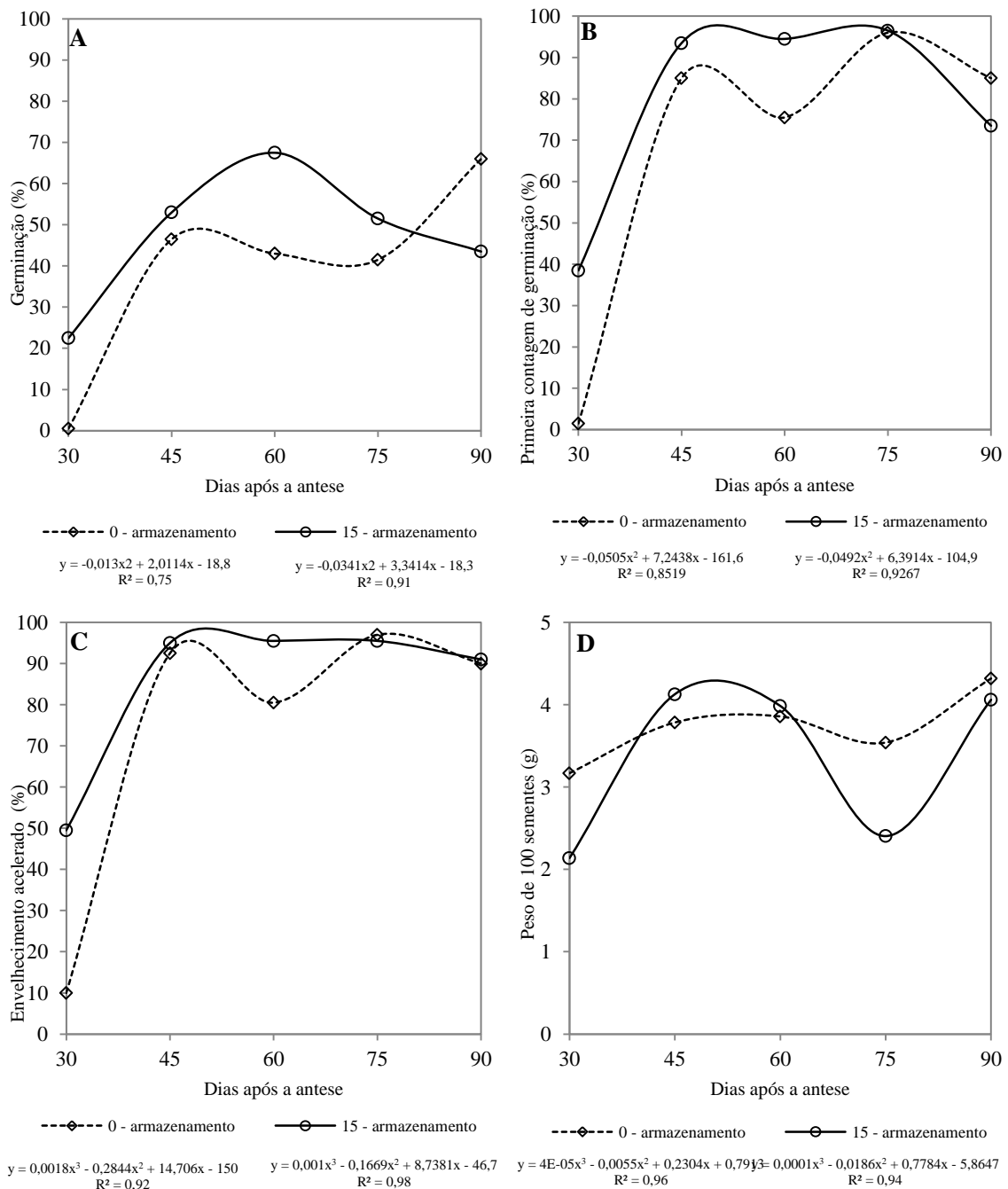
**Tabela 2.** Resumo da análise de regressão das variáveis fisiológicas de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento. Brasília, DF.

Armazenamento	Parâmetros avaliados	Quadrado médio		
		Linear	Quadrática	Cúbica
Armazenados	PG	114,130**	71,313**	19,579**
	PC	74,007**	17,533**	24,368**
	EA	10824,100**	6471,500**	2016,400**
	P100	1,225**	0,875**	0,900**
	IV	8202,496**	1888,483**	651,249**
	UNI	2499,561**	1780,886**	348,690**
	CP	84,566**	25,144**	9,641**
	Não armazenados	PG	10,726**	26,788**
PC		5,186**	18,924**	2,089*
EA		2788,900**	2885,786**	656,100**
P100		3,025**	2,161**	8,100**
IV		555,025**	1390,018**	697,225**
UNI		462,400**	1225,786**	193,600**
CP		2,762**	5,794**	3,492**

PG - Germinação; PCG - Primeira contagem de germinação; EA - Envelhecimento acelerado; P100 - Peso de 100 sementes; IV - Índice de vigor; UNI - Uniformidade; CP – Crescimento de plântulas; <sup>ns</sup> (não significativo); \*\* e \* (significativo a 1 e 5% respectivamente pelo teste t).

