



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

**ELNY ALVES ONIAS**

**CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS E ARILO DE  
ROMÃ COM RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS**

**POMBAL- PB**

**2019**

**ELNY ALVES ONIAS**

**CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS E ARILO DE  
ROMÃ COM RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS**

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

Orientadora: Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

**POMBAL- PB**

**2019**

O58c

Onias, Elny Alves.

Conservação de frutos de genótipos e arilo de romã com recobrimentos comestíveis / Elny Alves Onias. – Pombal, 2019. 90 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Railene Hérica Carlos Rocha Araújo".  
Referências.

1. *Punica Granatum* L. 2. Vida Útil. 3. Recobrimentos. 4. Microalga.  
I. Araújo, Railene Hérica Carlos Rocha. II. Título.

CDU 635:634.64(043)

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECARIA MARIA ANTONIA DE SOUSA CRB 15/398

**ELNY ALVES ONIAS**

**CONSERVAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS E ARILO DE  
ROMÃ COM RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS**

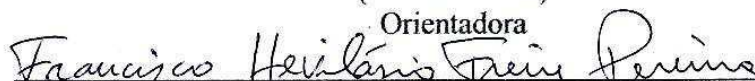
Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Campina Grande, como parte das exigências  
do programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

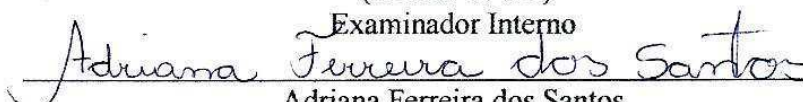
Aprovado: 16/05/2019.

  
Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo  
(CCTA/UFCG)

Orientadora

  
Francisco Hevilásio Freire Pereira  
(CCTA/UFCG)

Examinador Interno

  
Adriana Ferreira dos Santos  
(CCTA/UFCG)

Examinador Externo

*A Deus e a minha família, por toda proteção, incentivo, amor e carinho.*

*DEDICO.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, criador de todas as coisas, pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado, me guiando e me fortalecendo nos momentos mais difíceis. Agradeço por todas as bênçãos derramadas em minha vida e pela oportunidade de concretização deste sonho;

À minha mãe Aurimar (*in memoriam*), por todo amor e ensinamentos que sempre me dedicou e que construíram o meu saber. Esta vitória é nossa;

A minha família por acreditarem no meu potencial e me incentivarem a lutar pelos meus objetivos;

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em particular ao Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical (PPGHT), pela oportunidade de participar do curso de mestrado;

A Capes e a FAPESQ, pela concessão da bolsa de estudo;

A Profa. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, pela orientação, dedicação e por seus conhecimentos repassados durante todo o desenvolvimento do trabalho;

Aos professores do curso de Mestrado do PPGHT, pelos ensinamentos, conhecimentos fornecidos, que contribuíram para minha formação;

A Diógenes Henrique Abrantes Sarmento por toda contribuição na realização deste trabalho;

As técnicas dos Laboratórios de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal e Fisiologia Vegetal do CCTA, Wélida e Joyce;

Ao Centro Vocacional Tecnológico- CVT, na pessoa da professora Dra Alfredina dos Santos, pela contribuição na realização de algumas análises;

Aos amigos do Curso de Pós Graduação em Horticultura Tropical, pela amizade, convívio e troca de conhecimento;

Aos amigos do grupo de pesquisa de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças pelas contribuições na realização deste trabalho;

Enfim a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste sonho.

Obrigada!

**Capítulo I:** Caracterização de frutos de genótipos de romãzeira produzidos em tabuleiro de Russas, CE

**LISTA DE QUADROS/TABELAS**

**Quadro 1.** Escala subjetiva (notas de 5 a 0) para avaliações da aparência externa e interna nos genótipos de Romãzeira.....36

**LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1.** Luminosidade (L\*), Ângulo hue ( $^{\circ}h^*$ ) e Cromaticidade (C\*) da casca e do arilo de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18..... 40

**Figura 2** Aparência externa e interna de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18..... 41

**Figura 3** Rendimento de suco (A), rendimento de casca (B) e rendimento de sementes (C) genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18 ..... 42

**Figura 4.** pH (A), Sólidos solúveis (B) de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18 ..... 43

**Figura 5.** Acidez titulável e Relação SS/AT (A) de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18. .... 44

**Figura 6.** Ácido ascórbico (A) e compostos fenólicos (B) de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18..... 45

**Capítulo II:** Qualidade pós-colheita de genótipos de romã armazenados sob refrigeração

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise de variância para luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (H) da casca e do arilo e perda de massa fresca de frutos de romã sob temperatura de  $10\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$  UR por 24 dias .....57
- Tabela 2.** Análise de variância para pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), Relação SS/AT, vitamina C, Compostos fenólicos e Açúcares totais de frutos de genótipos de romã sob temperatura de  $10\pm 2$  °C, 80%UR por 24 dias..... 57
- Tabela 3.** Caracterização dos genótipos de romãzeira por ocasião da colheita ..... 58

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Luminosidade ( $L^*$ ), Cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ) da casca e do arilo de genótipos de romã sob temperatura de  $10\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 24 dias ..... 60
- Figura 2.** Aparência externa e interna de genótipos de romã sob temperatura de  $10\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 24 dias .....61
- Figura 3.** Perda de massa fresca de genótipos de romã sob temperatura de a  $10\pm 2$  °C, 80%UR por 24 dias .....62
- Figura 4.** pH, sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT de genótipos de romãzeira sob temperatura de  $10\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 24 dias ..... 64
- Figura 5.** Ácido ascórbico, compostos fenólicos e açúcares solúveis totais de genótipos de romã sob temperatura de  $10\pm 2$  °C, 80%UR por 24 dias..... 65

**Capítulo III:** Recobrimentos comestíveis a base de biomassa de *Spirulina platensis* na conservação do arilo de romã



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise de variância para luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ) de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias ..... 79
- Tabela 2.** Análise de variância para perda de massa fresca, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, vitamina C, compostos fenólicos e açúcares totais de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias ..... 79
- Tabela 3.** Caracterização inicial de genótipos de romãzeira por ocasião da colheita..... 80
- Tabela 4.** Sólidos solúveis de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias..... 84
- Tabela 5.** Coliformes a  $35^\circ\text{C}$  de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias..... 87
- Tabela 6.** Resultados para análise de salmonela de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias..... 87

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fluxograma de produção de arilos minimamente processados com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis*..... 76
- Figura 2.** Luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ) de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias ..... 82
- Figura 3** Perda de massa de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias..... 83

- Figura 4.** pH e sólidos solúveis de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias..... 84
- Figura 5.** Acidez titulável e relação SS/AT de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias..... 85
- Figura 6.** Vitamina C, Compostos fenólicos e Açúcares totais de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias .....86

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
RESUMO GERAL. ....	iv
ABSTRACT .....	v
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 Aspectos gerais da romãzeira .....	16
2.2 Genótipos de romãzeira. ....	17
2.3 Comercialização e conservação de arilos de romã. ....	18
2.4 Armazenamento refrigerado .....	20
2.5 Recobrimentos comestíveis .....	21
<b>3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO I: Caracterização de frutos de genótipos de romãzeira produzidos em tabuleiro de Russas, CE.....</b>	<b>29</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>30</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>31</b>
1 <b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>32</b>
2 <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
3 <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
4 <b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
5 <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO II: Qualidade pós-colheita de genótipos de romã armazenados sob refrigeração.....</b>	<b>50</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>51</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>52</b>
1 <b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>53</b>
2 <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>54</b>
3 <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>57</b>
4 <b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
5 <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO III: Recobrimentos comestíveis a base da biomassa de <i>Spirulina platensis</i> na conservação do arilo de romã .....</b>	<b>71</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>72</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>73</b>
1 <b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>74</b>
2 <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>76</b>
3 <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>79</b>
4 <b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>

<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>
----------	---	-----------

## RESUMO GERAL

ONIAS, Elny Alves. **Conservação de frutos de genótipos e arilo de romã com recobrimentos comestíveis**. 2019. 90p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB<sup>1</sup>.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as propriedades físico-químicas, qualidade pós-colheita do fruto submetido à refrigeração e a eficácia de recobrimentos comestíveis a base de biomassa de *Spirulina platensis* na conservação do arilo de genótipos de romãzeira. O estudo foi subdividido em três etapas no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças. Na primeira etapa foi selecionada uma amostragem de 18 frutos de cada genótipos para realização da caracterização dos mesmos por meio de avaliações visuais e físico-químicas. Na segunda etapa instalou-se o experimento em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas no tempo utilizando-se quatro repetições de oito frutos. As parcelas foram representadas pelos genótipos de romãzeira (CV4, CV8 e CV12) e as subparcelas pelos períodos de avaliações ao longo do tempo de 20, 21, 22, 23 e 24 dias de armazenamento em câmara refrigerada a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$   $80\pm 5\text{UR}$ . Na terceira etapa instalou-se o experimento em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema fatorial  $3\times 5$ , três cultivares (CV8, CV10 e CV12) e 5 concentrações de *Spirulina platensis* (T1:0,0% - Sem recobrimento; T2: 0,04% de *Spirulina platensis*; T3: 0,06% de *Spirulina platensis*; T4: 0,08% de *Spirulina platensis*; T5: 0,1% de *Spirulina platensis*), com 5 repetição constituídas de 100g de arilo. Os tratamentos foram associados a 3% de Ágar, 0,3mL/L de óleo da semente da romã e 1mL/L de tween 20. Os arilos recobertos foram armazenados em bandejas envolvidas com filme de pvc e armazenados em câmara refrigerada a  $5\pm 2^{\circ}\text{C}$   $80\pm 5\text{UR}$  por um período de 15 dias. O genótipo de romãzeira CV12, produzido no Tabuleiro de Russas, CE reuniu características físico-químicas que atendem ao padrão de qualidade para a comercialização dos frutos na forma in natura. O armazenamento a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80\pm 5\%$  UR por 20 dias manteve as características físico-químicas do genótipo CV12 apropriadas para a comercialização in natura dos frutos. Frutos armazenados  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80\pm 5\%$  UR por 24 dias podem ser destinados à indústria de processamento, já que não tiveram os atributos internos de qualidade prejudicados. O genótipo CV12 apresentou a melhor qualidade físico-química do arilo no recobrimento T2 (0,04% de *Spirulina platensis*) com a menor perda de massa 4,21%, menor valor para acidez titulável 0,30% de ácido cítrico, relação SS/AT elevada 38,00 e maior conteúdo de compostos fenólicos  $146,35\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ . Em relação à qualidade microbiológica todas as contagens para bactérias do grupo coliformes registradas estão dentro dos padrões estabelecidos pelas normas vigentes e em nenhuma das amostras foi detectada presença de *salmonella*, caracterizando a eficiência do recobrimento em manter a qualidade dos arilos.

Palavras-chave: *Punica granatum* L., vida útil, recobrimentos, microalga.

<sup>1</sup>Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, CCTA/UFCG.

## ABSTRACT

ONIAS, Elny Alves. **Preservation of fruits of genotypes and pomegranate aril with edible coatings.** 2019. 90p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB1.

The objective of this study was to evaluate the physicochemical properties, post-harvest quality of the fruit submitted to refrigeration and the efficacy of spirulina platensis biomass-based edible coatings on aryl conservation of pomegranate genotypes. The study was subdivided into three stages in the Post-Harvest Technology Laboratory of Fruits and Vegetables. In the first stage, a sample of 18 fruits of each genotype was selected to carry out their characterization through visual and physical-chemical evaluations. In the second stage the experiment was set up in a completely randomized design, in the scheme of plots subdivided in time using four replicates of eight fruits. The plots were represented by the pomegranate genotypes (CV4, CV8 and CV12) and the subplots for the evaluation periods over time of 20, 21, 22, 23 and 24 days of storage in a refrigerated chamber at  $10 \pm 2^\circ \text{C}$   $80\% \pm 5\text{UR}$ . In the third stage, the experiment was carried out in a completely randomized design, in the 3x5 factorial scheme, three cultivars (CV8, CV10 and CV12) and 5 concentrations of Spirulina platensis (T1: 0,0% - No coating; T2: 0,04 Spirulina platensis, T4: 0.08% Spirulina platensis, T5: 0.1% Spirulina platensis), with 5 replicates consisting of 100 g of aryl. The treatments were associated with 3% Agar, 0.3mL / L pomegranate seed oil and 1mL / L tween 20. The coated arils were stored in trays wrapped with pvc film and stored in a refrigerated chamber at  $5 \pm 2^\circ \text{C}$   $80\% \pm 5\text{UR}$  for a period of 15 days. The genotype of pomegranate CV12, produced in the Tablasiro de Russas, CE, gathered physico-chemical characteristics that meet the quality standard for the commercialization of fruits in natura form. Storage at  $10 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $80 \pm 5\% \text{RH}$  for 20 days maintained the physico-chemical characteristics of the CV12 genotype suitable for the in natura commercialization of the fruits. Stored fruits  $10 \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $80 \pm 5\% \text{RH}$  for 24 days can be destined to the processing industry, since they did not have the internal attributes of quality impaired. The CV12 genotype presented the best physical-chemical quality of aryl in the T2 coating (0.04% Spirulina platensis) with the lowest mass loss 4.21%, lower value for titratable acidity 0.30% citric acid, SS ratio / AT high 38.00 and higher content of phenolic compounds 146.35mg.100mL-1. In relation to the microbiological quality, all the counts for bacteria of the coliform group registered are within the standards established by the norms in force and in none of the samples was detected presence of salmonella, characterizing the efficiency of the coating in maintaining the quality of the arils.

Key words: Punica granatum L., shelf life, coatings, microalgae.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A romã (*Punica granatum* L.) é originária da Ásia Central de onde se expandiu para a bacia do Mediterrâneo, sul da Ásia e vários países da América do Norte e do sul. É uma espécie de clima temperado que requer altas temperaturas para amadurecer adequadamente, mas também é facilmente difundida em regiões áridas e semi-áridas do mundo, já que é tolerante à salinidade e à escassez de água (ZAOUAY; MARS, 2011, MARTÍNEZ et al., 2016).

A produção da romã vem sendo amplamente difundida pelo mundo e o seu consumo aumentou notavelmente devido às suas propriedades sensoriais e nutricionais. A porção comestível do fruto (arilo) é rica em antioxidante e fitonutrientes promotores da saúde, como polifenóis, vitaminas (C, A e K), polissacarídeos e açúcares, ácidos fenólicos (gálico, elágico e clorogênico) e minerais essenciais (ferro, cálcio e potássio) (HASSAN et al., 2012, FAWOLE; OPARA, 2013, SHAFIE et al., 2015).

Por apresentar padrão respiratório não-climatérico, a colheita deve ser realizada quando o fruto atinge a maturidade plena na planta, período em que reúne as maiores características de qualidade. Embora, apresente baixas taxas respiratórias ao final do período de maturação, esta apresenta um declínio constante até atingir a fase de senescência, ocasionando perdas pós-colheitas. No Brasil, a safra ocorre no período entre setembro e fevereiro, entretanto, não há impedimento para que ocorra produção também no período de entressafra (MARTINS, 2003, MIRDEHGHAN; RAHEMI, 2005; SILVA et al., 2015).

A perda de massa está entre os principais problemas de qualidade que afetam a vida útil pós-colheita da romã (Fawole; Opara, 2013, Arendse et al., 2014), ocasionando murcha nos frutos, reduzindo o seu valor comercial (PATHARE et al., 2013). Nesse sentido, o armazenamento a frio é amplamente empregado para estender a vida útil pós-colheita, mantendo a qualidade sensorial e nutricional. Na conservação da romã, a temperatura de armazenamento e a umidade relativa são os fatores mais importantes, pois regulam os processos fisiológicos e bioquímicos, controlando a atividade respiratória, a transpiração e o desenvolvimento de patógenos microbianos, influenciando na senescência dos frutos (PAREEK et al., 2015).

A influência das condições de armazenamento (temperatura, umidade) nas propriedades físico-químicas de diferentes cultivares de romã têm sido estudadas (KADER, 2006, CALEB et al., 2012, FAWOLE; OPARA, 2013, ARENDSE et al., 2014). A perda de

qualidade tem como principal fator temperaturas elevadas (acima de 10 ° C) e baixa UR (abaixo de 90%), levando à perda de massa, mudanças nas propriedades químicas, defeitos externos (manchas e murcha) que reduzem o valor comercial dos frutos afetados (FAWOLE; OPARA, 2013, ARENDSE et al., 2014).

Nesse sentido, o processamento mínimo dos frutos para obter arilos prontos para o consumo, com propriedades sensoriais e nutricionais intactas, representa uma possibilidade real de aumentar o consumo de romãs, no entanto, o processamento de frutas e vegetais gera estresse fisiológico no tecido cortado ainda vivo, levando à deterioração da qualidade e menor tempo de armazenamento em comparação com os produzidos frescos intactos (CALEB et al., 2012; GHIDELLI ; PÉREZ-GAGO, 2018).

Com o intuito de reduzir a taxa de deterioração dos produtos recém-cortados, estratégias podem ser implementadas, entre elas a manutenção de baixa temperatura desde a colheita até o varejo e a aplicação de recobrimentos comestíveis a base de aditivos naturais (MUNHUWEYI et al., 2017, YOUSERF; SRIVATAVA, 2017).

Dentre os materiais utilizados na formulação de recobrimentos comestíveis, a utilização da *Spirulina platensis* vem ganhando destaque devido aos seus múltiplos benefícios à saúde humana, destacando-se em sua composição, alta concentração de proteína entre 60 e 70%, aminoácidos essenciais, altas concentrações de vitaminas A, B12 e  $\beta$ -caroteno, bem como 4 a 7% de lipídios, sendo esses ácidos graxos essenciais, a exemplo dos ácidos linoleico, ácido linolênico, ômega 3 e 6, e ácidos graxos poli-insaturados (FIGUEIRA, 2010; KORU, 2012; DOTTO, 2012; PENTÓN-ROL et al., 2018).

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho caracterizar três genótipos de romãzeira, avaliar o uso do armazenando refrigerado na qualidade pós-colheita dos frutos e investigar a eficácia da formulação de revestimentos comestíveis a base de biomassa de *Spirulina platensis* na conservação de arilos de romã minimamente processados.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da romãzeira

A romãzeira (*Punica granatum* L.) é um arbusto lenhoso de folhas caducas, ramificado, da família *Punicaceae*, nativa da região que abrange desde o Irã até o Himalaia, a noroeste da Índia. Tem sido cultivada há muito tempo por toda a região Mediterrânea da Ásia, América, África e Europa (LORENZI et al., 2006). Apresenta folhas pequenas, brilhantes e membranáceas, flores vermelho-alaranjadas dispostas nas extremidades dos ramos, originando frutos esféricos, com muitas sementes angulosas em camadas as quais se acham envolvidas em arilo polposo de cor rósea ou carmim vivo (LORENZI et al., 2006, KAHRAMANOGLU; USANMAZ, 2013).

As romãzeiras são cultivadas em todos os continentes, com exceção da Antártida. Os maiores produtores mundiais são a Espanha, a Turquia e a Tunísia. Apesar de existirem registro de 3.000 cultivares, somente uma variedade a Wonderful, é comumente cultivada no mundo todo, especialmente na Califórnia, Chile e Israel (FILHO, 2014).

No Brasil, a produção de romã vem apresentando crescimento desde 2009, sendo o cultivo comercial realizado nos estados de São Paulo, Bahia, Paraíba e Ceará. A produção ocorre principalmente na região de Juazeiro/Petrolina, cujas plantações comerciais têm como meta a inserção deste fruto no mercado nacional visando à extração de compostos nutracêuticos e elaboração de novos produtos com alta atividade antioxidante e também no reaproveitamento de suas partes não comestíveis, devido a suas características nutricionais e funcionais (SILVA, 2013, SUZUKI, 2016).

A melhor época para comercialização do fruto in natura compreende ao período de novembro a dezembro, em que a demanda chega a aumentar até 30%, e o preço até 28%, por quilo, atingindo preço médio de 16,63 R\$ Kg<sup>-1</sup> no ano de 2016. O volume de comercialização da romã aumentou de 412 toneladas em 2011 para 582 toneladas em 2014, já 2017 foram comercializadas 618 toneladas deste fruto (SEAGESP, 2018).

O aumento da produção e consumo de romã em todo o mundo se deve a crescente conscientização sobre suas propriedades sensoriais, nutricionais e terapêuticas. É um fruto rico em compostos nutricionais e bioativos, entre os quais, ácidos orgânicos, minerais (ferro, cálcio e potássio), vitaminas (C, A e K) e ácido fólico. No entanto, o seu aspecto mais importante é o seu teor de compostos fenólicos, ditos por apresentar atividade antioxidantes, dos quais se destacam taninos hidrolisáveis (punicalaginas e punicalinas), taninos

condensados (proantocianidinas), antocianinas, catequinas e ácidos fenólicos (gálico, elágico e clorogênico) (FISCHER et al., 2011, QU et al., 2012, CZIECZOR, 2018).

A porção comestível (arilo) representa cerca de 60% do peso total do fruto, o qual pode ser consumido fresco ou usado pela indústria de alimentos na formulação de bebidas, compotas, geleias, condimentos e corantes. O suco do arilo contém aproximadamente 85% de água e 10% de açúcares totais, principalmente glicose e frutose (SHWARTZ et al., 2009, AKHTAR et al., 2015, ABID et al., 2017).

As cascas de romã são consideradas partes não comestíveis ou subproduto, obtido durante o processamento do suco. É caracterizado pela presença significativa de polifenóis como elagitaninos, ácido elágico e ácido gálico (FARIA, 2010) e de flavonóides, os quais estão associados a propriedades biológicas, como agente antioxidante e antimicrobiano (DOYMAZ, 2011).

Estudos farmacológicos revelaram que romã têm demonstrado propriedades antioxidante (Elfalleh et al., 2011), atividade antitumoral (Oliveira et al., 2010), antimicrobianas, odontológicas, antifúngicas, quimioprotetoras, entre outras propriedades (DEGÁSPARI; DUTRA, 2011). Estudos clínicos mostraram que os polifenóis da romã podem reduzir o risco de doença cardíaca e retardar a progressão do câncer (STOVER; MERCURE, 2007, AVIRAM; ROSENBLAT, 2012, BHOWMIK et al., 2013).

## **2.2 Genótipos de romãzeira**

A romã é caracterizada por uma grande variabilidade em termos de genótipos domésticos, silvestres e ornamentais, os quais apresentam diferenças em características como a cor da casca e do arilo, succulência, relação açúcar/ácido, conteúdo de ácidos graxos, antocianinas, fenóis e atividade antioxidante. Assim, diante da recente explosão de interesse da romã, tem-se exigido pesquisas adicionais para identificar genótipos com características que credenciem a serem usados em pomares comerciais (FERRARA et al., 2014).

A fim de melhorar o cultivo de romã, estudos vêm sendo realizados para obter mais informações sobre as características morfológicas, químicas e bioquímicas dos diferentes genótipos localizados em várias regiões do mundo e tem revelado a diversidade genética entre os mesmos (MANSOUR et al., 2011 ; KARIMI; MIRDEHGHAN, 2017).

Zaouay et al. (2012) compararam as características físico-químicas e a atividade antioxidante de 13 cultivares de romã cultivadas no sul da Tunísia. Os autores concluíram que os resultados obtidos com a pesquisa representam um guia na seleção de cultivares potenciais

para a produção e utilização pela indústria de alimentos, indústria farmacêutica, assim como para o consumo *in natura*. (ZAOUAY et al., 2012).

Hernández et al. (2014) avaliaram as características de qualidade de sete genótipos de romã (CRO2, ME14, ME16, PTO3, PTO4, PTO7 e PTO8), de origem indígenas de duas províncias na Espanha. Todos os genótipos estudados foram considerados aceitáveis para o consumo fresco, porém as cultivares que receberam a avaliação global mais alta foram ME14 e ME16 (HERNÁNDEZ et al., 2014).

Ferrara et al. (2014) avaliaram 13 genótipos de romã, doce e azeda, de origem italiana (Sour Triggiano-SouTri, Sour Ninetta Ostuni-SouOst, Sour Fiore Mola- SouMola, Modugno Triggiano- ModTri, Common Molfetta-ComMol, Molfetta-AdeMol, Ecotipo Turi-Turi, Maddaloni Dolce-MadDol e Giardino Chiuso Dolce-GiaDol e israelense (Wonderful one-Wond, Ako, Shanny e Emek) e observaram diferenças significativas nos parâmetros investigados, em particular no tamanho dos frutos e dos arilos, índice de maturação e peso dos arilos. Essa pesquisa revelou distinção entre os genótipos italianos e israelenses em relação a cor da casca, evidenciando que os genótipos israelenses apresentaram frutos mais vermelhos. O teor de óleo das sementes, o conteúdo de polifenóis e a atividade antioxidante também foram significativamente diferentes entre os genótipos (FERRARA et al., 2014).

Alcaraz-Mármol et al. (2017) avaliaram vinte cultivares de romã, cultivadas de romã espanholas, com aptidões para consumo *in natura* e processamento e relataram diferenças físico-químicas e funcionais entre as mesmas. Cultivares com sementes macias e alta doçura foram classificadas como adequadas para o consumo *in natura* (ME12, ME14, MO5 e MA3). Cultivares cor vermelha intensa e sementes duras são ideais para o processamento de suco (WOND e SM). Cultivares com alto teor de polifenóis totais (BBE1, ME12) e atividade antioxidante (MEC, MEM, MO6 e PTO10), fibra bruta (BA1 e BBE1) e minerais como potássio (MEM, VA1, BA1 e SM) podem ser utilizados como alimento funcional, assim como pelas indústrias de alimentos, farmacêutica ou de cosméticos (ALCARAZ-MÁRMOL et al., 2017).

### **2.3 Comercialização e conservação de arilos de romã**

A dificuldade de extração dos arilos e a perda de qualidade durante o armazenamento prolongado da romã em condições refrigeradas (queima da casca, danos por frio, perda de massa e deterioração microbiana) são fatores que dificulta o seu consumo, enquanto fruto *in natura*. Nesse sentido, os arilos minimamente processados e prontos para o consumo, com características nutricionais e sensoriais desejadas surgem como uma alternativa viável ao

aumento do consumo desse fruto. (ARTÉS et al., 2007 , CALEB et al., 2012, PALMA et al., 2015).

No entanto, os arilos minimamente processados são altamente perecíveis e isso impacta negativamente a sua comercialização, porque seu tempo de armazenamento é menor que no fruto inteiro, enquanto os frutos podem ser armazenados por 3 a 4 meses a temperaturas abaixo de 10°C (Fawole; Opara, 2013, Ghafir et al., 2010), os arilos tem o seu período de armazenamento reduzido de 1 a 2 semanas quando armazenadas em temperaturas abaixo de 5°C (Caleb et al., 2013), devido a suscetibilidade ao crescimento microbiano (via superfícies de corte e exsudatos de suco) e deterioração da qualidade (perda de textura, massa e cor) resultados de processos metabólicos, atividade enzimática e aumento da taxa de respiração, o que limita a comercialização (ERGUN; ERGUN, 2009, CALEB; OPARA, 2013).

A avaliação da vida útil pós-colheita de romã minimamente processadas é baseada em mudanças na estabilidade de atributos físicos como cor, firmeza e suculência e atributos químicos como pH, acidez titulável e açúcares solúveis totais, os quais refletem na aceitação visual e nas propriedades físico-químicas associadas à qualidade do produto (KADER, 2006, FAWOLE; OPARA, 2013). Com o objetivo de manter a qualidade dos arilos minimamente processados, métodos de conservação principalmente baseados no emprego de condições de atmosfera modificada em baixos teores de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> enriquecidos foram utilizados (CALEB et al., 2012, MAHAJAN et al., 2008, BANDA et al., 2015, BELAY et al., 2017).

Recentemente, o uso de recobrimentos comestíveis na conservação dos arilos de romã tem ganhado destaque. Tratamentos com quitosana (0, 2,5, 7,5 e 15 g / L) aplicados em arilos de romã minimamente processados foram responsáveis por manter os atributos de qualidade físico-químicos e reduziram significativamente as contagens microbianas de bactérias aeróbias mesófilas, leveduras e bolores por 14 dias sob armazenamento refrigerado (MUNHUWEYI et al.,2017). Youserf e Srivatava (2017) avaliaram a formulação à base de goma de linhaça (FSG) em combinação com óleo essencial de capim - limão (LGEO) para o revestimento de arilos de romã prontos para o consumo e relataram que os revestimentos foram eficazes na redução da contagem total de placas e leveduras e mofo populações (YOUSERF; SRIVATAVA, 2017). Tratamentos de quitosana (0, 2,5, 7,5 e 15 g / L) quando aplicados em arilos de romã minimamente processados como revestimento comestível antes do acondicionamento e armazenamento a 4 ° C por 14 dias , foram responsáveis por manter os atributos de qualidade físico-químicos e reduziram significativamente as contagens microbianas de bactérias aeróbias mesófilas, leveduras e bolores (MUNHUWEYI et al.,2017).

## 2.4 Armazenamento refrigerado

Na conservação da romã, a temperatura é um dos fatores mais importantes para controlar a atividade respiratória, a transpiração e o desenvolvimento de patógenos microbianos, bem como de distúrbios fisiológicos durante o armazenamento. A umidade relativa (RH) é o segundo fator de importância, e deve ser de 90-95%. Temperatura e UR estão intimamente relacionadas com o objetivo de minimizar a perda de peso e o desenvolvimento microbiano (PAREEK et al., 2015).

A perda de peso em frutos de romã deve-se principalmente à transpiração e a uma extensão relativamente pequena devido à atividade respiratória. O grande déficit de pressão de vapor (DPV) entre a superfície do fruto e o ar circundante leva a um aumento na taxa de perda de umidade. Assim, a perda de água pode ser reduzida por embalagem adequada, controle de temperatura e umidificação da sala de armazenamento (DELELE et al., 2009 , WAELTI, 2010 , MONTERO-CALDERON; CERDAS-ARAYA, 2012 ).

A temperatura e a UR estão intimamente relacionadas e o objetivo é minimizar a perda de peso sem aumentar o desenvolvimento e a decadência microbiana. A temperatura recomendada para armazenamento da romã está dentro da faixa de 5 a 10 ° C e a umidade relativa (UR) deve ser de 90 a 95% (MIRDEHGHAN et al., 2007, PAREEK et al., 2015 ).

Níveis reduzidos de O<sub>2</sub> e a aplicação da temperatura no armazenamento da romã, proporcionaram redução na taxa de respiração, inibição na produção de etileno, atrasando a senescência e, portanto, aumentando a vida útil pós-colheita dos frutos. No entanto, as romãs ainda exibiram perda de qualidade principalmente decorrentes da perda de peso (PAREEK et al., 2015).

Moreira et al. (2015) relataram que romãs ‘Molar’ armazenadas a 12 °C, por 36 dias, seguidos de dois dias a 24 °C e 43 ± 5 % de UR, se mantêm satisfatórias para comercialização, sem prejuízos aos atributos de qualidade biométricos e com pequenos prejuízos aos atributos de qualidade físico-químicos, os autores relataram ainda que as temperaturas de 6 °C e 10 °C, por 36 dias, seguidos de dois dias a 24 °C e 43 ± 5 % de UR, também podem ser utilizadas para o armazenamento refrigerado da romã ‘Molar’, porém, proporcionam menor volume de suco por fruto.

Silva et al. (2015) classificaram a romã ‘Molar’ produzida em sistema orgânico na região semi-árida da Paraíba como sendo doce, apresentando baixa acidez, com teores de 0,75% ácido cítrico e 12-15% de sólidos solúveis. Em relação ao seu tamanho, a romã foi classificada como pequena, pesando em média 200g. Quanto ao armazenamento, os mesmos

autores verificaram que frutos armazenados a 27° C, 28% UR por até 6 dias mantiveram suas características biométricas, visuais e físico-químicas apropriadas para a comercialização do fruto in natura; enquanto que o armazenamento a 27 ° C, 28% UR por 18 dias resultou em uma dessecação intensa da casca dos frutos, mas não diminuiu a qualidade ou rendimento do suco extraído.

## 2.5 Recobrimentos comestíveis

A alimentação e o estilo de vida saudável estão em alta demanda e com isso há uma maior preocupação dos consumidores com os aspectos nutritivos e sensoriais, bem como com a segurança dos alimentos. Este conceito tem levantado à necessidade de uma melhor preservação dos produtos perecíveis, como frutas e vegetais, pois são uma fonte abundante de compostos bioativos, vitaminas e minerais promotores de saúde, capazes de prevenir muitas doenças crônicas, incluindo câncer e doenças cardiovasculares (DIAZ-MULA et al., 2011, QUADRI et al., 2015).

Como alternativa a utilização de conservantes químicos sintéticos, o uso de revestimentos comestíveis tem sido amplamente utilizado para a preservação e manutenção da qualidade de produtos alimentares perecíveis como frutos e vegetais inteiros e/ou minimamente processados (ALI et al., 2011). Os revestimentos comestíveis são materiais naturais e biodegradáveis geralmente formulados a partir de polissacarídeos, proteínas e lipídios usados para a conservação de vegetais devido a sua capacidade de mudar a atmosfera, reduzindo os processos fisiológicos como respiração, degradação da parede celular, transpiração e, também, por restringir a ação microbiana, preservando assim a qualidade dos produtos vegetais (ALI et al., 2011, HAN; SCANLON, 2014; KHALIQ et al., 2015; CHEN et al., 2017 , GARDESH et al., 2016).

Além de atuarem no processo de conservação, as formulações de revestimentos têm um grande potencial para atuar como transportadores de vários ingredientes ativos como agentes antimicrobianos, antioxidantes, aditivos de cor e aroma, que por sua vez melhoram o desempenho do material de revestimento (FAI et al., 2016; YOUSUF; SRIVASTAVA, 2017). Nos últimos anos, pesquisas foram realizadas com a aplicação de vários tipos de revestimentos comestíveis formulados a partir de materiais naturais com aplicações biotecnológicas para estender a vida de prateleira de produtos vegetais, com destaque para o uso de microalgas (ONIAS et al., 2016, OLIVEIRA et al., 2018, TEODÓSIO et al., 2018).

Dentre as microalgas, a espécie *Spirulina platensis* destaca-se para o uso em formulações de revestimentos comestíveis, uma vez que, sua biomassa seca possui uma série

de aplicações tecnológicas por ser considerada uma fonte potencial de nutrientes de alto valor, está presente na sua composição, alta concentração de proteína entre 60 e 70%, vitaminas (A, B, B2, B6, B12, E e D), pigmentos (carotenoides, betacaroteno, xantófilo), aminoácidos essenciais, bem como 4 a 7% de lipídios, sendo esses ácidos graxos essenciais, exemplo, ácido linoleico, ácido linolênico, ômega 3 e 6, e ácidos graxos poli-insaturados (PIGNOLET et al., 2013, URSU et al., 2014, GHOSH et al., 2016, FABRO et al., 2016, PENTÓN-ROL et al., 2018). Além de possuir a capacidade de formação de cadeias de estruturas mecânicas que interagem com a superfície do produto recoberto, através da plastificação porosa (MORAES et al., 2015; TORRES et al., 2015; TEULING et al., 2017).

### 3REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABID, M., YAICH, H., CHEIKHROUHOU, S., KHEMAKHEM, I., BOUAZIZ, M., ATTIA, H., AYADI, M.A. Antioxidant properties and phenolic profile characterization by LC-MS/MS of selected Tunisian pomegranate peels. **Journal of Food Science and Technology**, v.54, n.9, 2890–2901, 2017.

AKHTAR, S., ISMAIL, T., FRATERNALE, D., SESTILI, P. Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. **Food Chemistry**, v.174, p.417–425, 2015.

ALCARAZ-MÁRMOL, NUNCIO-JÁUREGUI, N., GARCÍA-SÁNCHEZ, F., MARTÍNEZ-NICOLÁS, J., HERNÁNDEZ, F. Characterization of twenty pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain: Aptitudes for fresh consumption and processing. **Scientia Horticulturae**, v. 219, n.17, p.152-160, 2017.

ALI, A.; MUHAMMAD, M. T. M.; SIJAM, K.; SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, v.124, n.2, p.620–626, 2011.

ARENDSE, E. ; FAWOLE, O.A.; OPARA,U.L. Effects of postharvest storage conditions on phytochemical and radical scavenging activity of pomegranate fruit (cv. Wonderful). **Sci. Hortic**, v. 169, p. 125-129, 2014.

ARTÉS F, GOMEZ PA, ARTÉS-HERNANDEZ F. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: a review. **Stewart Postharvest Rev**, v.2, p.1-13, 2007.

AVIRAM, M.; ROSENBLAT, M. Protection of the pomegranate against cardiovascular diseases Evid Based Complement. Alt. Med. ECAM, 3827, p. 1 – 20, 2012.

BELAY,Z.A.; CALEB,O.J.; OPARA, U.L. Enzyme kinetics modelling approach to evaluate the impact of high CO<sub>2</sub> and super-atmospheric O<sub>2</sub> concentrations on respiration rate of pomegranate arils. **JOURNAL OF FOOD**, v.15, n. 4, p.608–616, 2017.

BHOWMIK, D.; GOPINATH, H.; KUMAR, B.P.; DURAIVEL, S.; ARAVIND, G.; KUMAR, K.P.S. Medicinal uses of *Punica granatum* and its health benefits. **J. Pharmacogn. Phytochem**, v.1, p.28–35, 2013.

CALEB, O.J.; MAHAJAN, P.V.; OPARA, U.L.; WITTHUHN, C.R. Modeling the effect of time and temperature on respiration rate of pomegranate arils (cv Acco and Herskawitz). **Journal Food Science**, v.77, p.80–87, 2012.

CALEB, O.J., OPARA, U.L., MAHAJAN, P.V., MANLEY,M., MOKWENA, L., TREDOUXE, A.G.J. Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-processed pomegranate arils (cvs. ‘Acco’ and ‘Herskawitz’), **Post. Biol. Technol.** V.79, p.54–61, 2013.

CALEB, O.J.; OPARA, U.L.; MAHAJAN, P.V.; MANLEY, M.; MOKWENA, L.; TREDOUX, A.G.J. Efeito de embalagem com atmosfera modificada e temperatura de armazenamento na composição volátil e vida pós-colheita de arilos romã processados minimamente-(CVS. Acco e Herskawitz). **Biol pós-colheita. Technol**, v.79, p. 54-61, 2014.



CEAGESP. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/arquivo/2010>>. Acessado em 20 de maio de 2018

CHEN, L., TENG, H., JIA, Z., BATTINO, M., MIRON, A., YU, Z., XIAO, J. Intracellular signaling pathways of inflammation modulated by dietary flavonoids: The most recent evidence. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2017.1345853>

DEGÁSPARI, C. H.; DUTRA, A. P. C. Propriedades fitoterápicas da romã (*Punica granatum L.*). **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.12, n.1, p. 36-46, 2011.

DÍAZ-MULA, H., SERRANO, M., VALERO, D. Alginate Coatings Preserve Fruit Quality and Bioactive Compounds during Storage of Sweet Cherry Fruit. **Food and Bioprocess Technology**, v.5, n.8, p.1-8, 2011.

DOTTO, G. L.; CADAVAL, T. R. S.; PINTO, L. A. A. Use of *Spirulina platensis* micro and nanoparticles for the removal synthetic dyes from aqueous solutions by biosorption. **Process Biochemistry**, n.47, p. 1335 – 1343, 2012.

ELFALLEH, W.; YING, NASRI, N.; SHENG-HUA.; GUASMI, F.; FERCHICHI, A. Fatty acids from Tunisian and Chinese pomegranate (*Punica granatum L.*) seeds. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Reino Unido, v.62, n. 3, p.200-206, 2011.

ERGUN, M.; ERGUN, N. Maintaining quality of minimally processed pomegranate arils by honey treatments **Br. Food J**, v.111 (2009), p. 396-406, 2009.

FABRO, L. F.; DANESI, E. D. G.; CARDOSO T. Formulações de revestimentos a base de mandioca e subprodutos de mandioca e laranja e *Spirulina platensis*. Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos. In: XXV ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E II ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JUNIOR - EAIC. 2016.

FARIA, A.; CALHAU, C. Pomegranate in human health: An overview. *Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables*. Watson RR, Preedy VR (eds). **Academic Press, Amsterdam**, Netherlands . p.551-563, 2010.

FAWOLE, O.A., MAKUNGA, N.P; OPARA, U.L. Antibacterial, antioxidant and tyrosine-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract. **BMC Complement. Altern. Med.** v.12, p.200– 225, 2012.

FAWOLE, O.A., OPARA U.L. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. **Ind. Crops Prod.** V.47 p. 300-309, 2013.

FERRARA, G; GIANCASPRO, A; MAZZEO, A; GIOVE, S.L; MATARRESE, A.M.S; PACUCCI, C; PUNZI, R; TRANI, A; GAMBACORTA, G; BLANCO, A; GADALETA, A. Characterization of pomegranate (*Punica granatum L.*) genotypes collected in Puglia region, Southeastern Italy. **Scientia Horticulturae** v.178, p.70–78, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.007>

FIGUEIRA, F. S. Produção de pão sem glúten enriquecido com *Spirulina platensis*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

FILHO, Bertoldo Borges. **Variedades de Romã (*Punica Granatum L.*) Comercializadas na CEAGESP**. 2014. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/roma>. Acesso em: 01 Jul. 2018.

FISCHER, U. A.; CARLE, R. R.; KAMMERER, D. R. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum L.*) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD–ESI/MSn. **Food Chemistry**, Barking, v. 127, n. 2, p. 807-821, 2011.

GARDESH, A. S. K.; BADI, F.; HASHEMI, M.; ARDAKANI, A. Y.; MAFTOONAZAD, N.; GORJI, A. M. Effect of nanochitosan based coating on climacteric behavior and postharvest shelf-life extension of apple cv. Golab Kohanz. **LWT-Food Science and Technology**, v.70, p.33–40, 2016.

GHIDELLI C PÉREZ-GAGO MB. Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables. **Crit Rev Food Sci Nutr**. v.58, n.4, p. 662-679, 2018. [http//doi: 10.1080/10408398.2016.1211087](http://doi: 10.1080/10408398.2016.1211087)

GHOSH, A. ; KHANRA,S.; MONDAL,M.; HALDER, G. ; TIWARI, O.N.; SAINI, S.; BHOWMICK, T.K.; GAYEN, K. Progress toward isolation of strains and genetically engineered strains of microalgae for production of biofuel and other value added chemicals: a review. **Energy Convers. Manage**. v.113, p. 104-118, 2016.

HASSAN, N.A., EL-HALWAGI, A.A. SAYED, H.A. Phytochemicals, antioxidant and chemical properties of 32 pomegranate accessions growing in Egypt **WASJ**, v. 16, p. 1065-1073, 2012.

HERNÁNDEZ, F.; LEGUA, P.; MARTÍNEZ, R.; MELGAREJO, P.; MARTÍNEZ, J.J. Characterization of fruit quality of seven accessions of pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivated in Southeast Spain. **Scientia Horticulturae**, v.175 , n.15, p.174-180, 2014.

HAN, J.H.; SCANLON, M.G. Mass transfer of gas and solute through packaging materials. Innovations in **Food Packaging**, second edition. Elsevier, p. 37–49, 2014.

KADER, F.; IRMOULI, M.; NICOLAS, P.; METCHE, M. Involvement of blueberry peroxidase in the mechanisms of anthocyanin degradation in blueberry juice. **Journal of Food Science**, v. 67, p.910- 915, 2006.

KAHRAMANOGLU, I., USANMAZ, S. Pomegranate production and marketing. CRC Press. 2013.

KHALIQ, G.; MOHAMED, M. T. M.; ALI, A.;DING, P.; GHAZALI, H. M. Effect of gum arabic coating combined with calcium chloride on physico-chemical and qualitative properties of mango (*Mangifera indica L.*) fruit during low temperature storage. **Scientia Horticulturae**, v.190, p.187–194, 2015.