Na Figura 1(A) observa-se que aos 60 DAA com armazenamento e aos 90 DAA sem armazenamento apresentam a maior de germinação. Na Figura 1(B), as sementes extraídas dos frutos aos 75 DAA apresentaram na avaliação de primeira contagem de germinação porcentagem acima de 90 % para sementes oriundos de frutos armazenados ou não. A germinação aumentou substancialmente de 10 % para valores superiores a 90% no teste de envelhecimento acelerado nas sementes não armazenadas dos 30 até 45 DAA (Figura 1 C). Ainda na Figura 1(C) observa-se que após o significativo aumento da germinação no teste de envelhecimento acelerado, a geminação das sementes manteve-se praticamente estável dos 45 aos 90 DAA para as sementes extraídas dos frutos armazenados por 15 dias. Para o peso de 100 sementes, as sementes extraídas dos frutos armazenados por 15 dias tiveram um acréscimo dos 30 DAA aos 45 DAA, declinando dos 45 aos 75 DAA, voltando a apresentar

crescimento dos 75 DAA aos 90 DAA. Observou-se que nos frutos colhidos aos 60 DAA o armazenamento não influenciou o peso das sementes. Nas sementes não armazenadas houve um aumento no peso de 100 sementes dos 30 DAA aos 60 DAA, apresentando um suave declínio dos 60 DAA aos 75 DAA, voltando a elevar-se dos 75 DAA aos 90 DAA. O peso das sementes foi maior aos 90 DAA para os frutos não armazenados.



**Figura 1.** Germinação (A), primeira contagem de germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e peso de 100 sementes (D) de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de



frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

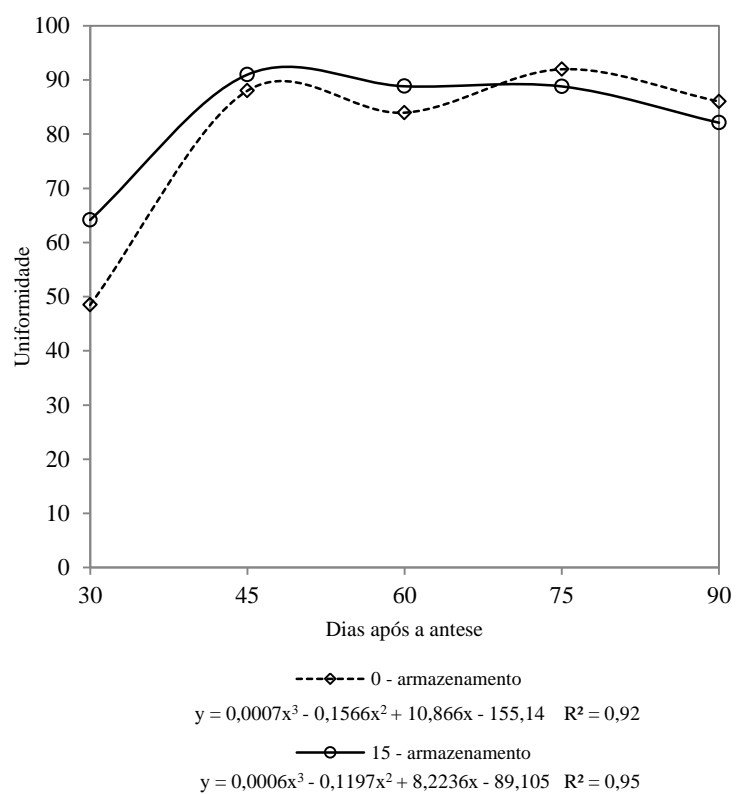
Estudos realizados por Silva et al. (2014) com abóbora (*Cucurbita moschata*) evidenciaram que as sementes atingiram alta qualidade fisiológica aos 60 DAA, segundo os testes de primeira contagem e germinação.

Muniz et al. (2004) realizando estudos de avaliação da eficiência de diferentes testes para identificação do vigor e da qualidade sanitária de lotes de sementes de melão (*Cucumis melo* L.), observou que o teste de envelhecimento acelerado apresentou sensibilidade para avaliação do potencial fisiológico das sementes. Dessa forma, os resultados do presente trabalho podem ser considerados confiáveis para determinação da qualidade fisiológica das sementes da cultivar Anton.