KORU, E. Earth Food Srpirlina (*Arthrospira*): Production and Quality Standarts. In: Food Additive.Cap. 11. 2012.

KARIMI, M., SADEGHI, R., KOKINI, J. Pomegranate as a promising opportunity in medicine and nanotechnology. **Trends in Food Science & Technology**, n.69, p.59–73, 2017.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Sao Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, pag. 672, 2006.

MAHAJAN, P.V.; OLIVIERA, F.A.R.; MACEDO, I. Effect of temperature and relative humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms. **Journal of Food Engineering**, v.84, p.281-288, 2008.

MARTÍNEZ, P. MELGAREJO, P. LEGUA, F. GARCIA-SANCHEZ, F.Hernández. Genetic diversity of pomegranate germplasm collection from Spain determined by fruit, seed, leaf and flower characteristics. **Peer J**. v.19,2016.

MARTINEZ, J.J.; MELGAREJO, P.; HERNANDEZ, F.; SALAZAR, D.M.; MARTINEZ, R. Seed characterization of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. **Scientia Horticulturae**, v.110,p. 241–246, 2006.

MIRDEHGHAN S H.; RAHEMI M.; CASTILLO S.; MARTÍNEZ-ROMERO D.; SERRANO M.; VALERO D. Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels. **Postharvest Biol Technol**, v.44, p.26-33, 2007.

MORAIS, M.G.; STILLINGS, C.; DERSCH, R.; RUDISILE, M.; PRANKE, P.; COSTA, J.A.V. , WENDORFF, J. Biofunctionalized Nanofibers Using *Arthrospira* (*Spirulina*) Biomass and Biopolymer. **BioMed Research International**, vol. 2015, art. 967814. <https://dx.doi.org/10.1155/2015/967814>

MOREIRA, I.S.; ROCHA, R. H. C.; PAIVA, E. P.; SILVA, H. S.; SOUSA, F. A. Biometria e componentes físico-químicos de romã armazenada sob refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 209-215, 2015.<http://dx.doi.org/10.1590/198340632015v4532501>

MUNHUWEYI, K.; LENNOX,C.L.; MEITZ-HOPKIN,J.C.; CALEB, J.O.; SIGGE, G.O.; OPARA, U.L. Investigating the effects of crab shell chitosan on fungal mycelial growth and postharvest quality attributes of pomegranate whole fruit and arils. **Scientia Horticulturae**, v.220, p.78-89, 2017.

OLIVEIRA, L. P.; PINHEIRO, R. C.; VIEIRA, M. S.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F.; VALADARES, M. C. Atividade citotóxica e antiangiogênica de *Punica granatum* L., Punicaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 2, pag. 201-207, 2010.

OLIVEIRA, Á.M.F.; ROCHA, R.H.C.; GUEDES, W.A.; DIAS, G.A. ; LIMA, J.F.Use of *Chlorella* sp. for coating ‘tommy atkins’ mango fruits stored under refrigeration. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 565-572, 2018. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p565>

ONIAS, E. A., ROCHA, R. H. C., LIMA, J. F. DE, ONIAS, E. A., FURTUNATO, T. C. S. De. Organic ‘Tommy Atkins’ mango postharvest quality when treated with biofilms enriched by *Spirulina platensis*. **Revista Científica**, v.44, n.3, p.286-293, 2016. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2016v44n3p286-293>

PALMA A.; CONTINELLA, A.; MALFA, S.L.; GENTILE, A.; D'AQUINO, S. Overall quality of ready-to-eat pomegranate arils processed from cold stored fruit. **Post. Biol. Technol**, v.109, p. 1-9, 2015.

PAREEK, S.; VALERO, D.; SERRANO, M. Postharvest biology and technology of pomegranate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, p. 2360–2379. 2015

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A.-J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v.6, p.36–60, 2013.

PENTÓN-ROL, G.; MARÍN-PRIDA, J.; FALCÓN-CAMA, V.C. Phycocyanin and Phycocyanobilin as Remyelination Therapies for Enhancing Recovery in Multiple Sclerosis and Ischemic Stroke: A Preclinical Perspective. **Behavioral Sciences**, vol. 8, n. 15, p. 1-17, 2018. <https://doi.org/10.3390/bs8010015>.

PIGNOLET, O., JUBEAU, S., VACA-GARCIA, C., MICHAUD, P. Highly valuable microalgae: biochemical and topological aspects. **J. Ind. Microbiol. Biotechnol**, V.40, p. 781-796, 2013.

QADRI, O.S., YOUSUF, B., SRIVASTAVA, A.K., YILDIZ, F. Fresh-cut fruits and vegetables: Critical factors influencing microbiology and novel approaches to prevent microbial risks—A review. **Cogent Food e Agriculture**, v.1, p.1-11 2015.

QU, W.; BREKSA, A. P.; PAN, Z.; MA, H.; MCHUGH, T.H. Storage Stability of Sterilized Liquid Extracts from Pomegranate Peel. **Journal of Food Science**, v.77, n. 7, p. 765-772, 2012.

RAHEMI, M.; MIRDEHGHAN, S.H.M. Effects of hot water treatment on reducing chilling injury of pomegranate (*Punica granatum*) fruit during storage. **Acta Horti**, v.682, p. 887-892, 2005.

SHWARTZ, E.; GLAZER, I.; BAR-YA'AKOV, I.; MATITYAHU, I.; BAR-ILAN, I.; HOLLAND, D.; AMIR, R. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. **Food Chemistry**. Oxford, v. 115, n. 3, pag. 965–973. 2009.

STOVER, E.; MERCURE, E.W. The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. **HortScience**, v.42, 2007.

SILVA, I.M.B.R. **Biometria e qualidade da romã orgânica durante o armazenamento**. 2013.36f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal PB. 2013.

SILVA, I. M. B. R.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, H. S.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. A.; PAIVA, E. P. Quality and post-harvest life organic pomegranate 'Molar' produced in Paraíba semiarid. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2555-2564. 2015.

SUZUKI. Avaliação fenológica, análise econômica e estudo da cadeia produtiva da romã (*Punica granatum*). 2016, 115p. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu-SP, 2016.

TEODOSIO, A. E. M. M.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; ONIAS, E. A.; FERREIRA, A. P. N.; SANTOS, B. G. F. L.; RODRIGUES, M. H. B. S.; OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, A. M. F.; MEDEIROS, M. L. S.; SILVA, K. G. Effect of the Biodegradable Coatings the Base on Microalgae and Oil of the Seed of the Pomegranate in the Conservation Powder-Crop of the Papaya 'Golden'. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 10, 2018b.

TEULING, E.; WIERENGA, P.A.; SCHRAMA, J.W., GRUPPEN, H. Comparison of Protein Extracts from Various Unicellular Green Sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 65, n. 36, p. 7989-8002, 2017. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b01788>

TORRES, S.; NAVIA, R.; MURDY, R.C.; COOKE, P.; MISRA, M.; MOHANTY, M. Green Composites from Residual Microalgae Biomass and Poly (butylene adipate-co-terephthalate): Processing and Plasticization. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.3, n. 4, p. 614-624, 2015. <https://doi.org/10.1021/sc500753h>

URSU, A.V.; MARCATI, A.; SAYD, T.; SANTE-LHOUELIER, V.; DJELVEH, G.; MICHAUD, P. Extraction, fractionation and functional properties of proteins from the microalgae *Chlorella vulgaris*. **Bioresour. Technol.** v.157, p. 134-139, 2014.

YOUSUF, B., SRIVASTAVA, A. K. Flaxseed gum in combination with lemongrass essential oil as an effective edible coating for ready-to-eat pomegranate arils. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.104, p.1030-1038, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.025>

ZAOUAY, F.; MENA, P.; GARCIA-VIGUERA, C.; MARS, M. Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Industrial Crops and Products**, v.40, p.81-89, 2012.

## **CAPÍTULO I**

### **CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE ROMÃZEIRA PRODUZIDOS EM TABULEIRO DE RUSSAS, CE**

## CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE ROMÃZEIRA PRODUZIDOS EM TABULEIRO DE RUSSAS, CE

### RESUMO

A Romã (*Punica granatum* L.) é um dos frutos mais antigos, caracterizados por apresentar grande variabilidade de genótipos que diferem entre si em suas propriedades físicas, químicas e bioquímicas. Estudar estas características permite avaliar a variabilidade destes genótipos, de modo a identificar aqueles com características adequadas para serem usados em pomares comerciais. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a variabilidade em termos de propriedades físico-químicas de três genótipos de romãzeira (CV8, CV12 e CVW) cultivados no semiárido, a fim de obter maior conhecimento sobre o potencial desses frutos. A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG-CCTA). Os frutos utilizados foram obtidos de um pomar experimental, localizado em Tabuleiro de Russas, CE e transportados para o laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, onde os mesmos foram selecionados, lavados e sanitizados. Utilizou-se uma amostragem de 18 frutos de cada genótipo para realização da caracterização dos mesmos quanto aos aspectos físico-químicos de qualidade. Foi realizada uma análise descritiva dos resultados, obtendo-se a média e o desvio padrão. Os genótipos CV8 e CVW apresentaram maior potencial de cor da casca e do arilo, quando comparados com o CV12, quanto à aparência externa e interna os genótipos atenderam a qualidade para comercialização da romã in natura. O rendimento de suco foi maior nos genótipos CVW 28,29% e CV8 26,94%, sendo que estes também apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis CVW 13,24% e CV8 12,91%. Quanto à acidez titulável, os três genótipos apresentaram teores inferiores a 1% de ácido cítrico, porém com maior valor para o genótipo CVW 0,94% de ácido cítrico. O ácido ascórbico e os compostos fenólicos foram maiores nos genótipos CV8 e CV12. O genótipo de romãzeira CV12, produzido no Tabuleiro de Russas, CE reuniu as melhores características físico-químicas que atendem ao padrão de qualidade para a comercialização dos frutos na forma in natura.

Palavras-chaves: *Punica granatum*.L, qualidade, caracterização físico-química, genótipos.

## CHARACTERIZATION OF FRUITS OF ROMÍZEIRA GENOTYPES PRODUCED IN RUSSAS TABLET, CE

### ABSTRACT

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is one of the oldest fruits, characterized by great variability of genotypes that differ in their physical, chemical and biochemical properties. Studying these characteristics allows to evaluate the variability of these genotypes, in order to identify those with characteristics suitable to be used in commercial orchards. In this sense, the objective of this work was to evaluate the variability in terms of physicochemical properties of three genotypes of pomegranate (CV8, CV12 and CVW) cultivated in the semiarid region, in order to obtain more knowledge about the potential of these fruits. The research was developed at the Federal University of Campina Grande (UFCG-CCTA). The fruits were obtained from an experimental orchard, located in Tabuleiro de Russas, CE and transported to the Post Harvest Technology Laboratory of Fruits and Vegetables, where they were selected, washed and sanitized. A sample of 18 fruits of each genotype was used to carry out the characterization of the same ones regarding the physical-chemical aspects of quality. A descriptive analysis of the results was performed, obtaining the mean and the standard deviation. The CV8 and CVW genotypes presented higher color potential of the bark and aril when compared to the CV12, regarding the external and internal appearance the genotypes met the quality for the commercialization of the pomegranate in natura. The yield of juice was higher in the CVW 28.29% and CV8 26.94% genotypes, which also had the highest soluble solids contents CVW 13.24% and CV8 12.91%. Regarding the titratable acidity, the three genotypes had levels lower than 1% of citric acid, but with a higher value for the CVW genotype 0.94% of citric acid. Ascorbic acid and phenolic compounds were higher in CV8 and CV12 genotypes. The genotype of pomegranate CV12, produced in Tablasiro de Russas, CE, brought together the best physico-chemical characteristics that meet the quality standard for the commercialization of fruits in natura form.

Keywords: *Punica granatum*.L, quality, physicochemical characterization, genotypes



## 1 INTRODUÇÃO

A romã (*Punica granatum L.*) é um fruto comercial economicamente importante, cultivado na bacia do Mediterrâneo, no sul da Ásia, na Índia e nas Américas do norte e do sul. Caracterizada por apresentar uma grande variabilidade em termos de genótipos com características distintas entre si (FERRARA et al., 2014). Existe mais de 500 cultivares de romã identificadas, no entanto, pode existir uma sinonímia entre as cultivares mais antigas e as descobertas recentemente, em que o mesmo genótipo pode ser conhecido por diferentes nomes de acordo com a região (STOVER; MERCURE, 2007).

Recentemente houve um maior interesse por parte de produtores e consumidores da romã em todo mundo. No Brasil, o cultivo deste fruto constitui-se, atualmente em uma perspectiva promissora de expansão, especialmente para as condições do semiárido nordestino, que apesar de ainda ocupar um nicho de produção e de mercado restrito, tem potencial como alternativa economicamente relevante na fruticultura desta região (ATAÍDE et al., 2018).

Nesse sentido, tem exigido o desenvolvimento de pesquisas sobre as características morfológicas, físico-químicas e bioquímicas de diferentes genótipos, com o intuito de avaliar a variabilidade dos mesmos e selecionar novas cultivares com características promissoras para serem usados em pomares comerciais, assim como decidir sua adequação para consumo in natura, industrialização ou exportação (FERRARA et al., 2014; ALCARAZ – MÁRMOL et al., 2017).

Estudos foram desenvolvidos com base nas características físico-químicas, bioquímicas e agronômicas do fruto e revelaram variabilidade entre as cultivares estudadas, mostrando que “Hicaznar” é a cultivar mais popular em diferentes regiões da Turquia e tem propriedades muito atraentes para os consumidores (CALISKAN; BAYAZIT, 2013). “Wonderful” é a cultivar mais popular nos EUA e é considerada uma das romãs com coloração da casca e arilo mais atraentes, apresentando elevado rendimento de suco, com sabor agradável. “Mollar de Elche” é cultivada na Espanha com alto rendimento, excelente qualidade interna do fruto, tamanho grande, longo período de colheita e grande aceitação do consumidor (COSTA; MELGAREJO, 2000, STOVER; MERCURE, 2007, CALISKAN; BAYAZI, 2013).

As características físicas dos frutos, principalmente em relação à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, além das características físico-químicas relacionadas ao sabor, textura, teor de suco, acidez, adstringência e valor nutritivo, são atributos de qualidade

exigidos para a comercialização e utilização dos frutos na elaboração de produtos industrializados, constituindo parâmetros primordiais avaliados pelos consumidores, para definir padrões de qualidade para a comercialização (STOVER; MERCURE, 2007, FERRARA et al., 2014).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar genótipos de romãzeira com potencial para comercialização na forma in natura, através das características físicas, físico-químicas dos frutos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de cultivo dos genótipos

O Pomar está localizado no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas, no município de Russas, CE. Suas coordenadas geográficas são: latitude Sul 5° 37' 20", longitude Oeste 38° 07' 08" e altitude de 81,5 m acima do nível do mar . O clima, segundo a classificação de Koppen é do tipo Bsh, ou seja, seco, muito quente, com volume de precipitações da ordem de 824 mm, distribuídos irregularmente ao longo do ano (inverno úmido). O trimestre mais chuvoso do ano fica compreendido entre os meses de fevereiro a abril, onde ocorrem em média, cerca de 50% das precipitações anuais, enquanto que, o período menos chuvoso situa-se no trimestre setembro-novembro, com 1% do total anual. A umidade relativa média anual é pouco superior a 60%, com máximas no trimestre março-maio e mínimas em setembro. Os solos são do tipo podzólicos vermelho-amarelo, areia quartzosas e litólicos de substratos gnáissicos. Os sistemas de irrigação utilizados são por micro-aspersão e por gotejamento (DNOCS, 2018).

### 2.2 Aquisição e seleção dos frutos

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), no laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças. Os genótipos de romãzeira (CV8, CV12 e CVW) foram adquiridos de pomar experimental localizado no Tabuleiro de Russas, CE, distante 292,8 km da cidade de Pombal. A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã e os frutos foram colhidos no estádio de maturação comercial, estabelecendo-se o ponto de colheita de acordo a coloração e tamanho do fruto. Após a colheita, os mesmos foram acondicionados em caixas de papelão (640x480 cm) devidamente revestidas internamente a fim de minimizar danos físicos e transportados para o laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB.

No laboratório foi realizada a seleção quanto à uniformidade de tamanho, cor e ausência de defeitos, descartando-se os frutos rachados ou doentes, no entanto, alguns frutos apresentaram incidência de manchas por ocasião da colheita. Em seguida, foi realizada a lavagem com solução de detergente neutro a 1% e, após enxágue, sanitização com solução de hipoclorito de sódio 100ppm de cloro. Após secagem ao ar livre foi selecionada uma amostragem de 18 frutos de cada genótipo para realização da caracterização dos mesmos.

## **2.3 Avaliação dos frutos**

Após a colheita os frutos foram avaliados quanto às características visuais e físicas e, em seguida, foram partidos para a separação das cascas e dos arilos, os quais foram prensados manualmente em sacos de polietileno para obtenção do suco para as análises físico-químicas, e conseqüentemente a separação das sementes.

### **2.3.1 Análises físicas**

#### **2.3.1.1 Cor da casca e do arilo**

A cor da casca e do arilo foi realizada fazendo-se uso do sistema  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , feito por reflectometria, utilizando-se um reflectômetro marca Konica Minolta, modelo Chroma meter CR-400. Foram avaliados três parâmetros de cor luminosidade ( $L^*$ ), que varia da cor preta (0) à branca (100);  $a^*$ , que varia da cor verde (-60) à vermelha (+60) e  $b^*$ , que varia da cor azul (-60) à amarela (+60). A partir dos valores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , calcularam-se o ângulo Hue ( $^{\circ}h^*$ ), que indica a tonalidade da cor e o índice de saturação croma ( $C^*$ ) que representa a cor real do material analisado. Para calcular o ângulo Hue foi usada as seguintes fórmulas, que equivale ao [arco tangente;  $^{\circ}h^* = \arctang(a^*/b^*) (-1) + 90$ ), para  $a^*$  negativo e  $^{\circ}h^* = 90 - \arctang(a^*/b^*)$ , para  $a^*$  positivo], e para calcular o croma foi usada a fórmula  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ , conforme (PINHEIRO, 2009);

#### **2.3.1.2 Aparência externa e interna**

A análise da aparência externa e interna foi realizada através da média dos resultados de três avaliadores treinados, considerando-se escalas subjetivas de notas variando de 5 a 0, quantificadas por porcentagens de defeitos conforme estabelecido por Silva (2013).

Quadro 1. Escala subjetiva (notas de 5 a 0) para avaliações da aparência externa e interna nos genótipos de Romãzeira

<b>Nota</b>	<b>Aparência externa</b>	<b>Aparência interna</b>
5 (menos de 1% do fruto afetado)	Ausência de depressões, manchas ou ataque de microrganismos	Ausência de sementes soltas.
4 (1 a 10% do fruto afetado)	Traços de murcha e/ou manchas	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo.
3 (11 a 30% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas leves	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, traços de microrganismos.
2 (31 a 50% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas com média intensidade	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, presença de microrganismos.
1 (51 a 60% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas com intensidade severa ou ataque de microrganismo	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, intensidade severa de microrganismos.
0 (mais de 61% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas com intensidade muito severa ou ataque generalizado de microrganismo	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, ataque generalizado de microrganismos.

(SILVA, 2013).

### 2.3.1.3 Rendimento de suco (%)

O rendimento de suco foi determinado através da relação entre o volume de suco e o volume do fruto quantificado individualmente em proveta volumétrica e os resultados foram expressos em porcentagem.

#### **2.3.1.4 Rendimento de casca (%)**

O rendimento da casca foi determinado através da relação entre a massa das cascas e a massa fresca do fruto quantificadas individualmente para cada fruto e os resultados foram expressos em porcentagem.

#### **2.3.1.5 Rendimento de sementes (%)**

O rendimento de sementes foi determinado através da relação entre a massa das sementes e a massa fresca do fruto quantificada individualmente para cada fruto e os resultados expressos em porcentagem.

### **2.3.2 Análises físico-químicas**

#### **2.3.2.1 pH**

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado utilizando pHmetro digital de bancada com eletrodo de vidro (Marca Digimed DM-22), previamente calibrado com as soluções tampão 4,0 e 7,0, seguindo o método 017/IV do Manual de Métodos Físico-Químico para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### **2.3.2.2 Sólidos solúveis - SS (%)**

Foi determinado diretamente no suco homogeneizado, através de leitura em refratômetro digital (marca Digital Refractometer), segundo a recomendação proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2006);

#### **2.3.2.3 Acidez titulável – AT (% de ácido cítrico/100mL de suco)**

A acidez titulável foi determinada por titulometria, utilizando-se de 1,0 mL de suco homogeneizado e diluído em 50 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N, padronizada com biftalato de potássio na presença do indicador fenolftaleína 1% até o surgimento da coloração rósea persistente, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico, 016/IV do IAL (2008);

#### **2.3.2.4 Relação Sólidos solúveis e Acidez titulável (SS/AT)**

A relação (SS/AT) foi obtida pela relação entre o teor de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT), método 316/IV do IAL (2008).