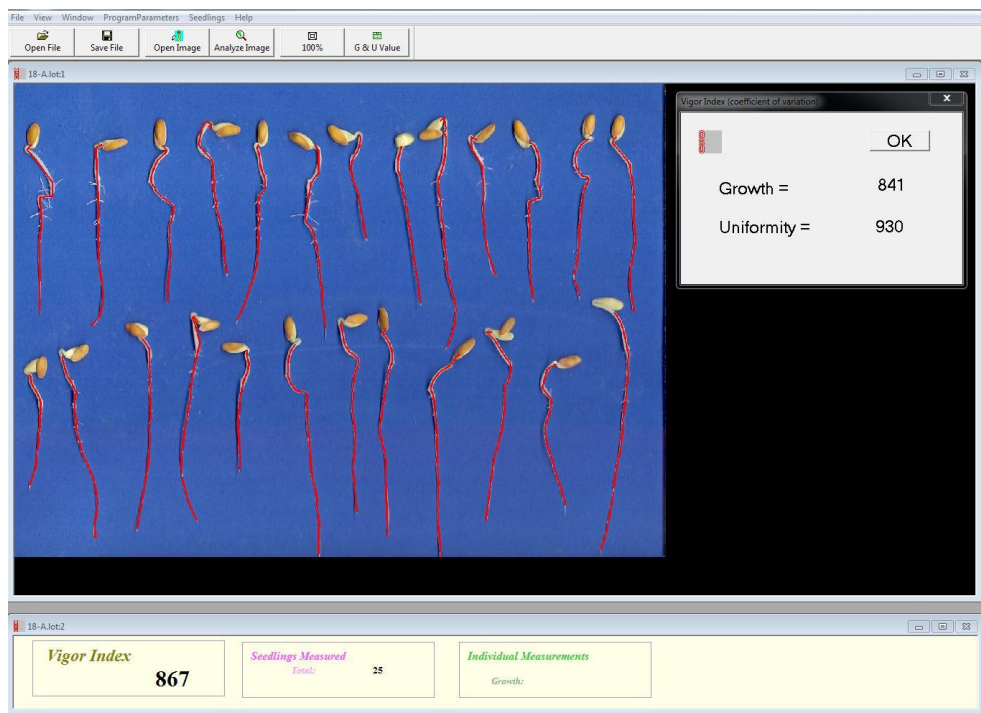
A uniformidade, segundo análise e imagens pelo SVIS, apresentou aumento para as sementes extraídas submetidas a ambos os tipos de armazenamentos de frutos do período de 30 a 45 DAA. Para as épocas entre 45 e 90 DAA nas sementes de frutos armazenados houve um leve decréscimo. Já nas sementes de frutos não armazenados observou-se um declínio de 45 a 60 DAA, uma retomada na uniformidade dos 60 aos 75 DAA e novamente uma queda de uniformidade dos 75 aos 90 DAA (Figura 2).

A análise de imagens por meio do SVIS<sup>®</sup> demonstrou resultados similares aos testes de primeira contagem, germinação e envelhecimento acelerado após os 30DAA. Os resultados indicam que os testes utilizados foram eficientes para verificação de diferenças fisiológicas existentes nas sementes quando colhidas em diferentes épocas de maturação e condições de armazenamento.

Donato et al. (2015); Lima & Nascimento (2003); Pinheiro et al. (2017) e Torres et al. (2007) realizaram estudos a cerca da qualidade fisiológica de diferentes cultivares de melão e constataram resultados semelhantes aos observados no presente trabalho, demonstrando que os estágios de maturação do fruto influenciam na qualidade fisiológica da semente e no desenvolvimento de mudas vigorosas.

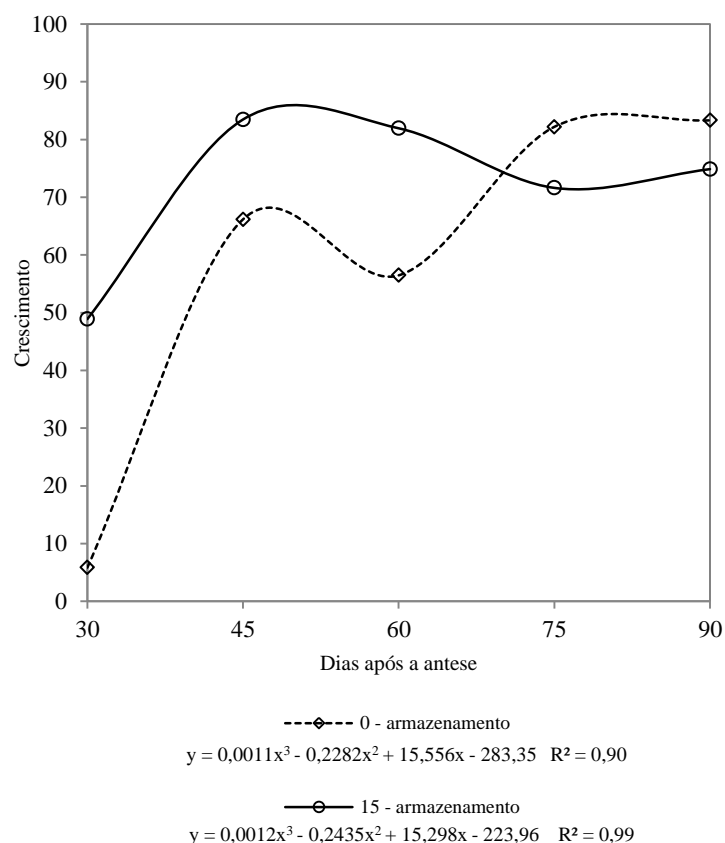


**Figura 2.** Índice de uniformidade através do SVIS de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).



**Figura 3.** Imagens feitas pelo sistema SVIS<sup>®</sup> da radícula de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, colhidas aos 60 DAA e mantidas sob 15 dias de armazenamento.

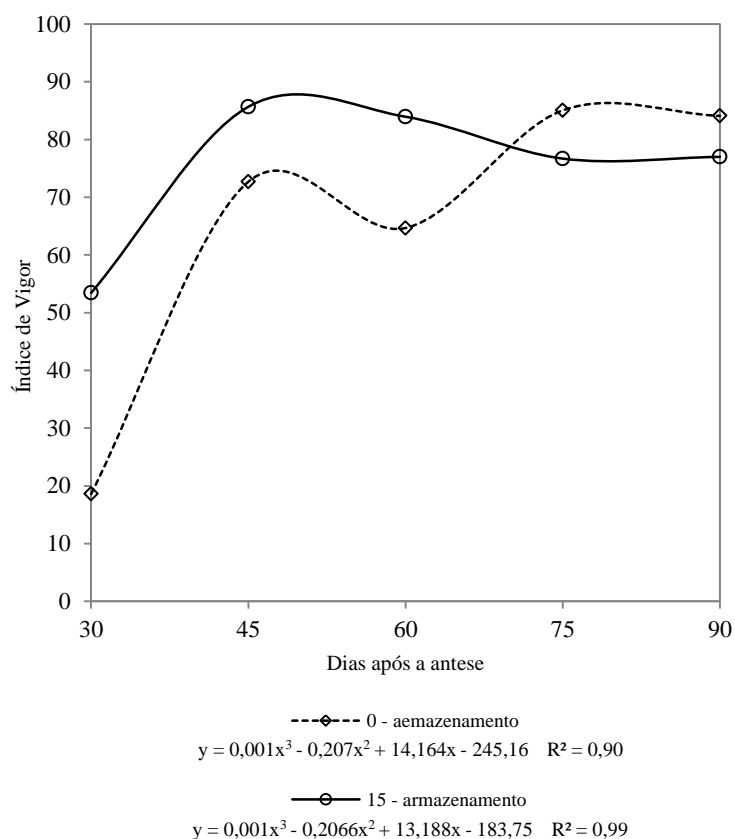
O crescimento da radícula foi superior nas sementes colhidas aos 75 DAA e 90 DAA sem armazenamento demonstrando maior vigor em relação aos demais tratamentos (Figura 4). Para os frutos armazenados os tratamentos 45 DAA e 60 DAA destacaram-se apresentando maior vigor (Figuras 3 e 4).



**Figura 4.** Índice de crescimento através do SVIS de sementes de melão, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Para o índice de vigor observou-se um aumento da época de 30 aos 45 DAA para as sementes extraídas de frutos armazenados, apresentando um decréscimo entre os 45 aos 75 DAA, mantendo-se estável dos 75 aos 90 DAA. O comportamento das sementes extraídas dos frutos sem armazenamento entre os 30 e 45 DAA foi o mesmo observado para as sementes extraídas de frutos armazenados, ou seja, houve um acréscimo, porém com valores inferiores. Dos 45 aos 60 DAA os sem armazenamento apresentou queda no índice de vigor, voltando a aumentar entre os 60 aos 75 DAA, permanecendo até os 90 DAA com valores muito similares (Figura 5).

As sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 DAA armazenados e 75 DAA sem armazenamento possuem qualidade fisiológica superior com base nos resultados dos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado, taxa de crescimento, uniformidade e índice de vigor.