### **2.3.2.5 Ácido ascórbico (mg.100mL<sup>-1</sup> de ácido ascórbico)**

A vitamina C foi determinada segundo AOAC (2006), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), utilizando 1,0 mL do suco diluído em 49,0 mL de ácido oxálico 0,5% (AOAC, 2006);

### **2.3.2.6 Compostos fenólicos totais (mg.100mL<sup>-1</sup>)**

Os compostos fenólicos totais foram determinados a partir do método descrito por Waterhouse (2006). Os extratos foram preparados a partir da diluição de 0,1 mL do suco de romã em 100 mL de água destilada, sendo deixados em repouso por 1h. Uma alíquota de 2,125µL do extrato foi transferida para um tubo e adicionada 125 µL do reagente Folin ciocalteau. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e, logo após, foram adicionados 250 µL de carbonato de sódio a 20 %, seguindo-se agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico, e as leituras realizadas em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg.100mL<sup>-1</sup>;

### **2.3.2 Análise e apresentação dos dados**

Foi realizada uma análise descritiva dos resultados, obtendo-se a média e o desvio padrão (DP), os quais foram expressos em gráficos de barra, elaborado com o programa Microsoft Excel 2010.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à luminosidade ( $L^*$ ) da casca os maiores valores foram observados nos frutos dos genótipos CVW e CV8, com média de 55,89 e 51,79, respectivamente, o que significa frutos mais brilhosos. Os frutos do genótipo CV12 caracterizaram-se por apresentar valor para a luminosidade inferior aos demais genótipos, com média de 41,68, sendo frutos mais opacos (Figura 1A). No que se refere ao comportamento do ângulo de cor ( $^{\circ}h^*$ ) da casca, os maiores valores foram observados nos frutos dos genótipos CV12 e CV8 com médias de 37,39 e 35,39, nessa ordem, correspondendo a coloração da casca vermelho alaranjado. Os frutos do genótipo CVW apresentaram os menores valores para o ângulo de cor, com média de 22,41, o que corresponde a frutos com casca vermelho mais escuro (Figura 1B). Quanto à saturação da cor ( $*C$ ), os frutos dos genótipos CV8 e CVW apresentaram maior intensidade de cor da casca, com médias de 47,16 e 42,57 e os frutos do genótipo CV12 apresentaram pigmentação de casca menos saturada (Figura 1C). Resultados semelhantes ao encontrado nesse estudo para CV8 e CVW foram reportados para cultivares de romãs espanholas e italianas (ALCARAZ-MÁRMOL et al., 2017, FERRARA et al., 2014).

Assim como na casca, a luminosidade do arilo foi maior para os frutos dos genótipos CV8 e CVW com médias de 43,98 e 39,91 e menor nos frutos do genótipo CV12 (Figura 1D). Quanto ao ângulo de cor  $*h^{\circ}$  os frutos dos genótipos CV8 e CVW apresentaram arilos de coloração mais avermelhada, com médias de 24,37 e 25,89 e os frutos do genótipo CV12 com média de 34,09 apresentaram arilos vermelhos alaranjados (Figura 1E). A intensidade da cor do arilo, expressa pela cromaticidade foi maior nos frutos do genótipo CVW 55,89 e CV8 51,79, comportamento semelhante foi observado por Beaulieu et al. (2015) para coloração do arilo de cultivares de romãs californianas (Haku, Nusa). O genótipo CV12 apresentou menor valor para essa característica, com média de 41,68 (Figura 1F). Com os resultados de menores valores para o ângulo hue e para a cromaticidade, destaca-se coloração da casca e do arilo vermelho mais intenso nos frutos dos genótipos CV8 e CVW quando comparados com os do genótipo CV12. Esse resultado está de acordo com o estudo realizado com romãs de origem italiana e israelenses (FERRARA et al., 2014).



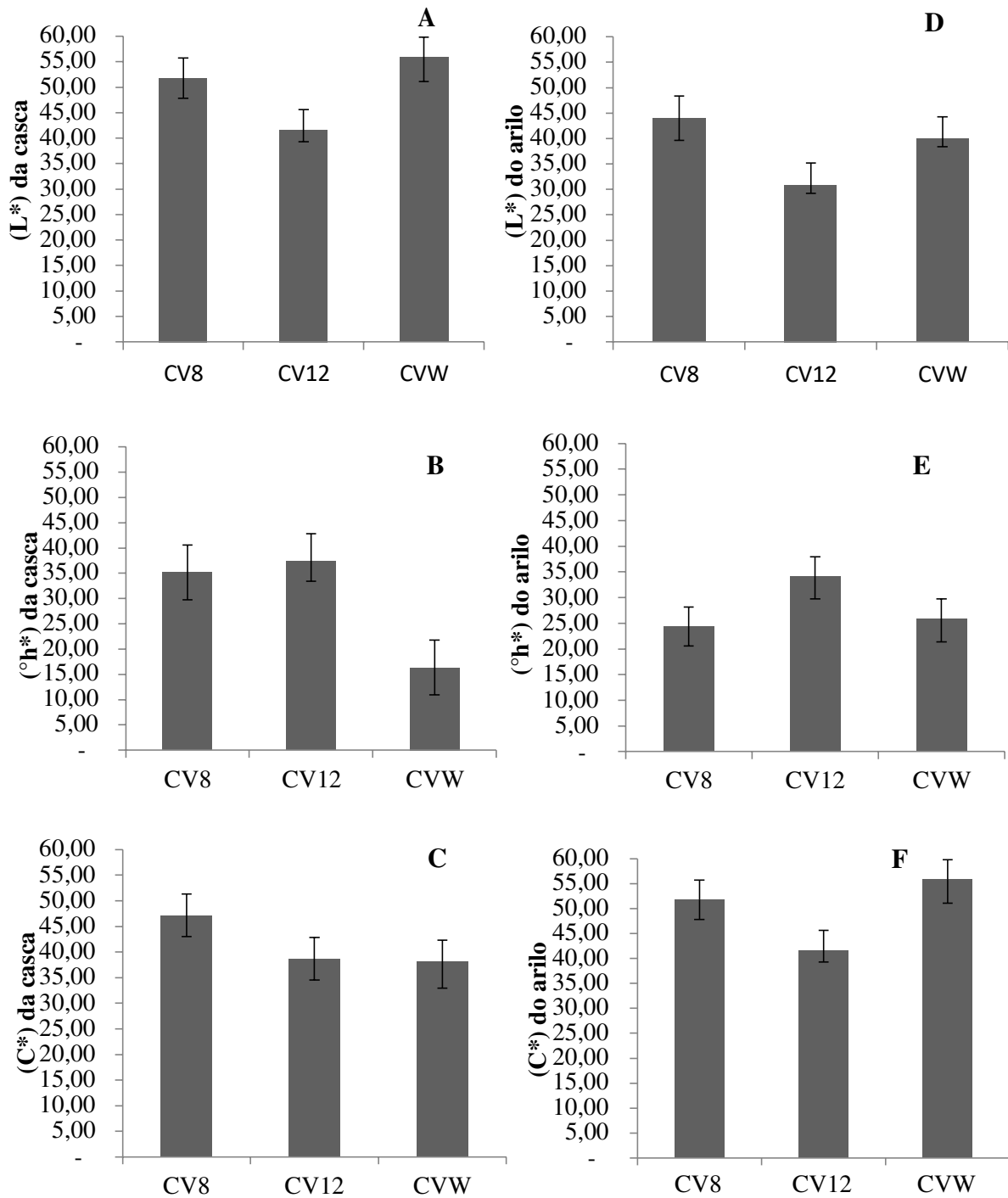


Figura 1 Luminosidade (L\*), Ângulo hue ( $^{\circ}h^*$ ) e Cromaticidade (C\*) da casca e do arilo de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18.

Em relação à aparência externa dos frutos, os três genótipos apresentaram traços de manchas, sendo estas apresentadas em menor proporção nos frutos do genótipo CV8, com médias de notas iguais a 4,5; já os frutos dos genótipos CV12 e CVW obtiveram médias de notas igual 4,0, o que representa 1 a 10% do fruto afetado com manchas, entretanto, os genótipos caracterizados não apresentaram incidência de murcha (Figura 2A). Na aparência

interna a qualidade dos frutos foi satisfatória, os três genótipos obtiveram média de notas iguais a 5,00, o que corresponde a um fruto internamente íntegro e sem alterações na coloração, ausência de sementes soltas e/ou presença de microrganismos (Figura 2B). A aparência dos frutos foi semelhante à da romã 'Molar' produzida em sistema orgânico no semiárido paraibano, atendendo a qualidade para comercialização da romã in natura (SILVA et al., 2015; MOREIRA et al., 2015).

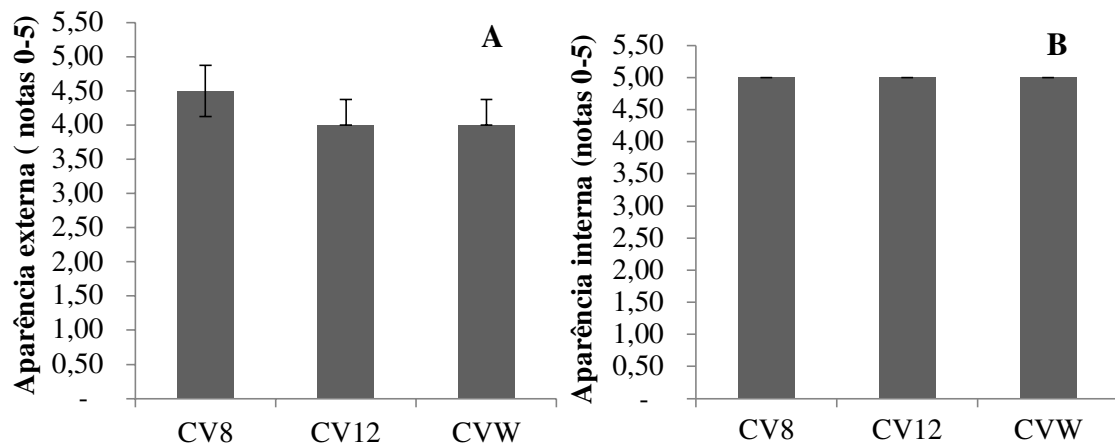


Figura 2 Aparência externa e interna de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18.

Para o rendimento de suco verificou-se pequenas variações entre os genótipos, no entanto, os frutos do CVW apresentaram maiores percentagens, correspondendo a 28,29 %, enquanto que, os frutos dos genótipos CV8 e CV12 tiveram rendimentos inferiores 26,94 e 26,78 %, respectivamente (Figura 3A). Em relação ao rendimento de cascas, os três genótipos apresentaram rendimentos muito próximos, representando 51,24% para o genótipo CVW, enquanto que, os frutos dos genótipos CV12 e CV8 apresentaram 50,26 e 49,21 % de cascas, respectivamente (Figura 3B). Assim como também ocorreu para o rendimento de sementes, que foi de 15,89 % e 15,45 %, para os genótipos CVW e CV8, respectivamente e 14,91% de sementes para o CV12 (Figura 3C). Embora com pequenas diferenças, é possível perceber que os genótipos com maiores percentagens de sementes por fruto, resultaram em maior rendimento de suco, esse é um aspecto a ser considerado para a indústria de suco e também para a comercialização na forma in natura. Cultivares com maior rendimento de sementes também pode apresentar elevado potencial para a indústria, uma vez que, as sementes contém vários compostos como proteínas e lipídios, e destas também podem ser extraído o óleo de romã que é particularmente rico em ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), incluindo

isômeros do ácido linolênico conjugado (CLnA) ( KÝRALAN et al., 2009), assim como os genótipos com maior rendimento de cascas, já que essa parte do fruto atualmente vem se tornando atraente devido ao interesse na busca de fitoquímicos benéficos nelas presentes e utiliza-los na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, gerando assim, benefícios econômicos (SINGH et al., 2017).

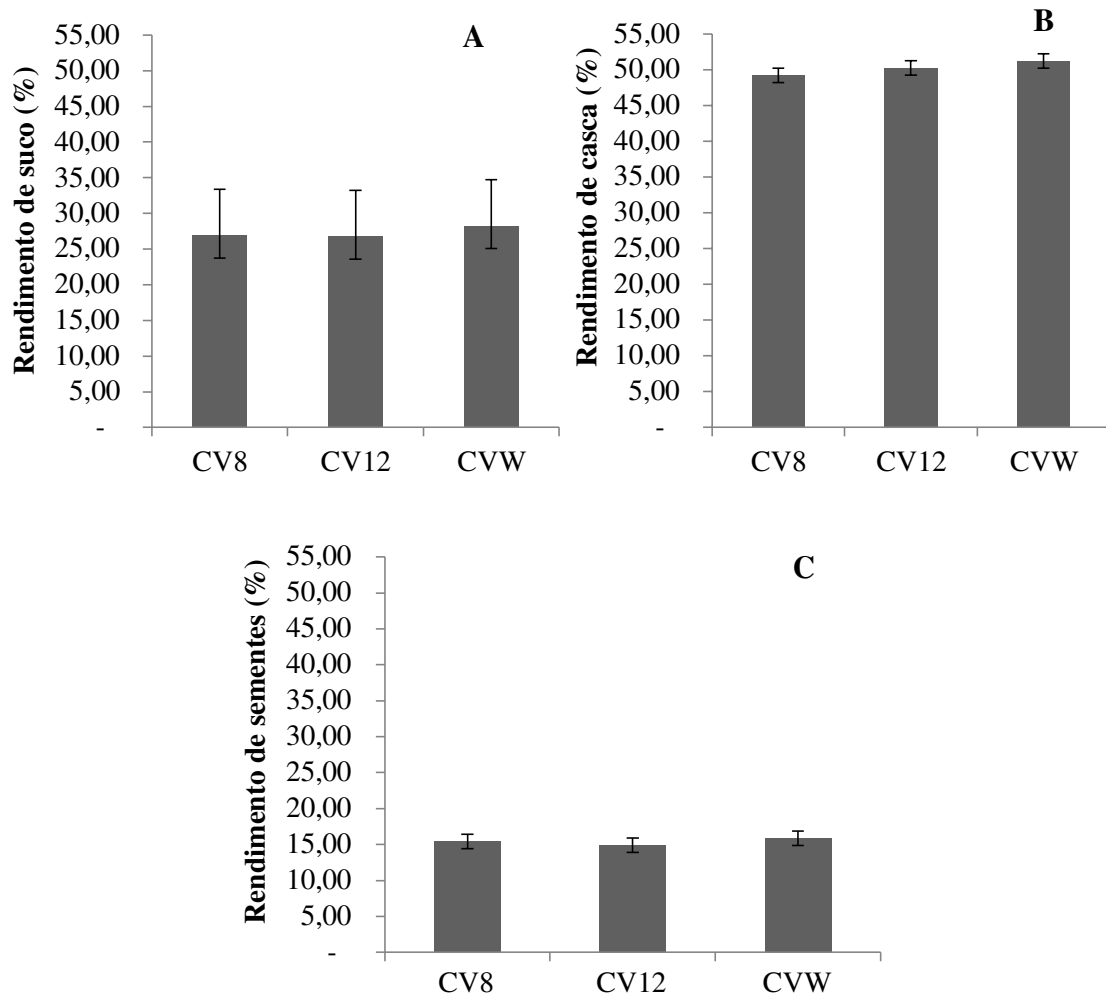


Figura 3 Rendimento de suco (A), rendimento de casca (B) e rendimento de sementes (C) genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18.

De modo geral, os valores de pH foram semelhantes entre os genótipos, com médias de 2,85 para frutos do CV12 e de 2,70 para os frutos dos genótipos CV8 e CVW, estando esses valores de acordo com os de Silva et al. (2015) para a romã Molar e aos reportados por Alcaraz-Mármol et al. (2017) para cultivares de romã italianas (2,93) e israelenses (3,59) (Figura 4A). Os três genótipos de romãzeira apresentaram teores de sólidos solúveis muito próximos, com médias de 13,24% para o CVW, 12,91% para o CV8 e de 12,72% para o

CV12 (Figura 4B). Os sólidos solúveis dos genótipos foram semelhantes aos reportados para a romã Molar cultivadas no semiárido Paraibano 13,80% e Pernambucanos 13,85% (Silva et al., 2015, Oliveira, 2018) e menores que os reportados para as romãs italianas e californianas, 15,7%, 15,7-16,40%, respectivamente (FERRARA et al., 2014, BEAULIEU et al., 2015). Variações nos sólidos solúveis podem ser atribuídas a diferenças entre os genótipos, mas também às condições ambientais e aos períodos de colheita (KHADIVI-KHUB et al., 2015).

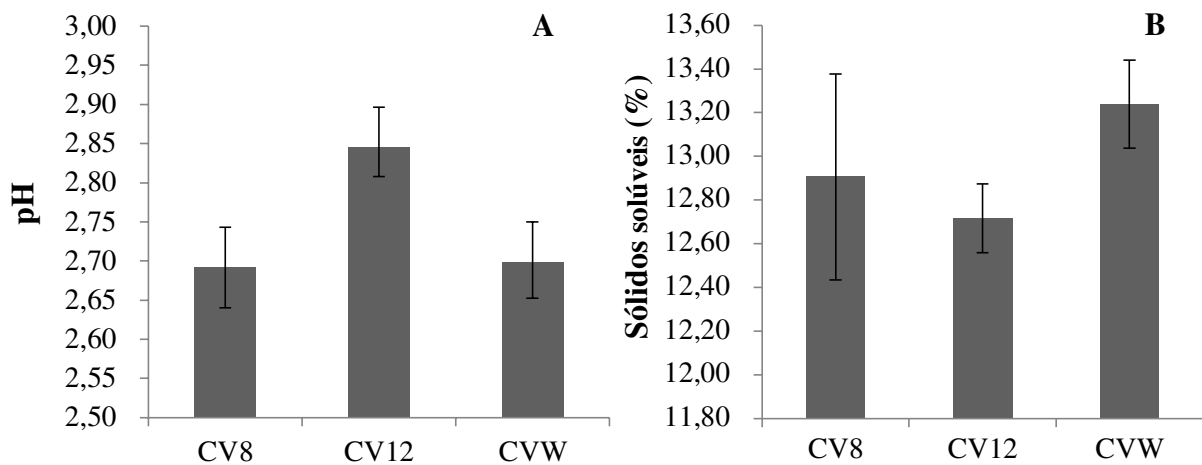


Figura 4: pH (A), Sólidos solúveis (B) de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18.

Os frutos dos genótipos CV8 e CV12 foram caracterizados por apresentarem menor acidez titulável com médias de 0,57 e 0,47 % de ácido cítrico, respectivamente, quando comparados com os do genótipo CVW que apresentaram valores mais elevados 0,94 % de ácido cítrico (Figura 5A). Os genótipos apresentaram acidez maior que algumas cultivares Californianas Fleischman, Nusai e Sin Pepe 0,22, 0,24 e 0,24% de ácido cítrico, respectivamente (ALCARAZ-MÁRMOL et al., 2017). Em frutos de romã a composição de ácidos orgânicos difere com a variedade. Algumas produzem frutos com elevada acidez (acima de 2%) e são consideradas romãs ácidas, com acidez variando de (1 a 2%), que são variedades agridoces, e variedades que produzem frutos com baixa acidez, inferior a 1%, consideradas romãs doces (ONUR; KASKA, 1985, SERRANO, 2012, ALCARAZ-MÁRMOL et al., 2017). Deste modo, conforme os resultados de acidez registrados neste estudo, os três genótipos produzidos em Tabuleiro de Russas, CE classificam-se no grupo de variedades doces, com acidez abaixo de 1%, possuindo qualidade satisfatória, quanto à acidez, para o consumo dos arilos no fruto in natura, comportamento também observado para a variedade Molar, produzida no semiárido Paraibano (QUIROZ, 2009; SILVA et al., 2015).

A relação SS/AT foi maior no genótipo CV12, com média de 27,06, justificado pela menor acidez observada nesse genótipo, seguido de CV8 22,64 e CVW 14,08. No geral a relação SS/AT dos genótipos foi maior que as de romã cultivadas na Califórnia Selavatski (12,89), Myaggkosemyannyi e Ovadam (12,47) (ALCARAZ-MÁRMOL et al., 2017). A relação (SS/AT) é frequentemente usada como ferramenta para avaliar o sabor da romã, essa variável expressa o equilíbrio entre a doçura e a acidez no fruto, ou seja, quanto maior o seu valor, melhor o grau de doçura no fruto (DIAS et al., 2011; RAMOS et al., 2011). Nesse sentido, os genótipos CV12 e CV8 caracterizaram-se por apresentarem frutos com sabor mais agradável ao paladar, quando comparados ao genótipo CVW (Figura 5B).

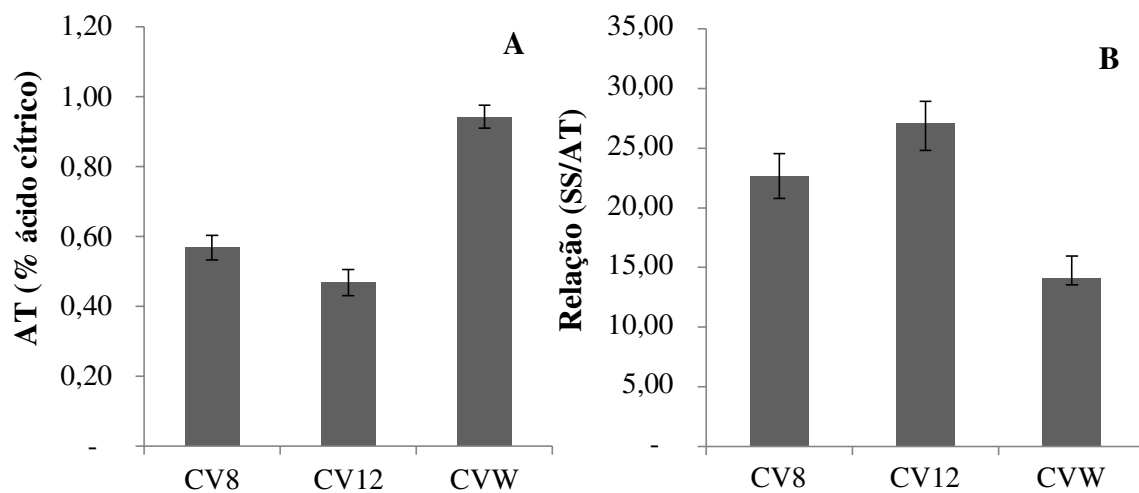


Figura 5. Acidez titulável e Relação SS/AT (A) de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18.

Os frutos dos genótipos CV8 e CV12 apresentaram conteúdos mais elevados de ácido ascórbico com médias de 22,89 e 20,61 mg.100mL<sup>-1</sup>, já o genótipo CVW apresentaram os frutos com os menores conteúdos 14,67 mg.100mL<sup>-1</sup> (Figura 6A). Estando esses teores de acordo com os encontrados por Sayyari et al. (2010), que relataram variações entre 10 e 36 mg.100<sup>-1</sup> g de ácido ascórbico no suco da romã e maiores que os observados por Silva et al. (2015) para a romã ‘Molar’. Segundo Tehranifar et al. (2010) o teor de vitamina C em romã pode variar de 10 a 36mg.100g<sup>-1</sup>, sendo os genótipos de romã aqui caracterizados ricos em vitamina C, característica de relevância para o consumo do fruto *in natura* (TEHRANIFAR et al., 2010).