**Figura 5.** Índice de vigor através do SVIS de sementes de melão amarelo, cultivar Anton, oriundas de frutos colhidos aos 30, 45, 60, 75 e 90 após a antese e submetidos ou não ao armazenamento (0 e 15 dias).

Com a utilização da análise de imagens por meio do SVIS<sup>®</sup> foi possível verificar que a qualidade fisiológica das sementes de melão se modifica a partir dos 45 DAA, alcançando os melhores resultados entre 60DAA e 75 DAA. A partir dos 90 DAA a qualidade fisiológica das sementes tende a diminuir.

Silva et al. (2017) verificou a eficiência do SVIS<sup>®</sup> (*Seed Vigor Imaging System*) para determinação do vigor de sementes de abóbora, cultivar híbrida Jabras, colhidas em diferentes estádios de maturação. Foi possível observar, pela análise de imagens, que o índice de vigor, uniformidade e crescimento de raiz foram significativos a partir dos 45 DAA, com destaque para as épocas de colheita de 60 DAA e 75 DAA nos quais foram obtidos os valores mais altos para o comprimento de raiz.

Chiquito et al. (2012) também obtiveram resultados consistentes nas análises SVIS<sup>®</sup> sobre o desempenho de quatro lotes de sementes de pepino, cultivares Supremo e Safira, demonstrando sensibilidade para a avaliação rápida e objetiva do potencial fisiológico.

#### **4.4. CONCLUSÃO**

A análise de imagens pelo SVIS<sup>®</sup> mostrou-se eficiente na determinação da qualidade fisiológica das sementes de melão da cultivar Anton, atestando que as sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 DAA armazenados e 75 DAA sem armazenamento possuem qualidade fisiológica superior e que os diferentes estágios de desenvolvimento dos frutos influenciam no vigor e desenvolvimento de plântulas. Dessa forma, o SVIS<sup>®</sup> confirma esses resultados, atestando sua viabilidade na análise de sementes, podendo ser usado em associação ou substituição aos testes comumente utilizados na análise da qualidade de sementes.

#### 4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; TOKUHISA, D.; DIAS, L. A. S. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 26, nº1, p. 125-129, 2004.

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

CHIQUITO, A. A.; JUNIOR, F. G. G.; MARCOS FILHO, J. Assessment of physiological potential of cucumber seeds using the software Seedling Vigor Imaging System<sup>®</sup>(SVIS<sup>®</sup>). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº2, p. 255-263, 2012.

DONATO, L. M. S.; RABELO, M. M.; DAVID, A. M. S. S.; ROCHA, A. F.; ROCHA, A. S.; BORGES, G. A. 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, Jan./Mar. 2015.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec.** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, jan – mar, 2012.

LEMES, E. S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; VILLELA, F. A. Germinação e vigor de sementes de abóbora tratadas com tiametoxam. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 1, p 122-127, jan/mar. 2015.

LIMA, G. dos P.; NASCIMENTO, W. M. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de melão cv. Eldorado 300. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento 2. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Publicado também como resumo em: **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 398, jul. 2003. Suplemento 1.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. BAPTISTA. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 1, p. 102-112, 2009.

MUNIZ, M. F. B.; GONÇALVES, N.; GARCIA, D. C.; KULCZYNSKI, S. M. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 26, nº 2, p. 144-149, 2009.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.211-214, abr-jun 2005.

OLIVEIRA, L. M.; CAVALHEIRO, V. B. D.; MORAES, D. M.; TILMANN, M. A. A.; SCHUCH, L. O. B. Medição do CO<sub>2</sub> como método alternativo para a diferenciação do vigor

de lotes de sementes de melancia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 606-611, abr., 2015.

PINHEIRO, D. T.; DIAS, D. C. F. dos S.; ARAÚJO, J. O. Germination of melon seeds under water and thermal stress. **Journal of Seed Science**, v.3, n. 4, p. 440-447, 2017.

SAKO, Y.; MCDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENNETT, M.A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 625-636, 2001.

SILVA, P. P.; FREITAS, R. A.; CÍCERO, S. M.; MARCOS-FILHO, J.; NASCIMENTO, W. M. Análise de imagens no estudo morfológico e fisiológico de sementes de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 210-214, 2014.

SILVA, P. P.; BARROS, A. C. S. A.; MARCOS FILHO, J.; JUNIOR, F. G. G.; NASCIMENTO, W. M. Assessment of squash seed vigor using computerized image analysis. **Journal of Seed Science**, v.39, n. 2, p.159-165, 2017.

TORRES, G. R. C. Nematofauna associada ao meloeiro em uma área de cultivo no Rio Grande do Norte, reação de genótipos de cucurbitáceas a *Rotylenchulus reniformis*, caracterização e sobrevivência do parasito. **Anuais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônômica**, Recife, vol. 4, p. 162-184, 2007.



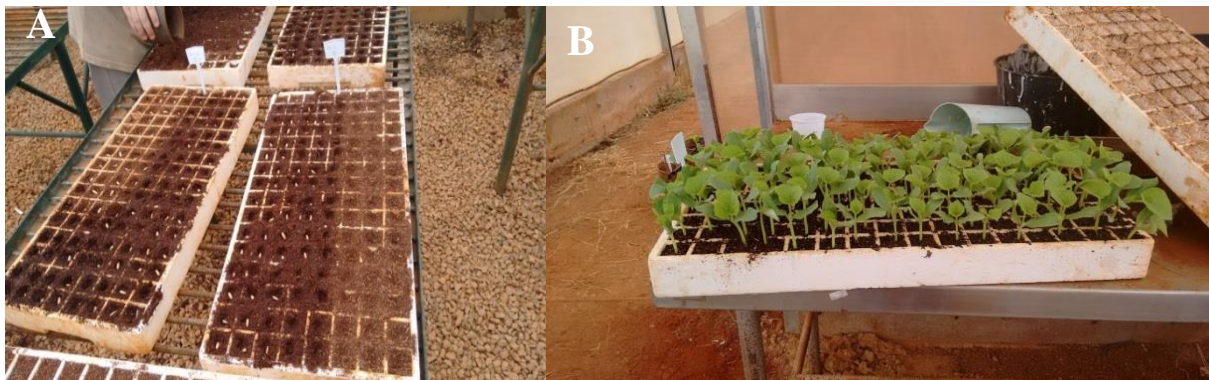
## **CONCLUSÃO FINAL**

As sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 DAA e armazenados por 15 dias apresentaram-se com os melhores resultados quando relacionados diversos aspectos indicadores de qualidade. Dentre estes, podemos destacar os fisiológicos como a avaliação de matéria seca, peso de 100 sementes, germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas; os enzimáticos através da concentração das enzimas de SOD e CAT; as análises de imagens via raios-x de sementes cheias, plântulas normais e as análises de imagens por meio de SVIS da uniformidade, crescimento e índice de vigor evidenciam um melhor resultado na época e armazenamento supramencionado.

## ANEXOS



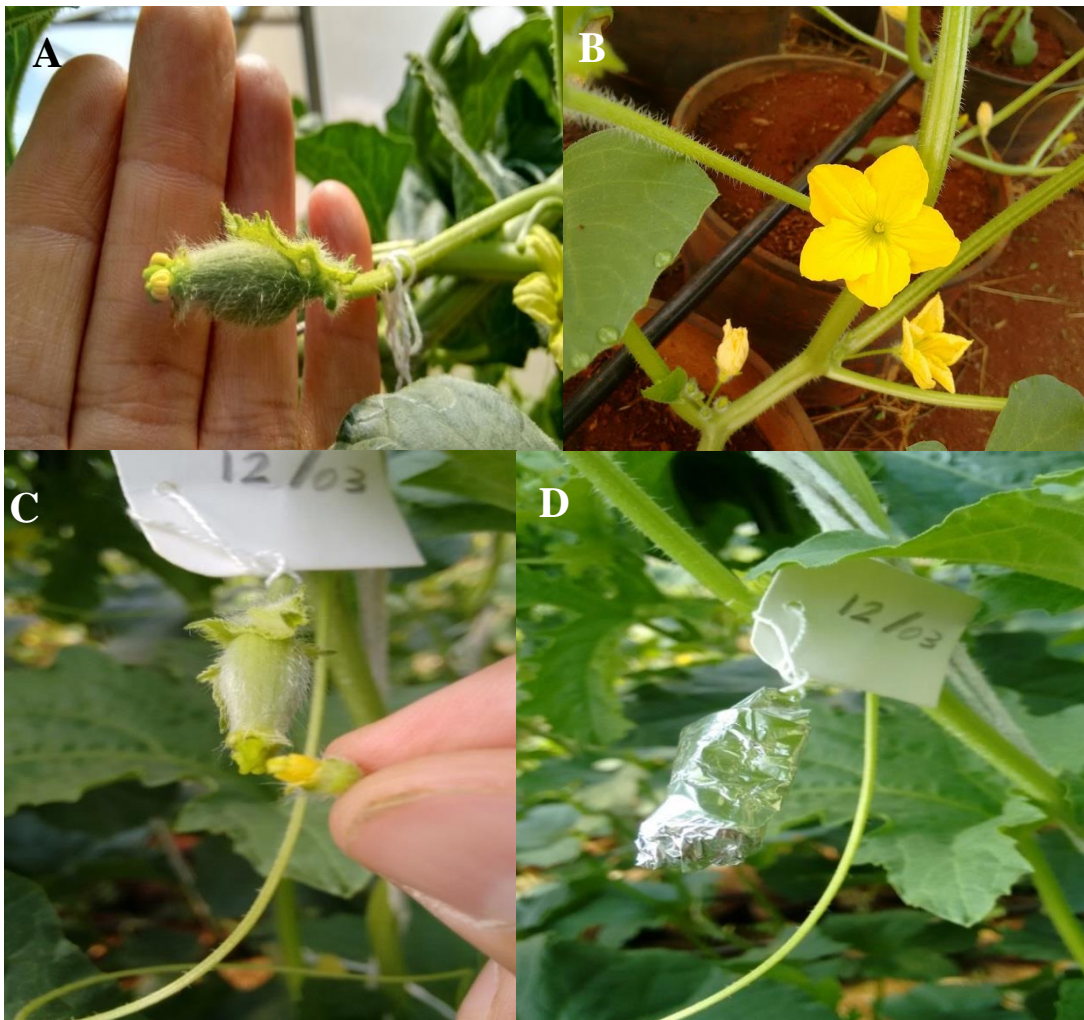
**Figura 1.** Localização da Embrapa Hortaliças e casas de vegetações utilizadas na condução do experimento.