Os genótipos com os maiores valores para compostos fenólicos foram CV12 269,69 mg.100mL<sup>-1</sup> e CV8 168,23 mg.100mL<sup>-1</sup>, enquanto que, nos frutos do genótipo CVW foi menor, 133,68 mg.100mL<sup>-1</sup> (Figura 6B). Segundo Alcaraz-Mármol et al. (2017) os compostos

fenólicos afetam a qualidade dos frutos, por serem responsáveis pelas principais características organolépticas dos mesmos, especialmente as propriedades de cor e adstringência. As concentrações de compostos fenólicos relatadas na literatura mostram que os teores em frutos de romã são variados, uma vez que, são dependentes de fatores como tipo de cultivar, condições climáticas, maturação e parte do fruto (MENA et al., 2011, LI et al., 2015). Os valores para compostos fenólicos dos genótipos estão dentro da faixa observada por Tehranifar et al. (2010) que relatam variações de 295,79 a 985,37 mg.100g<sup>-1</sup> para frutos de romã. Assim os genótipos aqui estudados podem ser caracterizados como uma boa fonte de compostos fenólicos, com valores semelhantes aos reportados por Oliveira (2018) para a romã ‘Molar’ produzida no seminário pernambucano 271,01 mg.100mL<sup>-1</sup>.

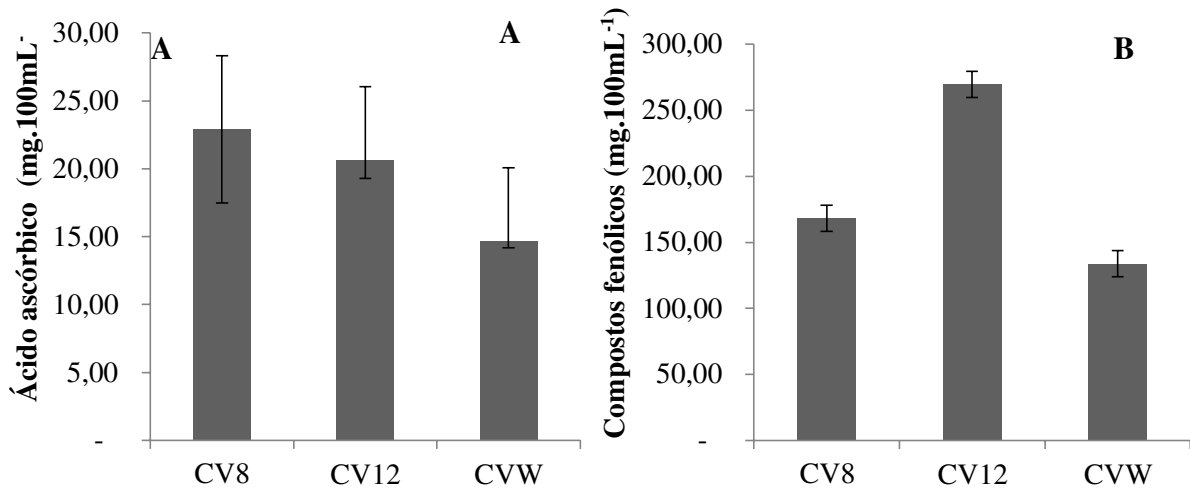


Figura 6. Ácido ascórbico (A) e compostos fenólicos (B) de genótipos de romãzeira produzidos em Tabuleiro de Russas, CE, n=18.

## 4 CONCLUSÕES

As características físico-químicas permitem a discriminação entre os genótipos de romãzeira estudados, de acordo com a coloração da casca e do arilo, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, conteúdos de ácido ascórbico e compostos fenólicos.

Dentre os genótipos caracterizados, o CV12 reuniu as melhores características de qualidade físico-químicas com potencial para a comercialização dos frutos na forma in natura.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARAZ-MÁRMOL, N.; NUNCIO-JÁUREGUI, N.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; MARTÍNEZ-NICOLÁS, J.; HERNÁNDEZ, F. Characterization of twenty pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain: Aptitudes for fresh consumption and processing. **Scientia Horticulturae**, v. 219, n.17, p.152-160, 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2006.

ATAÍDE, E. M., SILVA, M. S. DE. BASTOS, D. C. , SOUZA, J.M.A. Qualidade pós-colheita de romã comercializada no semiárido pernambucano. **Agrarian Academy**, v.5, n.9; p. 429-436, 2018.

BEAULIEU, J.C.; LLOYD, S.W.; PREECE, J.E.; MOERSFELDERA, J.W.; STEIN-CHISHOLM, R.E.; OBANDO-ULLOA, J.M. Physicochemical properties and aroma volatile profiles in a diverse collection of California-grown pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm. **Food Chemistry**, v.181, n.15, p.354-364, 2015.

CALISKAN, O.; BAYAZIT, S. Morpho-pomological and chemical diversity of pomegranate accessions grown in Eastern mediterranean region of Turkey. **J. Agric. Sci. Technol.** V.15, p.1449–1460, 2013.

COSTA, Y.; MELGAREJO, P. A study of the production costs of two pomegranate varieties grown in poor quality soils. **CIHEAM - Option méditerranéennes**, A.42, p.49-53, 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS. Perímetro Irrigado Tabuleiro de Russas. 2018. Disponível em: <[http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros\\_irriados/ce/tabuleiro\\_de\\_russas.html](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irriados/ce/tabuleiro_de_russas.html)>. Acessado em 17 de junho de 2018.

DIAS, T. C.; MOTA, W. F.; OTONI, B. S.; MIZOBUTSI, G. P.; SANTOS, M. G. P. Post-harvest conservation of formosa papaya with pvc film and refrigeration. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.666-670, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000200040>

FERRARA, G; GIANCASPRO, A; MAZZEO, A; GIOVE, S.L; MATARRESE, A.M.S; PACUCCI, C; PUNZI, R; TRANI, A; GAMBACORTA, G; BLANCO, A; GADALETA, A. Characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes collected in Puglia region, Southeastern Italy. **Scientia Horticulturae**, v.178, p.70–78, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.007>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008. Disponível em: < <http://www.ial.sp.gov.br>> Acesso em 17 junho 2018.



KYRALAN, M.; GOLUKCU, M.; TOKGOZ, H. Oil and conjugated linolenic acid contents of seeds from important pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.86, p.985–990, 2013.

LI, X.; WASILA, H.; LIU, L.; YUAN, T.; GAO, Z.; ZHÁO, B.; AHMAD, I. Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. **Food chemistry**, v.175, n.1, pag. 575-584, 2015.

MENA P.; García-Viguera, C.; Navarro-Rico, J.; Moreno, D.A.; Bartual, J.; Saura, D. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, n.10, p. 1893-1906, 2011.

MOREIRA, I. S.; ROCHA, R. H. C.; PAIVA, E. P.; SILVA, H. S.; SOUSA, F. A. Biometria e componentes físico-químicos de romã armazenada sob refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 209-215, 2015.

ONUR, C; KASKA, N. Akdeniz bölgesi narlarının (*Punica granatum* L.) seleksiyonu (Selection of Pomegranate of Mediterranean region). **Turkish Journal of Agriculture For.**, v. 9, n.1, p.25-33, 1985.

PINHEIRO, J.M.S. **Tecnologia pós-colheita para a conservação de bananas da cultivar tropical**. 2009. 59f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2009.

QUIROZ, I. Granados, características generales. In: GRANADOS, PERSPECTIVAS Y OPORTUNIDADES DE UN NEGOCIO EMERGENTE, 2009, Santiago. **Anais...** Santiago: Fundación Chile, 2009. p. 6-13.

RAMOS, D.P.; LEONEL S.; SILVA, A.C.; SOUZA, M.E.; SOUZA AP.; FRAGOSO AM. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma'. **Semina: Ciências Agrárias**, cv.32, n.3, p.909-918, 2011.

SAYYARI M.; CASTILLO S.; VALERO D.; DIAZ-MULA H M.; SERRANO M. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates, **Postharvest Biol Technol**, v.60, p.136-142, 2010

SERRANO, M. La Granada: maduración y post-recolección. I Jornadas Nacionales sobre el granado. 2012. Disponível em: [www.poscosecha.com](http://www.poscosecha.com). Acesso em: 11 de maio de 2016.

SILVA, I.M.B.R. **Biometria e qualidade da romã orgânica durante o armazenamento**. 2013.36f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal PB. 2013.

SILVA, I. M. B. R.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, H. S.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. A.; PAIVA, E. P. Quality and post-harvest life organic pomegranate 'Molar' produced in Paraíba semiarid. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2555-2564, 2015.

SINGH, B.; SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. **Food Research International**, v.101, p.1–16, 2017.

STOVER, E.; MERCURE, E.W. The pomegranate: a new look at the fruit of paradise. **HortScience**, v.42, 2007.

TEHRANIFAR, A.; ZAREI, M.; NEMATI, Z.; ESFANDIYARI, B.; VAZIFESHENAS, M.R. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, Netherlands, v.126, p.180–185, 2010.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, p.3-5, 2006. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/folin-ciocalteau-micromethod-for-total-phenol-in-wine>>. Acessado em 17 de junho de 2018.

## **CAPÍTULO II**

### **QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GENÓTIPOS DE ROMÃ ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO**

## QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE GENÓTIPOS DE ROMÃ ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO

### RESUMO

Na conservação da romã, a temperatura é um dos fatores mais importantes para controlar a atividade respiratória, a transpiração e o desenvolvimento de patógenos microbianos, bem como distúrbios fisiológicos durante o armazenamento. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade pós-colheita de genótipos de romãzeira submetidos à temperatura de refrigeração. Os genótipos (CV4, CV8 e CV12) foram adquiridos de um pomar experimental localizado em Tabuleiro de Russas, CE. Os frutos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, no estágio de maturação comercial, de acordo com o tamanho e a coloração da casca e transportados para o laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, onde foram selecionados, lavados e sanitizados. Em seguida instalou-se o experimento em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, utilizando-se quatro repetições e oito frutos por parcelas. As parcelas foram representadas pelos genótipos de romãzeira (CV4, CV8 e CV12) e as subparcelas pelos períodos de avaliações ao longo do tempo de 20, 21, 22, 23 e 24 dias de armazenamento em câmara refrigerada a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$   $80\%\pm 5\text{UR}$ . Houve pequena alteração no grau de luminosidade, na saturação e evolução da tonalidade da cor dos frutos dos genótipos de romãzeira durante o armazenamento. Com relação à aparência externa, os frutos foram prejudicados pela dessecação da casca, porém a qualidade e integridade interna dos arilos e os teores de sólidos solúveis, ácido ascórbico e compostos fenólicos se mantiveram sem perdas. O armazenamento a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80\pm 5\%$  UR por 20 dias manteve as características físico-químicas do genótipo de romãzeira CV12 apropriadas para a comercialização in natura dos frutos.

Palavras-chaves: *Punica granatum L.*, conservação, temperatura de refrigeração.

## POST-HARVEST QUALITY OF ROMAN GENOTYPES STORED UNDER REFRIGERATION

### ABSTRACT

In pomegranate conservation, temperature is one of the most important factors to control respiratory activity, transpiration and the development of microbial pathogens, as well as physiological disturbances during storage. In this sense, the objective of this work was to evaluate the post-harvest quality of pomegranate genotypes submitted to the refrigeration temperature. The genotypes (CV4, CV8 and CV12) were obtained from an experimental orchard located in Tabuleiro de Russas, CE. The fruits were harvested in the early hours of the morning at the commercial maturation stage, according to the size and color of the bark and transported to the Post Harvest Technology Laboratory of Fruits and Vegetables, where they were selected, washed and sanitized. The experiment was then set up in a completely randomized design, in the scheme of plots subdivided in time, using four replicates and eight fruits per plots. The plots were represented by the pomegranate genotypes (CV4, CV8 and CV12) and the subplots for the evaluation periods over time of 20, 21, 22, 23 and 24 days of storage in a refrigerated chamber at  $10 \pm 2$  ° C  $80\% \pm 5$ UR. There was little change in the degree of luminosity, saturation and evolution of the color tonality of the fruits of the pomegranate genotypes during storage. Regarding the external appearance, the fruits were affected by desiccation of the bark, but the quality and internal integrity of the arils and the contents of soluble solids, ascorbic acid and phenolic compounds remained without losses. The storage at  $10 \pm 2$ °C,  $80 \pm 5\%$  RH for 20 days maintained the physical-chemical characteristics of the genotype of CV12 pomegranate suitable for the in natura commercialization of the fruits.

Keywords: *Punica granatum* L, conservation, cooling temperature.

## 1 INTRODUÇÃO

Os frutos de romã tem ganhado destaque e sua produção tem sido disseminada em todo o mundo (FAWOLE; OPARA, 2013, HASSAN et al., 2012). O consumo da romã aumentou em grande escala devido às suas propriedades sensoriais e nutricionais. A porção comestível do fruto (arilo) é rica em fitonutrientes promotores de saúde, como polifenóis, vitaminas, polissacarídeos e açúcares, além de apresentar elevada atividade antioxidante (OPARA et al., 2009, SHAFIE et al., 2015).

Do pomar até os pontos de comercialização, as romãs passam por processos que incluem colheita manual, classificação, embalagem, armazenamento, transporte e varejo. O desempenho adequado de todas estas etapas é de extrema importância para garantir a qualidade do fruto comercializado (SHAFIE et al., 2017). As práticas de manejo pós-colheita também influenciam a qualidade geral e a vida de prateleira dos frutos de romã, uma vez que, durante a pós-colheita, ocorrem vários processos fisiológicos e bioquímicos, proporcionando mudanças na cor, sabor, textura e declínio final na qualidade nutricional dos frutos (ARENDSE et al., 2015). Instalações inadequadas de armazenamento e embalagem tem causado perdas de romã de cerca de 25 a 38% ao ano (MURTHY et al., 2009, SUDHARSHAN, 2013).

O uso da refrigeração é uma prática importante no armazenamento da romã. Temperaturas de 5 a 10° C, 90–95% UR foram eficientes em conservar a qualidade de frutos por até três meses (CALEB et al., 2012; PAREEK et al., 2015). Romãs ‘Molar’ armazenadas a 12 °C, por 36 dias, seguidos de dois dias a 24 °C e 43 ± 5 % de UR, se mantêm satisfatórias para comercialização, sem prejuízos aos atributos de qualidade biométricos e com pequenos prejuízos aos atributos de qualidade físico-químicos (MOREIRA et al., 2015).

Os frutos de romã são suscetíveis à desidratação em baixa umidade relativa e elevadas temperaturas, após a colheita, e propensos a descamar, uma lesão fisiológica que pode predispor a deterioração do fruto. Nesse sentido, o manejo da temperatura e umidade na pós-colheita é crucial para manter a qualidade do fruto (ARENDSE et al., 2015 ), destacando a importância da investigação a adequação de diferentes genótipos de romã ao armazenamento refrigerado como um importante fator primário para abordar o controle da perda de frutos pós-colheita (CALEB et al., 2012).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da temperatura de refrigeração sob a qualidade pós-colheita de três diferentes genótipos de romãzeira.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Condução do experimento

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Tecnologia Pós-colheita de Frutos e hortaliças do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Os genótipos de Romãzeira (CV4, CV8 e CV12) estudados foram adquiridos de um pomar experimental localizado no Tabuleiro de Russas, CE. Os frutos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, no estágio de maturação comercial, com base no tamanho e na coloração. Em seguida foram acondicionados em caixas de papelão (640x480cm) revestidas internamente, a fim de minimizar danos físicos e, em seguida, foram transportados para Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB.

No laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças foi realizada a seleção quanto à uniformidade de tamanho, cor e ausência de defeitos, descartando-se os frutos rachados e/ou doentes. Em seguida, foi realizada a lavagem com solução de detergente neutro a 1% e, após enxágue, sanitização com solução de hipoclorito de sódio 100ppm de cloro. Após a secagem dos frutos ao ar livre, instalou-se o experimento em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas no tempo utilizando-se quatro repetições e oito frutos por parcelas. As parcelas foram representadas pelos genótipos de romãzeira (CV4, CV8 e CV12) e as subparcelas pelos períodos de avaliações ao longo do tempo de 20, 21, 22, 23 e 24 dias. Devido à dificuldade de obtenção do material vegetal em grandes quantidades, os frutos foram armazenados em câmara refrigerada a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$   $80\%\pm 5\text{UR}$  e monitorados por análises visuais e posteriormente analisados a partir dos 20 dias de armazenamento.

Uma amostragem de 18 romãs de cada genótipo foi utilizada para a caracterização da qualidade dos frutos por ocasião da colheita (C.I).

### 2.2 Avaliação da vida útil dos frutos

As avaliações físicas e físico-químicas seguiram as mesmas metodologias descrita no Capítulo I.

#### 2.2.1 Análises físicas

### **2.2.1.1 Calorimetria da casca e da polpa (Pinheiro, 2009)**

### **2.2.1.2 Aparência externa e interna (Silva, 2013)**

### **2.2.1.3 Perda de Massa Fresca (%)**

Foi obtida através da pesagem dos frutos, com auxílio de balança semi-analítica. Os resultados foram expressos em porcentagem considerando-se a diferença entre o peso obtido no dia da instalação do experimento e após cada período de avaliação;

## **2.2.2 Análises físico-químicas**

### **2.2.2.1 pH (IAL, 2008)**

### **2.2.2.2 Sólidos Solúveis (%) (AOAC, 2006)**

### **2.2.2.3 Acidez titulável (% de ácido cítrico) (IAL, 2008)**

### **2.2.2.4 Relação SS/AT (IAL, 2008)**

### **2.2.2.5 Ácido ascórbico (AOAC, 2006)**

### **2.2.2.6 Compostos fenólicos totais (Waterhouse, 2006)**

### **2.2.2.7 Açúcares totais**

A determinação de açúcares totais foi realizada pelo método antrona de Yemm e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 0,1 mL do suco em 100 mL de água destilada, em seguida foi retirada uma alíquota de 0,3 mL do extrato adicionado 0,7 mL de água destilada e 2,0 mL de antrona. Posteriormente as amostras foram agitadas e levadas para o banho-maria a 100°C por 5 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, os valores foram expressos em mg.100 mL<sup>-1</sup> do suco;

## **2.2.3 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância. As características quantitativas foram analisadas através de regressão e as qualitativas através do teste de comparação de



médias Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises empregou-se o Programa Computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares e tempo de armazenamento para todas as variáveis estudadas, com exceção dos açúcares totais, porém para essa variável houve efeito dos fatores quando estudados isoladamente (Tabela 2 e 3).

Tabela 1: Análise de variância para luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (H) da casca e do arilo e perda de massa fresca de frutos de romã sob temperatura de  $10 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$  UR por 24 dias

FV	GL	Quadrado Médio						
		L* da casca	C* da casca	H° da casca	L* do arilo	C* do arilo	H° do arilo	Perda de Massa
Cultivares (C)	2	375,595**	792,110**	79,160**	185,411**	295,397**	5,498*	67,100**
Resíduo (C)	9	0,654	3,953	0,835	1,545	2,686	0,964	6,415
Tempo (T)	4	14,566**	17,798**	36,544**	42,813**	139,608**	3,410*	49,913**
Interação C x T	8	6,045*	13,054**	6,255**	19,276**	51,174**	7,604**	2,474**
Resíduo (T)	36	2,288	3,786	1,236	0,756	2,426	1,078	0,749
Média	-	46,04	38,78	42,19	40,41	31,03	24,00	25,34
CV (%) – C	-	1,76	5,13	2,17	3,08	5,28	4,09	10,00
CV (%) – T	-	3,28	5,02	2,64	2,15	5,02	4,33	3,42

ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ .

Tabela 2: Análise de variância para pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), Relação SS/AT, vitamina C, Compostos fenólicos e Açúcares totais de frutos de genótipos de romã sob temperatura de  $10 \pm 2$  °C,  $80\%$ UR por 24 dias

FV	GL	Quadrado Médio						
		pH	SS	AT	SS/AT	Vitamina C	Compostos fenólicos	Açúcares. Totais
Cultivares (C)	2	0,154**	0,883**	0,029**	60,543**	247,144**	4617,986**	4,108**
Resíduo (C)	9	0,003	0,039	0,002	4,610	0,657	30,768	0,496
Tempo (T)	4	0,060**	0,131**	0,026**	79,712**	217,937**	37551,320**	6,880**
Interação C x T	8	0,015**	0,179**	0,002*	7,296*	7,722**	871,711**	1,322 <sup>ns</sup>
Resíduo (T)	36	0,002	0,031	0,0009	3,121	0,330	37,497	0,787
Média	-	3,24	13,48	0,51	26,46	20,31	213,63	12,50
CV (%) – C	-	1,82	1,47	8,92	8,11	3,99	2,60	5,64
CV (%) – T	-	1,54	1,32	6,04	6,68	2,83	2,87	7,10

ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ .

Tabela 3: Caracterização dos genótipos de romãzeira por ocasião da colheita

Características Iniciais	Médias±DP		
	CV4	CV8	CV12
Massa fresca do fruto (g)	137,98±15,97	125,76±19,24	93,01±5,73
L* da casa	56,73±0,57	56,91±1,27	43,83±1,02
C* da casca	46,71±1,29	45,93±1,20	36,04±1,39
h° da casca	45,35±0,98	44,70±1,25	40,31±0,96
L* do arilo	51,57±0,43	49,77±0,72	45,05±1,11
C* do arilo	47,71±0,84	44,37±1,12	31,79±1,28
h° do arilo	20,04±0,31	26,37±0,98	23,61±0,68
Aparência externa	4,5±0,00	4,5±0,00	4,5±0,00
Aparência interna	5,0±0,00	5,0±0,00	5,0±0,00
pH	3,75±0,04	3,34±0,02	3,03±0,04
Sólidos solúveis (%)	13,60±0,21	13,73±0,13	13,68±0,04
Acidez titulável (% de ácido cítrico)	0,45±0,03	0,55±0,00	0,43±0,01
Relação SS/AT	30,3±1,48	24,96±0,23	31,62±0,29
Vitamina C (mg.100mL <sup>-1</sup> )	21,83±0,39	19,58±0,39	18,00±0,00
Compostos fenólicos (mg.100mL <sup>-1</sup> )	126,05±2,35	171,82±2,30	271,38±1,39
Açúcares totais (mg.100mL <sup>-1</sup> )	10,66±0,24	10,75±0,03	11,93±0,48

Houve pequena alteração no grau de luminosidade, na saturação e evolução da tonalidade da cor dos frutos dos genótipos de romãzeira após serem mantidos por 24 dias sob refrigeração. Os valores para a luminosidade na colheita foram 56,73; 56,91; 43,83 para os genótipos CV4, CV8 e CV12, respectivamente (Tabela 3). Após 24 dias sob temperatura de 10°C, houve decréscimos para a luminosidade, sendo observados valores na faixa de 44,87; 47,33 e 40,29 para os genótipos CV4, CV8 e CV12, respectivamente. O genótipo CV12 apresentou as menores reduções, com a luminosidade ao final deste período muito próxima a obtida na colheita, caracterizando que a temperatura de 10° C foi eficiente na manutenção do brilho dos frutos desse genótipo. As maiores reduções foram nos frutos do genótipo CV4, caracterizando frutos mais opacos e com menor brilho após a refrigeração por 24 dias (Figura 1A). No que diz respeito ao índice de saturação da cor (C\*) as menores reduções foram observadas para o genótipo CV4, comparando os valores obtidos na colheita 46,71 (Tabela 3) e o valor de 42,25 após 24 dias, indicando que a refrigeração não interferiu na saturação da cor dos frutos desse genótipo. As maiores reduções foram observadas para o genótipo CV8, com valores de C\* 41,56 no fim do período de refrigeração, enquanto que, no genótipo CV12

foram observados frutos com menor tonalidade de cor da casca 30,57 (Figura 1B). O comportamento do ângulo hue indica a evolução da tonalidade de cor da casca da romã, a qual teve pouca variação para os frutos dos genótipos CV8 e CV12, com faixa de variação de 47,86 a 42,30) e (44,71 a 39,89), respectivamente, caracterizando a manutenção da tonalidade de cor da casca vermelho alaranjado dos frutos por 24 dias sob refrigeração. No que se refere aos frutos do genótipo CV4 houve maior evolução da cor, com tendência de coloração da casca mais avermelhada ao fim dos 24 dias (Figura 1C).

A luminosidade dos arilos dos genótipos CV4 e CV12 na colheita foram de 51,57 e 49,77, sendo observadas pequenas alterações nos arilos destes genótipos ao fim do período de 24 dias sob refrigeração,  $L^*$  43,58 e 35,24, respectivamente. Para o genótipo CV8 foram observadas maiores reduções da luminosidade, com arilos mais opacos no fim do armazenamento (Figura 1D). Com relação ao índice croma o genótipo CV4  $C^*$  35,51 e CV8  $C^*$  27,85 apresentaram as maiores reduções, com arilos de coloração menos intensa ao fim dos 24 dias sob refrigeração. Para o genótipo CV12 houve manutenção da tonalidade da cor, havendo pequena redução durante o armazenamento (Figura 1E). A evolução da tonalidade de cor dos arilos foi maior para os frutos do genótipo CV8, representando arilos com tonalidade de cor mais vermelha no fim do armazenamento. Para o genótipo CV4 houve manutenção da coloração vermelha dos arilos, enquanto que, no genótipo CV12 houve pequenas alterações durante o período de armazenamento dos frutos a  $10 \pm 2^\circ \text{C}$  (Figura 1F). Mudanças na coloração em romãs durante o armazenamento sob condição de refrigeração podem estar relacionados à síntese ou descoloração de pigmentos de antocianina (ZAOUAY et al., 2012).

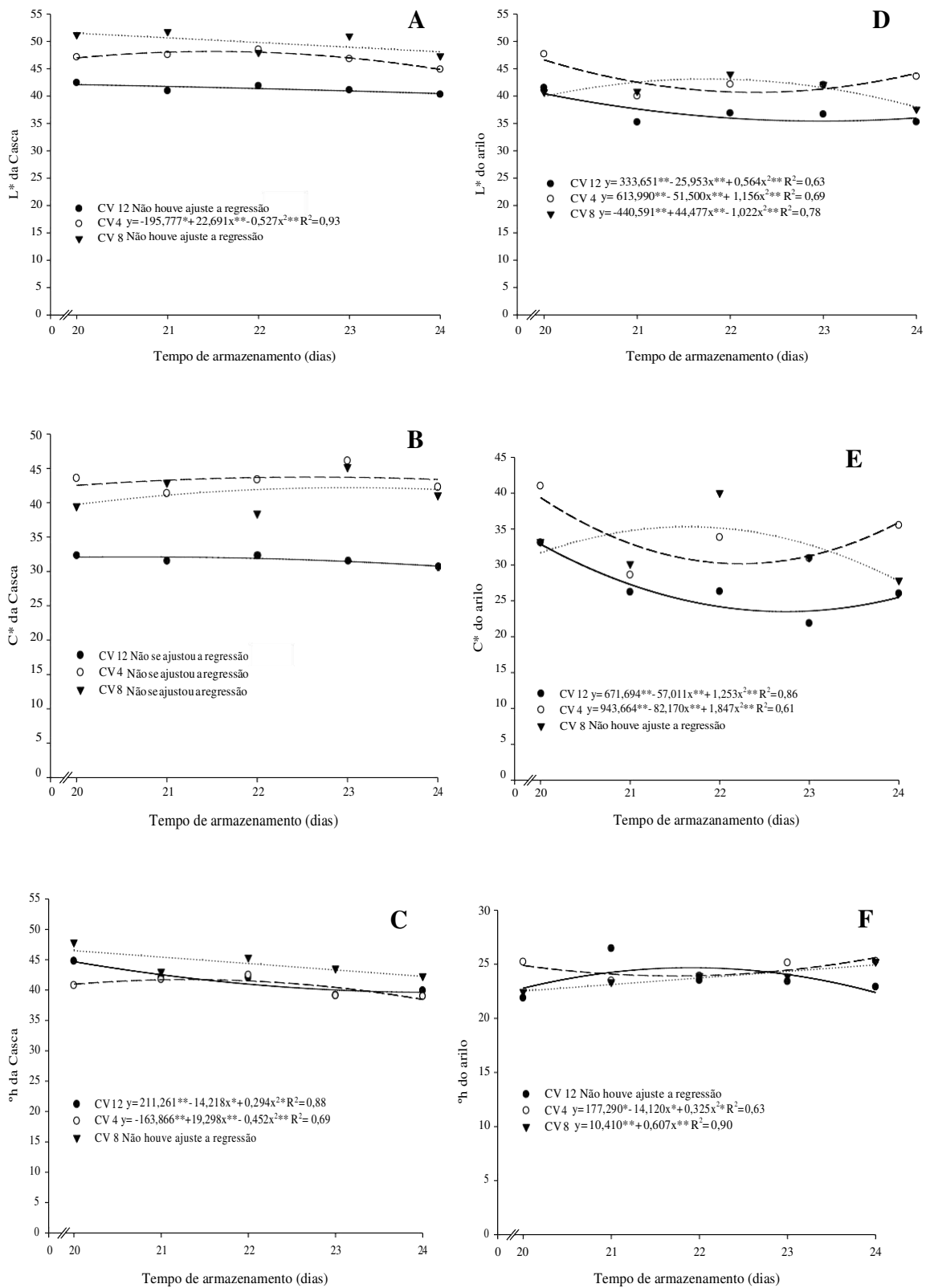


Figura 1 Luminosidade (L\*), Cromaticidade (C\*) e ângulo hue (h°) da casca e do arilo de genótipos de romã sob temperatura de  $10 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$  UR por 24 dias.

Com relação à aparência externa, os frutos foram prejudicados por dessecação da casca em ambos os genótipos estudados (Figura 2A), assim como foi verificado por Moreira et al. (2015) para a Romã Molar nas temperaturas de 6°C e 12°C aos 26 dias de armazenamento e Silva et al. (2015) na temperatura de 27° a partir do 6° dia de armazenamento. A redução na qualidade relacionada à aparência externa dos frutos é um dos principais fatores que prejudica a qualidade para comercialização da romã in natura, especialmente por ser o principal fator que o consumidor utiliza para a avaliação da qualidade para a aquisição do produto (Moreira et al., 2015). Apesar da redução na qualidade verificada na aparência externa, houve manutenção da qualidade e integridade interna sem alterações visíveis na suculência, ausência de sementes soltas ou mudança na tonalidade da coloração do arilo dos frutos dos três genótipos estudados (Figura 2B).

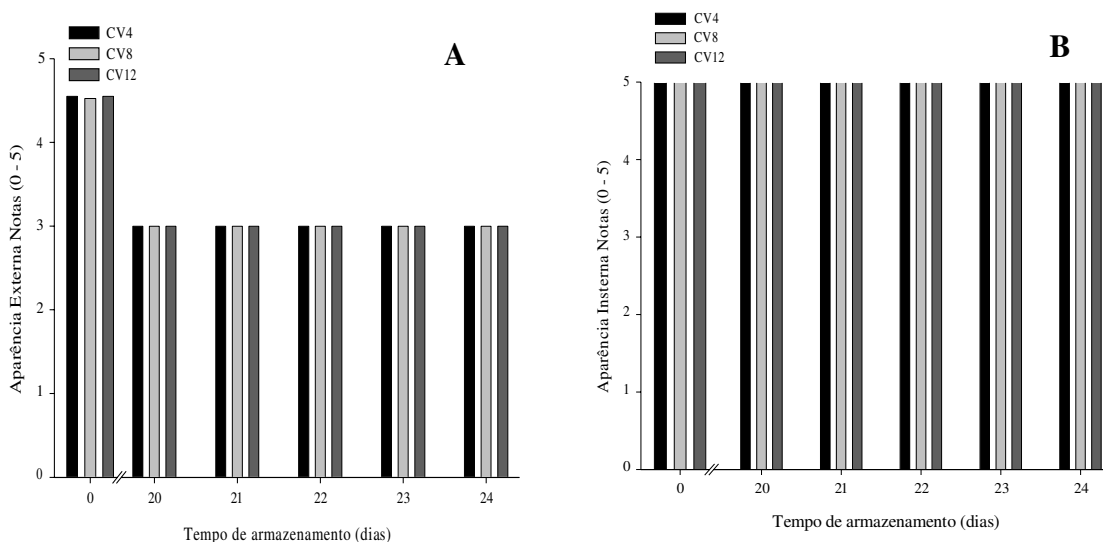


Figura 2: Aparência externa e interna de genótipos de romã sob temperatura de  $10\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 24 dias.

Houve aumento na perda de massa fresca após o período, em que os frutos foram armazenamento sob refrigeração, para todos os genótipos analisados. As porcentagens após 20° dia foram CV4 23,82% CV8 19,89% e CV12 23,99%, com tendência de aumento até o 24° dia de armazenamento (Figura 3). Comportamento também observado para a romã ‘Molar’ armazenada a temperatura de 27° C, onde se observou já ao terceiro dia, perda superior a 15% e aos 18 dias, perda de massa fresca acima de 33% (SILVA et al., 2015). Selcuk e Erkan (2018) relataram que perda significativa de massa ocorreu durante os períodos prolongados de armazenamento a 6 ° C e 20 ° C em romãs doces cv. Hicrannar.

Embora tenha sido observada elevada perda de massa durante o armazenamento, a mesma não influenciou no volume de suco dos frutos, assim como também foi observado por

Cziczor et al. (2018) que relataram que mesmo na romã envelhecida e com uma casca nitidamente mais áspera, os arilos mostraram-se suculentos e vermelhos.

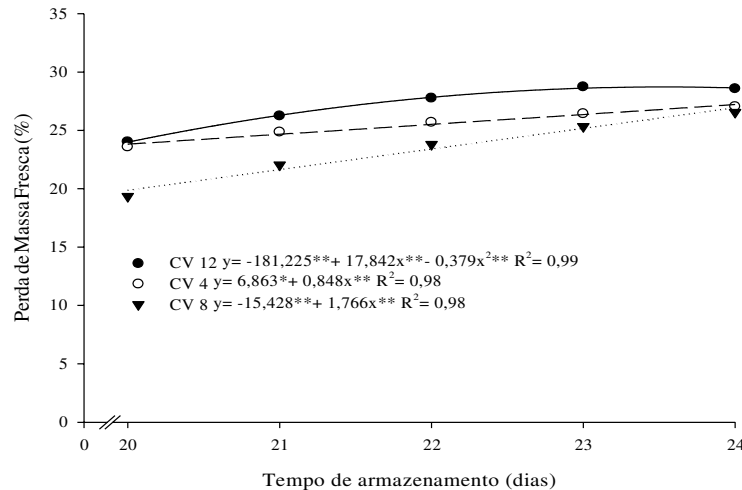


Figura 3: Perda de massa fresca de genótipos de romã sob temperatura de a  $10\pm 2$  °C, 80%UR por 24 dias.

Houve pequenas variações nos valores de pH dos genótipos de romãzeira estudados. Quando comparado os valores encontrados na colheita (Tabela 3) e os valores após 24 dias sob refrigeração, as variações foram na faixa de 3,75 a 3,17 para o CV4, 3,34 a 3,18 para o CV8 e de 3,03 a 3,09 para o CV12 (Figura 4A). Comportamento semelhante foi observado para cultivares iraniana, sul africana e para a romã Molar cultivada no semiárido paraibano. (TEHRANIFAR et al.,2010; FAWOLE et al., 2012; MOREIRA et al., 2015).

De modo geral, houve a manutenção nos teores de sólidos solúveis nos frutos dos genótipos de romãzeira, após 24 dias sob refrigeração. Comparando com os valores obtidos na colheita (Tabela 3), as variações foram na faixa de 13,6 a 13,5% para o CV4 e de 13,6 a 13,1 para o CV12, enquanto que o genótipo CV8 manteve os teores de sólidos solúveis sem variações durante todo o período. (Figura 4B). Silva et al. (2015) relataram maiores variações nos teores de sólidos solúveis para a romã Molar, com faixa de variação de 12 a 15%. Matityahu et al. (2016) relataram reduções nos teores de sólidos solúveis para as cultivares PG100-1 e PG116-17, enquanto que, para a cultivar EVE não houve redução nesse parâmetro.

Na colheita, a acidez foi de 0,45% ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup> para o CV4, 0,55% ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup> para o CV8 e de 0,43% ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup> para o CV12. Após serem mantidos por 24 dias sob refrigeração, verificou-se pequena elevação desses valores em ambos os genótipos estudados, na faixa de 0,45 a 0,61 para o CV4 0,55 a 0,59 para o CV8 e de 0,43 a 0,53 para CV12, com posterior redução (Figura 4C), o que representa uma estreita

variação para esta característica. Comportamento também observado por Silva et al. (2015) em romã Molar armazenada sob temperatura ambiente e Moreira et al. (2015) nas temperaturas de 6, 10 e 12°C. A acidez é uma característica importante em relação ao sabor e aroma do fruto, sendo as cultivares com teor de ácido cítrico <0,9% consideradas doces e utilizadas principalmente para o consumo in natura (QUIROZ 2009; MOREIRA et al., 2015). Assim aos 24 dias de armazenamento, os três genótipos apresentaram frutos com acidez satisfatória para o consumo in natura.

Em concordância ao comportamento da acidez, a razão SS/AT diminuiu seus valores da colheita aos 20 dias de armazenamento refrigerado, passando de (30,30 a 22,10), (24,96 a 22,17) e (31,62 a 24,65) nos genótipos CV4, CV8 e CV12, respectivamente, com posterior aumento, apresentando aos 24 dias de armazenamento relação de 28,72 para CV4 30,01 para CV8 e 28,66 para CV12 (Figura 4D). A relação SS/AT é importante, pois influencia o sabor da romã, sendo utilizada como critério de qualidade para a comercialização dos frutos, quanto mais elevada essa relação melhor e o sabor do fruto (AL-SAID et al., 2009). De um modo geral, a relação SS/AT dos genótipos foi maior do que as registradas para a romã Molar que reduziram de 24,6 para aproximadamente 18,3; 17,2 e 18,41 e de 23,4 para aproximadamente 18,5 para as temperaturas de 6°C, 10°C, 12°C e 27 °C respectivamente (MOERIRA et al., 2015; SILVA et al., 2015).



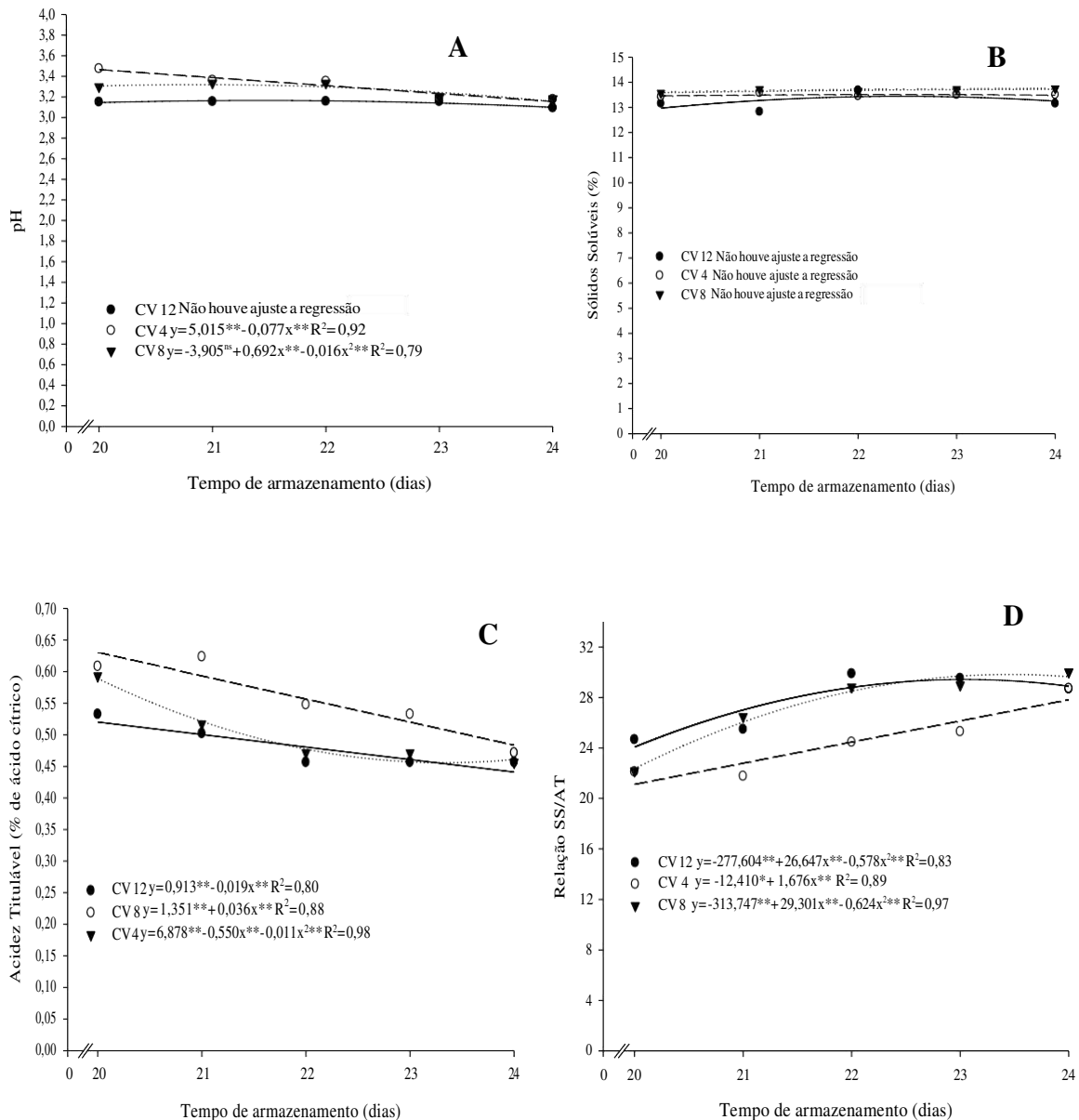


Figura 4 pH, sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT de genótipos de romã sob temperatura de  $10 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$  UR por 24 dias.

Os teores de ácido ascórbico dos genótipos de romã aumentaram de 21,83 a 28,80  $\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  para o CV4, de 19,58 a 22,05  $\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  para o CV8 e de 18,00 a 20,70  $\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  para o CV12, considerando o dia da colheita e após 20 dias de armazenamento sob refrigeração, com posterior redução, sendo observados teores de 18,00; 14,40 e 13,72  $\text{mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  para CV4, CV8 e CV12, no 24º dia de armazenamento, respectivamente (Tabela 3; Figura 5A). Mesmo com as reduções, o conteúdo de ácido ascórbico dos genótipos foi considerado satisfatório, estando dentro da faixa estabelecida por Sayyari et al. (2010) que relatam que o suco de romã possui valores entre 10 e 36  $\text{mg}/100\text{g}$  de ácido ascórbico. Os

genótipos cultivados no Tabuleiro de Russa, CE caracterizaram-se por apresentar maior conteúdo de ácido ascórbico que a romã Molar cultivada no semiárido paraibano (10,9 a 15 mg.100mL<sup>-1</sup>) e do que cultivares de romãs Iranianas 9,91 e 20,92mg.100mL<sup>-1</sup>

(TEHRANIFAR et al., 2010; MOREIRA et al., 2015). Sayyari et al. (2010) relataram diminuição nos ácidos orgânicos entre eles, o ácido ascórbico em frutos de romã durante o armazenamento refrigerado, podendo ser consequência da redução no metabolismo dos frutos.