**Figura 2.** (A) Semeadura dos parentais (1 semente/célula). (B) Mudanças com 15 dias após a sementeira, do melão amarelo (*Cucumis melo*), cultivar Anton. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2016.



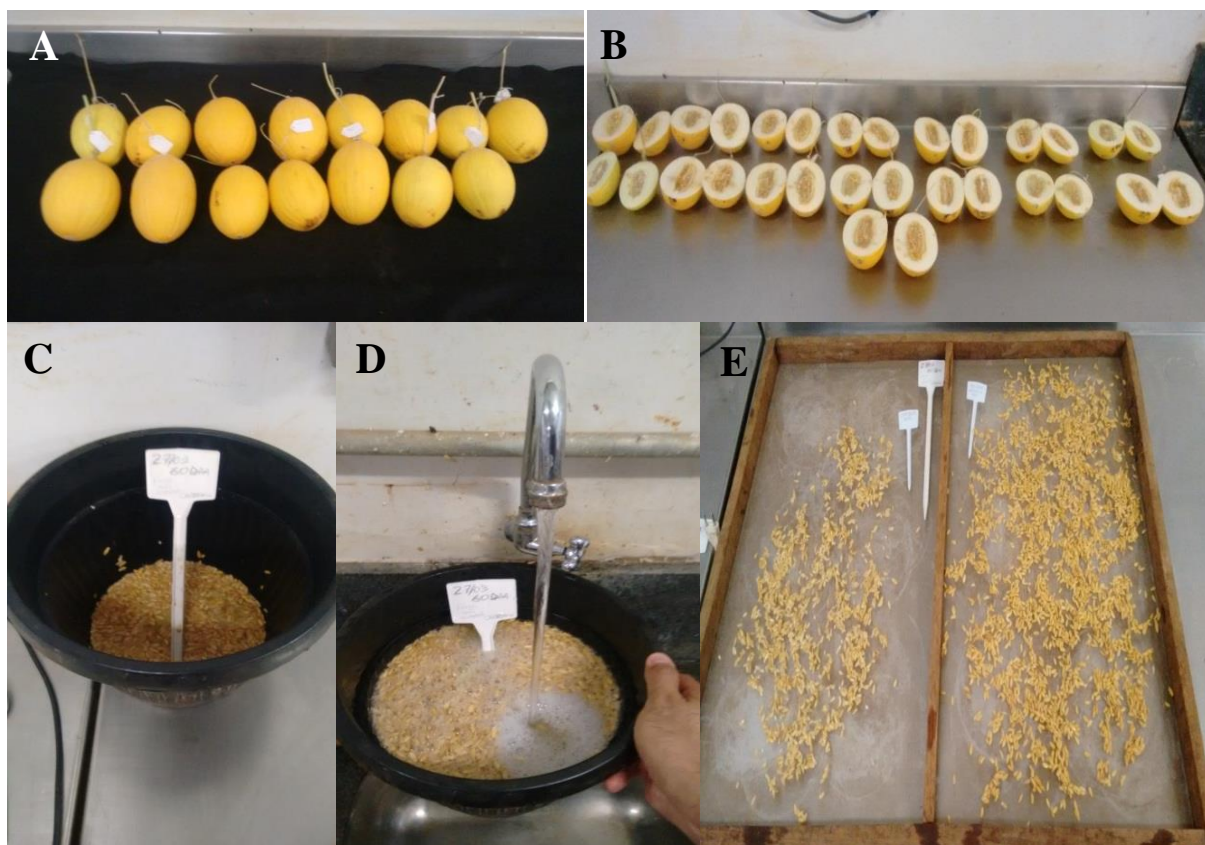
**Figura 3.** (A) Transplântio de mudas do melão amarelo, cultivar Anton, para vasos com sistema irrigação por gotejamento. (B) Mudas do melão amarelo, cultivar Anton, com 19 dias após o transplântio e tutoradas com barbante. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017.



**Figura 4.** (A) Flor feminina, progenitor (114-5), do melão amarelo, cultivar Anton, emasculada. (B) Flor masculina, progenitor (76-2), do melão amarelo, cultivar Anton. (C) Polinização manual e identificação das flores do melão amarelo, cultivar Anton. (D) Proteção da flor polinizada do melão amarelo, cultivar Anton, com papel alumínio para evitar contaminação com pólen externo. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017.



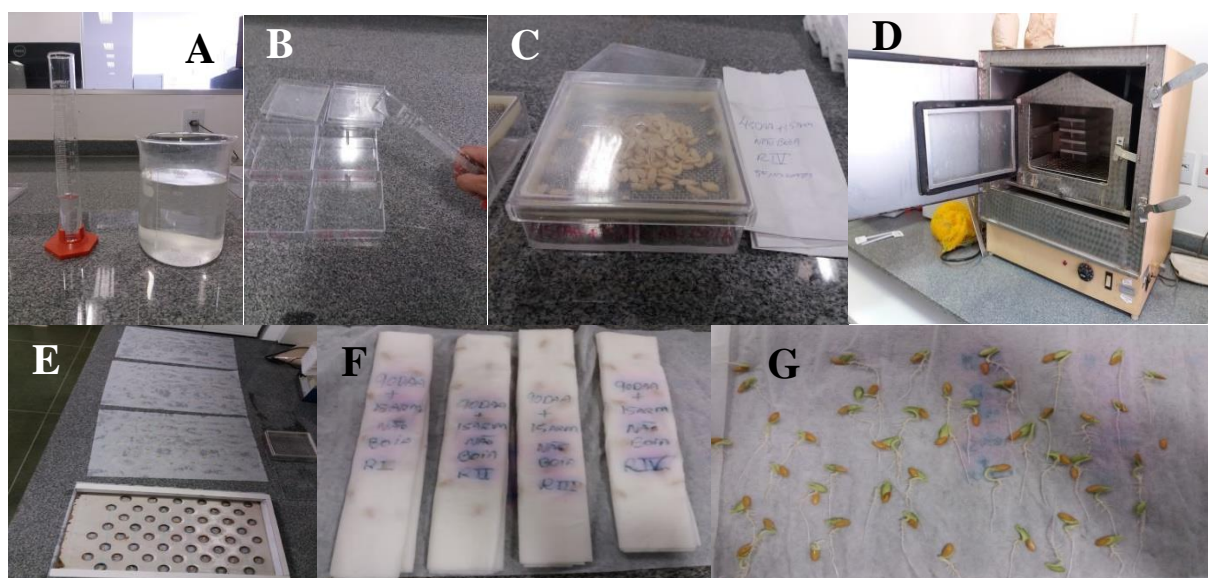
**Figura 5.** Caixa de colheita contendo os frutos identificados do melão amarelo, cultivar Anton, para armazenamento durante 15 dias. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017.



**Figura 6.** (A) Frutos colhidos e identificados do melão amarelo, cultivar Anton. (B) Início da extração das sementes do melão amarelo, cultivar Anton. (C) Sementes extraídas em processo de fermentação do melão amarelo, cultivar Anton. (D) Lavagem de sementes do melão amarelo, cultivar Anton. (E) Secagem das sementes do melão amarelo, cultivar Anton. Autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017.



**Figura 7.** Amostras com 20 sementes antes da secagem em estufa do melão amarelo, cultivar Anton. A autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017.



**Figura 8.** (A) Solução salina para teste de envelhecimento acelerado. (B) Caixa gerbox recebendo solução salina. (C) Sementes do melão amarelo, cultivar Anton, preparadas em caixa gerbox para teste de envelhecimento. (D) Estufa para realização de envelhecimento acelerado. (E) Preparação de sementes em papéis germitest do melão amarelo, cultivar Anton. (F) Sementes acondicionadas em papéis germitest do melão amarelo, cultivar Anton. (G) Plântulas germinadas em papel germitest do melão amarelo, cultivar Anton. A autoria: Cristiano Vasconcelos Cassiano, 2017.