Os compostos fenólicos variaram em função do período de 20 dias de armazenamento refrigerado, passando de 126,05 mg.100mL<sup>-1</sup> na colheita a 311,58 mg.100mL<sup>-1</sup> para o genótipo CV4, de 171,82 a 307,68 mg.100mL<sup>-1</sup> para o CV8 e de 271,38 a 278,00 mg.100mL<sup>-1</sup> para CV12, com posterior redução (Tabela 3, Figura 5B). Essa redução aos 24 dias é decorrente da redução no metabolismo e senescência do fruto, corroborando com a perda de massa fresca e redução da acidez. Comportamento também observado para a romã

Molar do semiárido paraibano (MOREIRA et al., 2015). Diferentemente desse estudo, Sayyari et al. (2010), observaram teor de compostos fenólicos totais na colheita de 261,19 mg 100 g<sup>-1</sup> e diminuído durante o armazenamento em frutos controle com uma concentração final de 234,10 mg 100 g<sup>-1</sup>.

Para os açúcares solúveis totais houve reduções de 13,00 a 11,16 mg.100mL<sup>-1</sup> do 20° ao 24° dia de armazenamento sob refrigeração. A redução nos valores de açúcares está associada às reações catabólicas e a utilização dos mesmos no processo de respiração dos frutos (BARMAN et al., 2011).

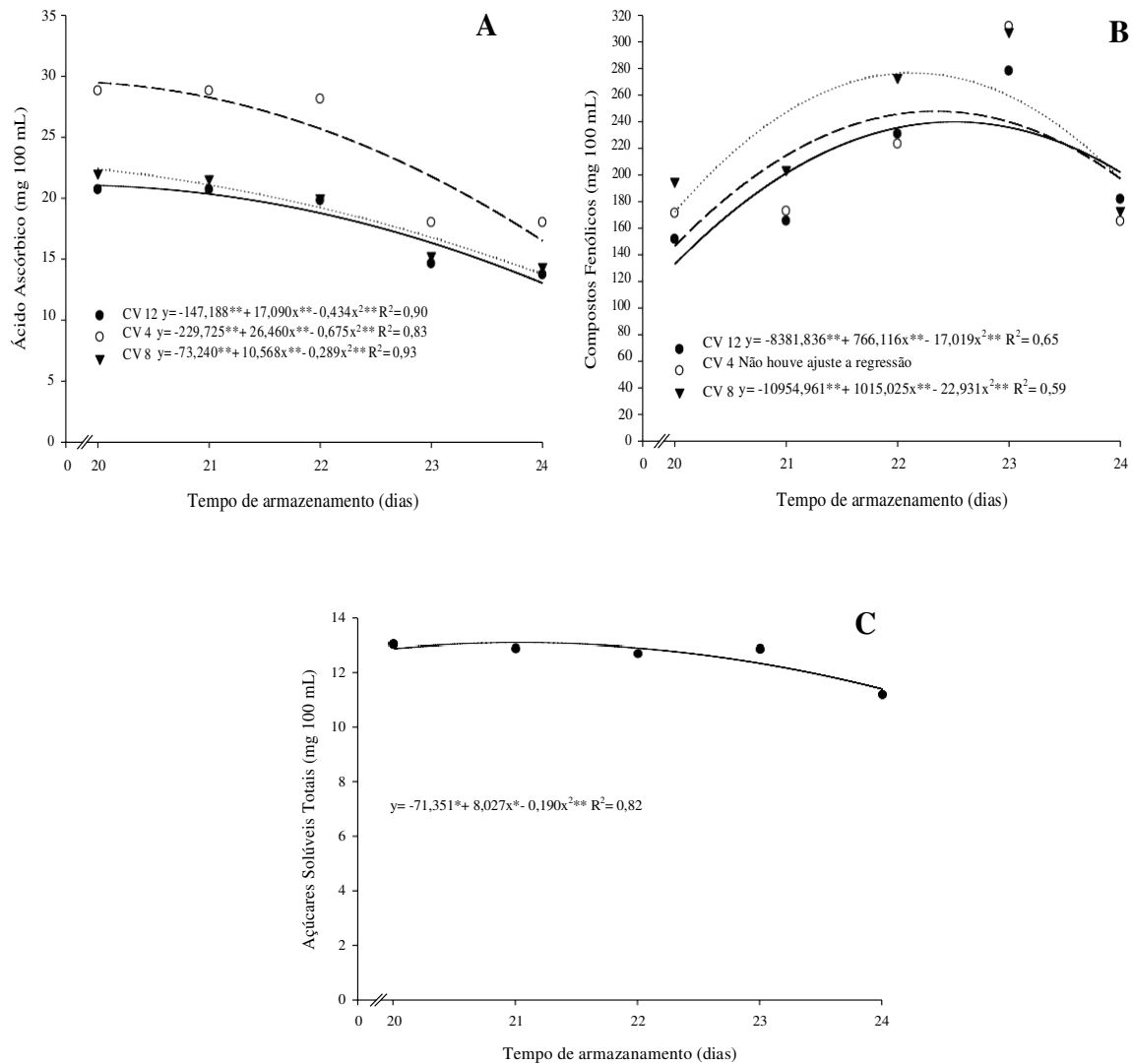


Figura 5: Ácido ascórbico, compostos fenólicos e açúcares solúveis totais de genótipos de romã sob temperatura de  $10 \pm 2$  °C, 80%UR por 24 dias.

## 4 CONCLUSÕES

Frutos do genótipo de romãzeira CV12 armazenados a  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80\pm 5\%$  UR por 20 dias, se mantêm satisfatórios para a comercialização in natura, sem prejuízos as características físico-químicas de qualidade;

Frutos dos genótipos de romãzeira armazenados  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $80\pm 5\%$ UR por 24 dias apesar de apresentarem desidratação da casca, podem ser destinados à indústria, já que não tiveram os seus atributos internos de qualidade prejudicados.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-SAID, F.A.; OPARA, L.U.; AL-YAHYAI, R.A. Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. **J. Food Eng.**, v. 90, p.129–134, 2009.
- ARENDSE, E.; FAWOLE, O.A.; OPARA, U.L. Efeitos do manejo e armazenamento pós-colheita em atributos fisiológicos e qualidade de frutas de romã (*Punica granatum* L.) **Int. J. Postharvest Technol. Inovar**, v.5, p. 13 – 31, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2005.
- BARMAN K.; ASREY R.; PAL R. K.; Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. **Scientia Horticulture**, v.130, p.795–800, 2011.
- CALEB, O.J.; OPARA, U.L., C.R. WITTHUHN. Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. **Food Bioprocess Technol.** v.5, p. 15-30, 2012.
- FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L.; THERON, K. I. Chemical and Phytochemical Properties and Antioxidant Activities of Three Pomegranate Cultivars Grown in South Africa. **Food and Bioprocess Technology**. v. 5, n. 7, p. 2934-2940, 2012.
- FAWOLE, O.A., OPARA, U.L. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. **Ind. Crops Prod.** v.47, p. 300-309, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- HASSAN, N.A.; EL-HALWAGI, A.A.; SAYED, H.A. Phytochemicals, antioxidant and chemical properties of 32 pomegranate accessions growing in **Egypt. WASJ**, v.16, p. 1065-1073, 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4 ed. São Paulo, 2008. Disponível em: < <http://www.ial.sp.gov.br>> Acesso em 17 junho 2018.
- MOREIRA, I.S.; ROCHA, R. H. C.; PAIVA, E. P.; SILVA, H. S.; SOUSA, F. A. Biometria e componentes físico-químicos de romã armazenada sob refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 209-215, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/198340632015v4532501>.
- MURTHY, D.S; GAJANANA, T.M.; SUDHA, M. ; DAKSHINAMOORTHY, V. Marketing and postharvest losses of fruits: its implication on availability and economy. **Indian J. Agric. Ecol.**, v.64, p. 259-275, 2009.
- OPARA, U.L.; AL-ANI, M.R.; AL-SHUAIBI, Y.S. Physico-chemical properties, vitamin C content, and antimicrobial properties of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) **Food Bioproc. Technol.**, v.2, n.3, p. 315-321, 200

PAREEK, S.; VALERO, D.; SERRANO, M. Postharvest biology and technology of pomegranate. **J. Sci. Food Agric.** v.95, p. 2360-2379, 2015.

PINHEIRO, J.M.S. **Tecnologia pós-colheita para a conservação de bananas da cultivar tropical.** 2009. 59f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2009.

QUIROZ, I. Granados, características generales. In: GRANADOS, PERSPECTIVAS Y OPORTUNIDADES DE UN NEGOCIO EMERGENTE, 2009, Santiago. *Anais...* Santiago: Fundación Chile . p. 6-13. 2009

SAYYARI, M.; BABALAR, M.; KALANTARI, S.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; SERRANO, M.; VALERO, D. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. **Food Chemistry** v.124, p.964–970, 2011.

SHAFIE, M.M.; RAJABIPOUR, A.; CASTRO-GARCÍA, F.; JIMÉNEZ-JIMÉNEZ, H. Mobli Effect of fruit properties on pomegranate bruising. **Int. J. Food Prop**, v.18, p. 1837-1846, 2015.

SHAFIE, M.M.; RAJABIPOUR, A.; MOBLI, H. Etermination of bruise incidence of pomegranate fruit under drop case . **Int. J. Fruit Sci.**, v.17, n.3, p. 296-309, 2017.

SELCUK, N.; ERKAN, M., Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranates cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging, **Post. Biol. Technol.** v.92, p.29–36, 2018.

SILVA, I.M.B.R. **Biometria e qualidade da romã orgânica durante o armazenamento.** 2013.36f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal PB. 2013.

SILVA, I. M. B. R.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, H. S.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. A.; PAIVA, E. P. Quality and post-harvest life organic pomegranate 'Molar' produced in Paraíba semiarid. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2555-2564. 2015.

SUDHARSHAN, G.M.; NADU, T. Marketing and post-harvest losses in fruits: its implications on availability and economy – A study on pomegranate in Karnataka. **Int. J. Manag. Soc. Sci. Res**, v. 2, p. 34-43, 2013.

TEHRANIFAR, A.; ZAREI, M.; NEMATI, Z.; ESFANDIYARI, B.; VAZIFESHENAS, M. R. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v.126, p.180–185, 2010.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p.3-5, 2006. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/folin-ciocalteau-micromethod-for-total-phenol-in-wine>>. Acessado em 17 de junho de 2018.

YMM, E.W.; WILLS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, Londres, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.

ZAOUAY, F.; MENA, P.; GARCIA-VIGUERA,C.; MARS,M. Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Industrial Crops and Products**, v.40, p.81-89, 2012.

### **CAPITULO III**

## **RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE BIOMASSA DE *Spirulina platensis* NA CONSERVAÇÃO DO ARILO DE ROMÃ**



## RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE BIOMASSA DE *Spirulina platensis* NA CONSERVAÇÃO DO ARILO DE ROMÃ

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a vida útil pós-colheita de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis a base de biomassa de *Spirulina platensis*. Os genótipos (CV8, CV10 e CV12) foram adquiridos de um pomar experimental localizado em Tabuleiro de Russas, CE. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial, nas primeiras horas da manhã e transportados para a Universidade Federal de Campina Grande. No laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças foram selecionados, lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (8mL/L) por 30min e em seguida os frutos foram cortados para a obtenção dos arilos. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 3x5, três cultivares (CV8, CV10 e CV12) e 5 tratamentos (T1: Testemunha-sem recobrimento, T2: 0,04% de *Spirulina platensis*, T3: 0,06% de *Spirulina platensis*, T4:0,08% de *Spirulina platensis* e T5: 0,1% de *Spirulina platensis*), com 4 repetições constituídas de 100g de arilo cada. Todos os tratamentos foram associados a 3% de Ágar, 0,3mL/L de óleo da semente da romã e 1mL/L de tween 20. A aplicação dos recobrimentos se deu pela imersão dos arilos nas suspensões, sendo o excesso drenado, seguido de embalagem em bandejas de poliestireno, as quais foram envolvidas com filme de pvc e armazenadas em câmara refrigerada a  $5 \pm 2$  °C  $80 \pm 5\%$  UR por 15 dias. O genótipo CV12 apresentou a melhor qualidade físico-química do arilo na concentração 0,04% do recobrimento de *Spirulina platensis*, com a menor perda de massa 4,21%, teor de sólido solúvel de 13,0%, menor valor para acidez titulável (0,30% de ácido cítrico), relação SS/AT 38,00, caracterizando maior palatabilidade dos arilos, e maior conteúdo de compostos fenólicos  $9146,35\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ . Em relação à qualidade microbiológica todas as contagens para bactérias do grupo coliformes registradas atenderam as formas vigentes para produto minimamente processado, caracterizando a eficiência do recobrimento em manter a qualidade dos arilos.

Palavras-chaves: *Punica granatum*, recobrimentos, qualidade.

## **SPIRULINA platensis BIOMASS BASED EDIBLE RECOVERIES IN THE CONSERVATION OF THE ARROW OF ROMAN**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the post-harvest shelf life of aryl from pomegranate genotypes with *Spirulina platensis* biomass-based edible coatings. The genotypes (CV8, CV10 and CV12) were purchased from an experimental orchard located in Tabuleiro de Russas, CE. The fruits were harvested at the commercial maturation stage in the early hours of the morning and transported to the Federal University of Campina Grande. In the Post-Harvest Technology Laboratory of Fruits and Vegetables were selected, washed and sanitized with sodium hypochlorite solution (8mL / L) for 30min and then the fruits were cut to obtain the arils. The experiment was carried out in a randomized complete design, in the 3x5 factorial scheme, three cultivars (CV8, CV10 and CV12) and 5 treatments (T1: Witness-without coating, T2: 0.04% *Spirulina platensis*), T3: 0, 06% *Spirulina platensis*, T4: 0.08% *Spirulina platensis* and T5: 0.1% *Spirulina platensis*), with 4 replicates consisting of 100g aryl each. All treatments were associated with 3% Agar, 0.3mL / L of pomegranate seed oil and 1mL / L of tween 20. Application of the coatings was by immersion of the aryls in the suspensions, the excess being drained, followed by packaging in polystyrene trays, which were wrapped with pvc film and stored in a refrigerated chamber at  $5 \pm 2$  ° C  $80 \pm 5$ % RH for 15 days. The CV12 genotype presented the best physico-chemical quality of aryl in the 0.04% concentration of the *Spirulina platensis* coating, with the lowest loss of mass 4.21%, soluble solids content of 13.0%, lower value for titratable acidity (0.30% citric acid), SS / AT ratio 38.00, characterizing higher aryl palatability, and higher content of phenolic compounds 9146.35mg.100mL<sup>-1</sup>. Regarding the microbiological quality, all the counts for bacteria of the group registered coliforms met the current forms for minimally processed product, characterizing the coating efficiency in maintaining the quality of the arils.

Key-words: *Punica granatum*.L, coatings, quality.

## 1 INTODUÇÃO

A romã é um fruto valorizado nutricionalmente como parte de uma dieta moderna e equilibrada em minerais com ferro, cálcio e potássio, vitamina C, flavonoides, antocianinas e polifenóis que fornecem benefícios à saúde dos consumidores. Além disso, os frutos podem ser utilizados para aplicações industriais, seja pelas indústrias de alimentos, farmacêuticas ou de cosméticos (CALIGIANI, 2016, LORENZO RODRIGUEZ et al., 2018).

O armazenamento de frutos de romãzeira por período prolongado predispõe os mesmos ao ataque de vários patógenos nos estágios pré e / ou pós-colheita, com impactos significativos na qualidade dos frutos e no tempo de armazenamento. (TZIROS; TZAVELLA-KLONARI, 2008, MONDAL et al., 2012 ). A comercialização de frutos torna-se ainda mais limitada por distúrbios, como rachaduras e escaldadura na casca, lesão por frio e perda excessiva de massa ( CALEB et al., 2012 ).

Além disso, frutos grandes ou difíceis de descascar, como é o caso da romã, em que a extração e separação dos arilos do endocarpo é um processo difícil e demorado são preferivelmente utilizados para processamento mínimo (KAPETANAKOU et al., 2015). No entanto, o processamento mínimo ou de corte dos produtos frescos torna-os mais suscetíveis à degradação do que os frutos inteiros, reduzindo assim a sua vida útil (QADRI; YOUSUF, 2017).

Diante da preferência dos consumidores em optarem por arilos de romã minimamente processados ou prontos para o consumo, tem-se aumentado o interesse em estudar a conservação dos mesmos. Sabe-se que as aplicações de tecnologias de armazenamento em atmosfera controlada e embalagem em atmosfera modificada têm se mostrado eficazes em prolongar o tempo de armazenamento e em manter a qualidade pós-colheita de produtos frescos e minimamente processados (HUSSEN et al., 2015). No entanto, o manejo pós-colheita de arilos de romã continua sendo um desafio crítico, sendo evidente a necessidade de tratamentos alternativos eficazes para minimizar as perdas (MUNHUWEYI et al., 2017). Nesse sentido, os revestimentos comestíveis formulados a partir de carboidratos, proteínas ou lipídios podem ser uma alternativa promissora para manter a qualidade e estender a vida útil desses produtos minimamente processados (QADRI; YOUSUF, 2017).

Tratamentos com quitosana (0, 2,5, 7,5 e 15 g / L) quando aplicados em arilos de romã minimamente processados como recobrimento comestível antes do acondicionamento e armazenamento a 4° C por 14 dias, foram responsáveis por manter os atributos de qualidade físico-químicos e reduziram significativamente as contagens microbianas de bactérias

aeróbias mesófilas, bolores e leveduras (MUNHUWEYI et al.,2017). No entanto, o aumento do interesse em arilos de romã minimamente processados, com alto valor nutricional e melhor qualidade, tem destacado o conhecimento limitado de revestimentos comestíveis a base de materiais naturais eficazes na manutenção da vida útil dos mesmos durante o armazenamento refrigerado.

Nesse sentido objetivou-se com este estudo avaliar a vida útil pós-colheita dos arilos de três genótipos de romã recobertos com biofilmes comestíveis a base de biomassa de *Spirulina platensis* sob temperatura de 5° C com base nas propriedades físico-químicas e estabilidade microbiana.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Condução do experimento

Os genótipos de Romãzeira (CV8, CV10 e CV12) foram adquiridos de um pomar experimental localizado em Tabuleiro de Russas, CE. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial, nas primeiras horas da manhã, com auxílio de tesoura de poda. Após a colheita, os mesmos foram acondicionados em caixas de papelão (640x480 cm) revestidas internamente a fim de minimizar danos físicos e, em seguida, foram transportados para o laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB.

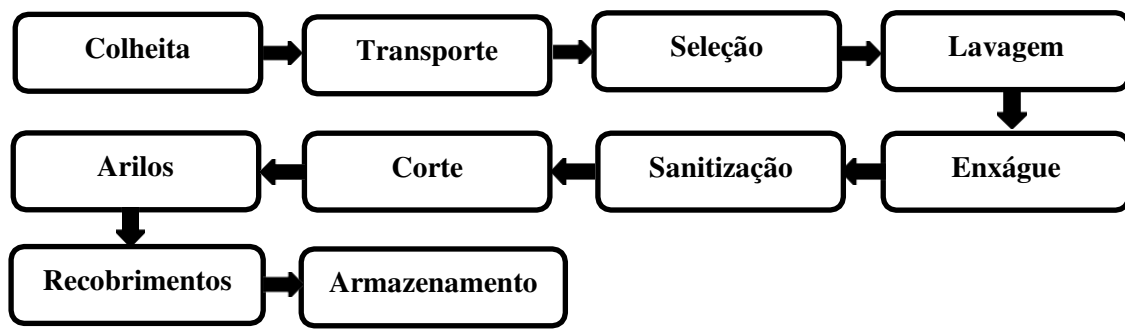


Figura 1: Fluxograma de produção de arilos minimamente processados com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis*.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 3x5, três cultivares (CV8, CV10 e CV12) e 5 tratamentos (T1: Testemunha- sem revestimento; T2: 0,04% de *Spirulina platensis*; T3: 0,06% de *Spirulina platensis*; T4: 0,08% de *Spirulina platensis* e T5: 0,1% de *Spirulina platensis*), com 4 repetições constituídas de 100g de arilo cada.

### 2.2 Preparação e aplicação dos revestimentos

Para o preparo das suspensões pesou-se, em balança analítica, quantidades adequadas de Ágar e *Spirulina platensis*. O ágar foi preparado sob agitação em chapa aquecedora até atingir uma temperatura de 80°C. Ao resfria-se a 35°C, adicionou-se os demais componentes, algas, óleo da semente da romã e o tween 20. A aplicação dos recobrimentos se deu pela imersão dos arilos nas suspensões, sendo o excesso drenado. Em seguida foram armazenados em bandejas de poliestireno envolvidas com filme de PVC e armazenados em câmara

refrigerada a  $5\pm 2^{\circ}\text{C}$   $85\%\pm 5\text{UR}$  de acordo com Zahran et al. (2015), sendo monitoradas através de mudanças visuais na cor e analisados aos 15 dias de armazenamento.

## **2.3 Avaliação da vida útil dos arilos**

Inicialmente foi realizada a caracterização da qualidade dos arilos por ocasião da colheita (C.I), cujos resultados estão apresentados na (Tabela 1). As avaliações físicas e físico-químicas seguiram os mesmos procedimentos analíticos descritos nos capítulos I e II.

### **2.3.1 Análises físicas**

#### **2.3.1.1 Cor do arilo (Pinheiro, 2008)**

#### **2.3.1.2 Perda de massa fresca (%)**

### **2.3.2 Análises físico-químicas**

#### **2.3.2.1 pH (IAL, 2008)**

#### **2.3.2.2 Sólidos solúveis (AOAC, 2006)**

#### **2.3.2.3 Acidez titulável (IAL, 2008)**

#### **2.3.2.4 Relação SS/AT (IAL, 2008)**

#### **2.3.2.5 Vitamina C (AOAC, 2006)**

#### **2.3.2.6 Compostos fenólicos (Waterhouse, 2006)**

#### **2.3.2.7 Açúcares totais ( Yemm e Willis, 1954)**

### **2.3.3 Análises microbiológicas**

#### **2.3.3.1 Coliformes a $35^{\circ}\text{C}$**

Para a determinação de bactérias do grupo coliformes empregou-se a técnica de tubos múltiplos. Inicialmente, foi realizado o teste presuntivo, em que 25 g de amostra foi adicionado a 225 mL de água peptonada 0,1% e alíquotas de 1 mL de cada diluição foram transferidas para o caldo Lauryl, Sulfato Triptose, e incubadas a  $35^{\circ}\text{C}$  por 24 – 48 horas. Dos tubos que apresentaram leitura positiva no teste presuntivo (presença de turvação e/ou bolha), transferiu-se uma alíquota para o meio Caldo Verde Bile Brilhante (CVBB), com incubação a

35°C de 24 – 48 horas, a fim de confirmar a presença de coliformes a 35°C (SILVA et al., 2010).

#### **2.3.3.2 Coliformes a 45°C**

Para a quantificação de coliformes a 45°C, foram transferidas alíquotas dos tubos positivos no meio CVBB para o caldo EC, e incubados em banho-maria a 45°C por 48 horas (SILVA et al. 2010). O Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 35 e a 45° C foi determinado a partir do número de porções positivas, utilizando a tabela do NMP.

#### **2.3.3.2 *Salmonella sp***

A pesquisa de *Salmonella sp.* (presença/ausência), foi realizada por plaqueamento em superfície com o meio de cultura *Salmonella* Diferencial Ágar, incubando as placas a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  por 48 horas (SILVA et al., 2010).

#### **2.3.4 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias que apresentaram diferenças significativas para as cultivares foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e para as concentrações dos revestimentos, procedeu-se análise de regressão, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares e os tratamentos para luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade ( $C^*$ ), ângulo hue ( $h^\circ$ ), perda de massa fresca, pH, acidez titulável, relação SS/AT, vitamina C e compostos fenólicos, enquanto que, para os sólidos solúveis e açúcares totais houve efeito dos fatores quando estudados isoladamente (Tabela 1 e 2).

Tabela 1: Análise de variância para luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ) de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$ UR por 15 dias

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		L	C	h
Cultivares (C)	2	97,544**	44,385**	469,557**
Tratamentos (T)	4	14,296*	52,599**	50,453**
Interação C x T	8	9,636*	46,942**	114,814**
Erro	45	4,297	2,090	11,995
CV (%)	-	5,72	5,76	9,49
MG	-	36,21	25,08	36,48

\*\*, \*, ns, significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Tabela 2: Análise de variância para perda de massa fresca, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, vitamina C, compostos fenólicos e açúcares totais de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$ UR por 15 dias

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios							
		Perda de massa fresca	pH	SS	AT	SS/AT	Vitamina C	Compostos fenólicos	Açúcares totais
Cultivares (C)	2	6,045**	0,057**	3,043**	0,033**	200,414**	7,938**	3778,824**	3,630**
Tratamentos (T)	4	12,584**	0,278**	9,968**	0,027**	24,646**	294,793**	3706,731**	9,665**
Interação C x T	8	0,599**	0,022**	0,650ns	0,006**	75,499**	2,555**	1043,131**	0,697ns
Erro	45	0,057	0,001	0,367	0,001	5,796	0,504	22,477	0,500
CV (%)	-	4,08	0,69	4,98	6,87	6,84	5,76	3,83	5,92
MG	-	5,86	3,73	12,17	0,35	35,18	12,33	123,80	11,94

\*\*, \*, ns, significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

Os resultados para a caracterização inicial revelaram arilos dos genótipos CV8 33,77 e CV10 27,44 mais luminosos que os do genótipo CV12 23,83 que se apresentaram mais opacos. Para a cromaticidade, os arilos CV10 e CV12 tiveram maior intensidade da cor, com médias de 27,21 e 27,86, respectivamente, e os arilos do genótipo CV8 foram menos



saturados 24,45. Em relação ao ângulo hue que expressa a tonalidade da cor, esta foi maior nos arilos do genótipo CV10 28,40, caracterizando coloração vermelha, enquanto que nos genótipos CV8 e CV12 a tonalidade da cor foi menor, com médias de 33,23 e 30,09, respectivamente. Em relação ao pH, os três genótipos tiveram valores próximos para esta variável, sendo 3,26 para o genótipo CV8, 3,20 para o CV10 e 3,18 para CV12. Assim como também foi observado para os sólidos solúveis que foi em média de 13% em ambos os genótipos. A acidez titulável foi maior nos genótipos CV8 e CV10, com teores de 0,60% de ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup>, já o genótipo CV12 apresentou menor acidez, 0,36% de ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup>, maior relação SS/AT 33,10, revelando maior palatabilidade dos arilos deste genótipo em relação aos demais, CV8 22,08 e CV10 22,74. O conteúdo de ácido ascórbico foi semelhante para os arilos dos três genótipos, 19,57 mg.100mL<sup>-1</sup> para o CV8 e de 18,00 mg.100mL<sup>-1</sup> para CV10 e CV12. Com relação aos compostos fenólicos, o genótipo CV12 apresentou os maiores conteúdos 200 mg.100mL<sup>-1</sup>, já os genótipos CV8 CV10 apresentaram conteúdos, em torno de 190mg.100mL<sup>-1</sup> e 130 mg.100mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Os açúcares totais foram de 13 mg.100mL<sup>-1</sup> para os genótipos CV8 e CV10 e de 12 mg.100mL<sup>-1</sup> para o CV12 (Tabela 3).

Tabela 3: Caracterização inicial de genótipos de romãzeira por ocasião da colheita.

Características Iniciais	Médias±DP		
	CV8	CV10	CV12
Massa fresca dos arilos (g)	101,00±0,02	100,00±0,03	100,00±0,03
L* do arilo	33,77±2,60	27,44±4,09	23,83±2,03
C* do arilo	24,45±3,78	27,21±2,87	27,86±1,45
h° do arilo	33,23±4,46	28,40±1,81	30,09±1,48
pH	3,26±0,05	3,20±0,05	3,18±0,06
Sólidos solúveis (%)	13,24±0,23	13,65±0,20	13,43±0,43
Acidez titulável (% de ácido cítrico)	0,60±0,00	0,60±0,00	0,36±0,00
Relação SS/AT	22,08±0,39	22,74±0,34	36,10±1,22
Ácido ascórbico (mg.100mL <sup>-1</sup> )	19,57±0,45	18,00±0,00	18,00±0,00
Compostos fenólicos (mg.100mL <sup>-1</sup> )	190,00±0,45	130,30±0,35	200,00±0,56
Açúcares totais (mg.100mL <sup>-1</sup> )	13,00±0,23	13,00±0,20	12,00±0,43

A luminosidade dos arilos apresentou comportamento semelhante, no entanto, os recobrimentos com *Spirulina platensis* apresentaram arilos mais luminosos em relação às amostras de controle, que apresentaram arilos mais opacos, já que, nestes foram observados os menores valores de  $L^*$  35,11; 33,35; 34,89 nos genótipos CV8, CV10 e CV12, respectivamente. Para o genótipo CV8, os arilos recobertos com 0,08% de *Spirulina platensis* mostraram-se mais brilhosos  $L^*$  37,89, já para o genótipo CV10 foram observados arilos mais opacos na concentração do recobrimento 0,06% de *Spirulina platensis*  $L^*$  32,08 e arilos mais luminosos na concentração do recobrimento 0,10%  $L^*$  36,10 (Figura 1A). Este comportamento está de acordo com as observações de Youserf e Srivastava (2017).

Em relação ao índice croma, a maior saturação de cor dos arilos foi observada no genótipo CV8, na concentração do recobrimento 0,08% de *Spirulina platensis*  $C^*$  30,71. Para os genótipos CV10 e CV12, os arilos que não receberam recobrimentos apresentaram a sua coloração mais saturada, sendo observados para estes os maiores valores de  $C^*$  28,46 e 27,5, respectivamente (Figura 1B).

Houve mudanças nos valores do ângulo hue dos arilos. Para o genótipo CV8 a degradação da tonalidade da cor foi maior na concentração do recobrimento 0,04% de *Spirulina platensis*  $h^\circ$  35,6, diminuindo conforme aumentou a concentração dos recobrimentos, podendo-se inferir que as concentrações de *Spirulina platensis* de 0,06% e 0,08%, com os menores valores para ângulo hue  $h^\circ$  27,18 e 28,20 foram eficazes na preservação da cor de arilos deste genótipo. Em relação ao genótipo CV10, a manutenção da cor dos arilos foi maior na concentração do recobrimento 0,04% de *Spirulina platensis*, com  $h^\circ$  31,34. No que se refere ao genótipo CV12, à degradação da cor dos arilos foi maior nas concentrações mais elevadas dos recobrimentos com *Spirulina platensis* (Figura 1C). Youseuf e Srivastava (2017) também relataram aumento na saturação de cor de arilos de romã após 8 dias de armazenamento.

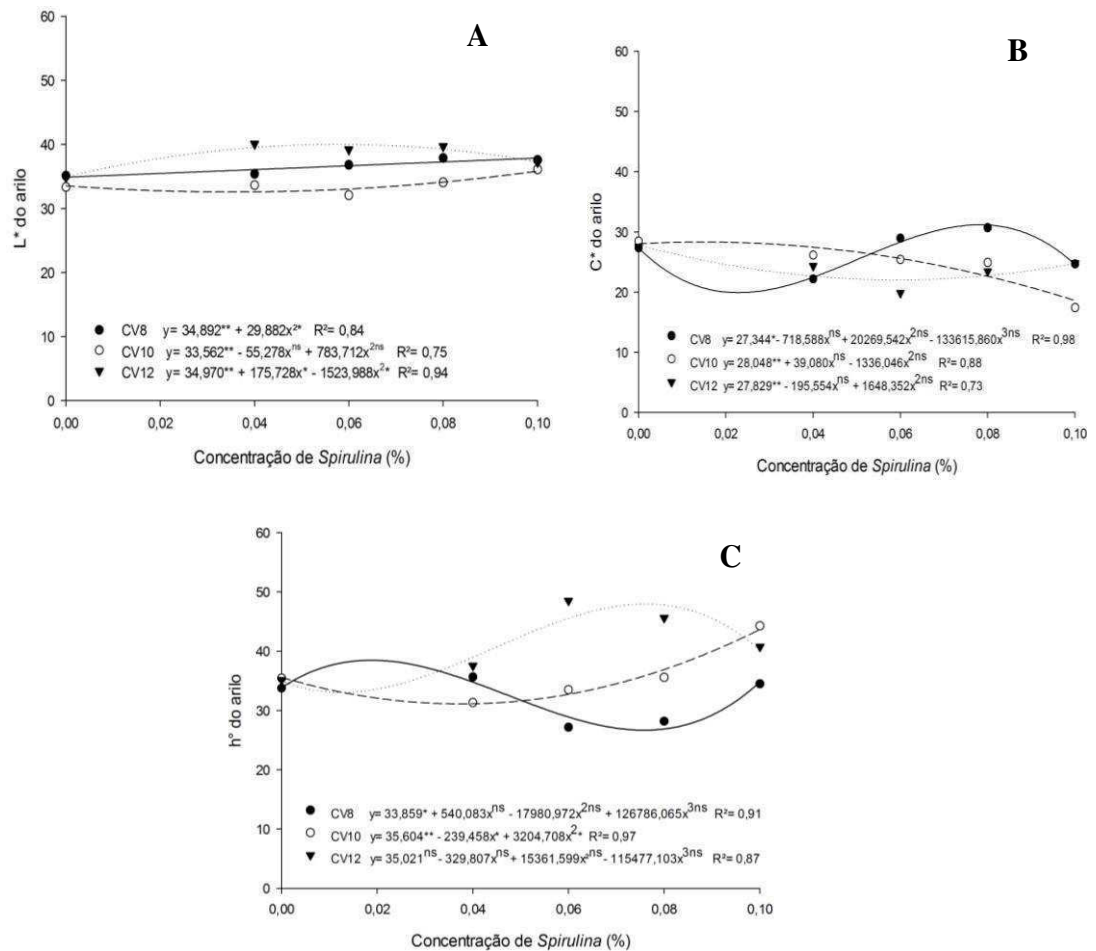


Figura 2: Luminosidade ( $L^*$ ), cromaticidade ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^\circ$ ) de arilos dos genótipos de româneira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $80 \pm 5\%$ UR por 15 dias.

A concentração do recobrimento 0,04% de *Spirulina platensis* mostrou-se eficiente em reduzir à perda de massa dos arilos, sendo observados para esse recobrimento, as menores médias de perdas em ambos os genótipos estudados, CV8 5,36%, CV10 4,21% e CV12 4,05%. Nas concentrações dos recobrimentos 0,06 %, 0,08% e 0,1% de *Spirulina* foram observadas maiores perdas de massa nos três genótipos (Figura 2). Isso sugere que o uso recobrimento de *Spirulina* na menor concentração, associado à atmosfera modificada da embalagem, proporcionou uma barreira mecânica para o movimento do vapor de água, ajudando a manter os níveis de umidade dentro da embalagem, reduzindo a perda de massa dos arilos (ULUKANLI e OZ, 2012; GHASEMNEZHAD et al., 2013).

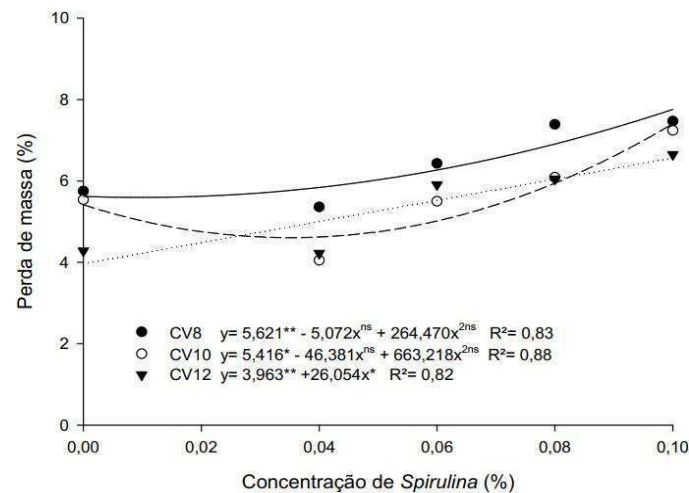


Figura 3: Perda de massa de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$  UR por 15 dias.

De modo geral as variações de pH nos tratamentos sob diferentes concentrações de *Spirulina platensis*, em ambos os genótipos foram bem próximas. No entanto, o pH mais baixo foi observado na amostra controle e o mais elevado na concentração 0,04% do recobrimento com *Spirulina*, ambos para o genótipo CV12. Uma tendência de aumento no pH também foi observada por Caleb et al. (2013) em arilos de romã armazenados em atmosfera modificada e temperaturas de armazenamento (5, 10 e 15 ° C).

O efeito dos recobrimentos com *Spirulina* influenciou em mudanças nos teores de sólidos solúveis, sendo observadas reduções nos sólidos solúveis dos arilos em todas as concentrações dos recobrimentos (Figura 3B). O declínio dos sólidos solúveis está de acordo com os resultados apresentados por Zahran et al. (2015) para arilos de romã 'Wonderful' recobertos com quitosana irradiada e armazenados a 5° C por 15 dias e com os resultados de Banda et al. (2015) para arilos de romã (cv. Wonderful). A mudança nos sólidos solúveis pode ser atribuída à hidrólise ativa do amido a açúcares e a conversão dos mesmos ácidos orgânicos, como cítrico, málico, oxálico e succínico (ZAHARAN et al., 2015; MUNHUWEYI et al., 2017).

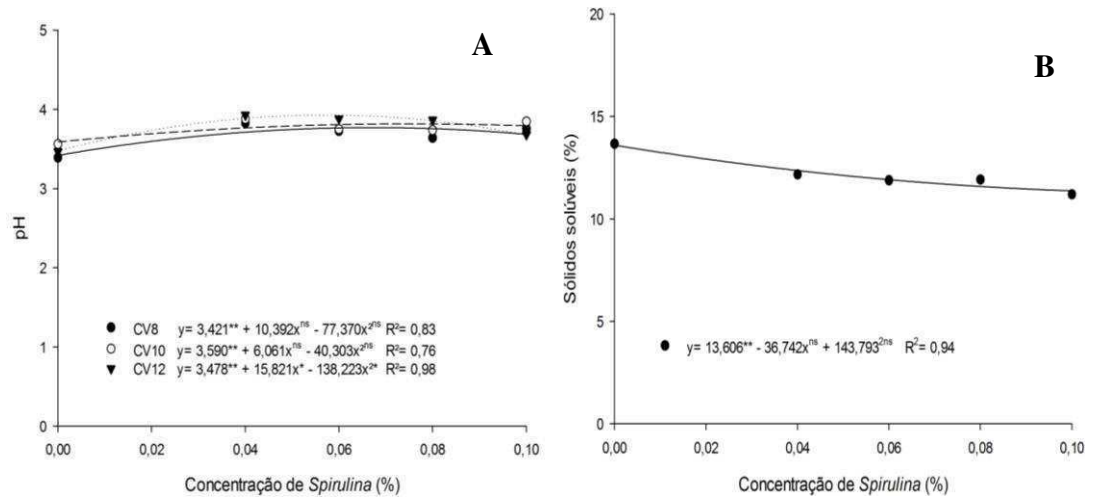


Figura 4: pH e sólidos solúveis de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias.

Os genótipos CV8 e CV10 foram estatisticamente semelhantes no que se refere aos teores de sólidos solúveis dos arilos, enquanto que, os genótipos CV10 e CV12 diferiram entre si para essa variável (Tabela 4).

Tabela 4: Sólidos solúveis de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$ UR por 15 dias

Cultivares	Média
CV8	12,18 <sup>a b</sup>
CV10	12,56 <sup>a</sup>
CV12	11,77 <sup>b</sup>
DMS	0,46

<sup>a, b</sup> – Letras seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS- Diferença Mínima Significativa.

Houve pequenas variações para a acidez titulável, porém verificou-se que essa variável foi menor nos arilos dos genótipos CV8 e CV10 que receberam recobrimentos, quando comparados com a amostra controle. Para o genótipo CV12 a acidez titulável foi em média de 0,30% ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup> independente dos tratamentos. Comportamento também relatado por Caleb et al. (2013) em arilos de romã 'Herskawitz' e 'Acco' armazenadas com embalagem em atmosfera modificada e Youseuf e Srivastava (2017) para arilos de romã revestidas com goma de linhaça em combinação com óleo essencial de capim-limão. A variabilidade dos valores de pH, sólidos solúveis e acidez titulável pode ser explicada por vários fatores, como as diferenças entre cultivares e o efeito relativo de solubilidade do CO<sub>2</sub> nas moléculas de água ao redor dos grãos de romã embalados (CALEB et al., 2012).

Os maiores valores para a relação SS/AT foram observados para os genótipos CV8 e CV10 34,85 e 39,91, respectivamente, na concentração 0,1% do recobrimento. De modo geral, os recobrimentos com *Spirulina* mantiveram a relação SS/AT dos arilos mais alta que as amostras de controle, com exceção do genótipo CV12 43,49 (Figura 4A). Resultados semelhantes foram relatado por Munhuweyi et al. (2017). A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável é um critério importante para a avaliação do sabor e do aroma de romã (YOUSEUF; SRIVASTAVA, 2017).

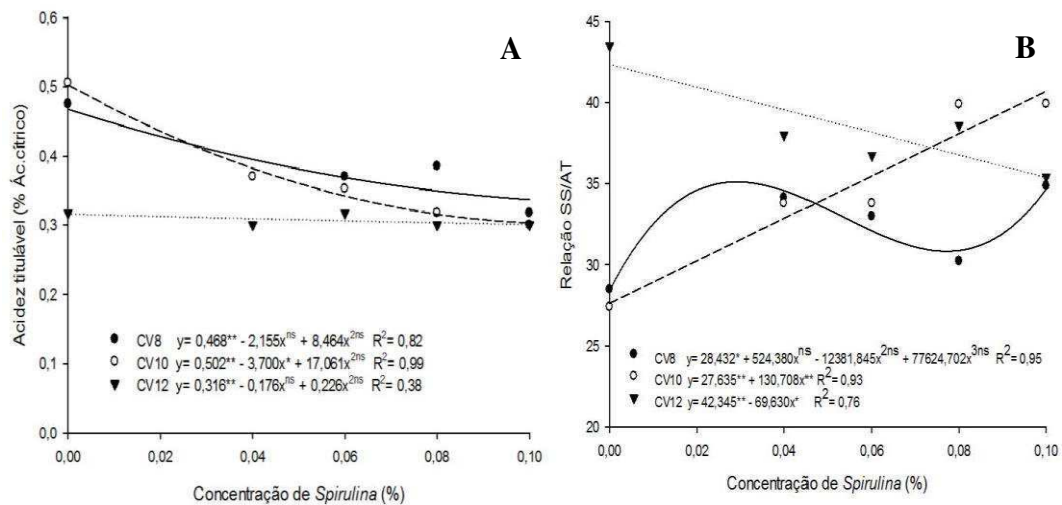


Figura 5: Acidez titulável e relação SS/AT de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5\pm 2$  °C,  $80\pm 5\%$  UR por 15 dias.

Na concentração 0,04% do recobrimento com *Spirulina* foram observadas as maiores retenções na perda de ácido ascórbico, com valores de  $18 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$  para os genótipos CV8 e CV10 e de  $17 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$  para o CV12, já nas maiores concentrações 0,06; 0,08 e 0,1% dos recobrimentos foram observadas as maiores reduções desta variável nos três genótipos estudados (Figura 5A). A manutenção no teor de ácido ascórbico pode ser atribuída ao suprimento limitado de  $\text{O}_2$  causado pela eficácia da barreira imposta pelo revestimento de *Spirulina*, impedindo assim a sua oxidação durante o armazenamento (ZAHARAN et al., 2015). Comportamento também observado por Ashtaria et al. (2019) em arilos de romã cv Malas Saveh minimamente processados.

Comparando os recobrimentos com *Spirulina* em sua composição, observou-se eficiência da concentração 0,04% na manutenção do maior teor de compostos fenólicos nos arilos do genótipo CV12  $146,35 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ , quando comparado com  $142,86 \text{ mg} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$  dos arilos que não receberam revestimentos. Nos demais genótipos estudados foram

observados reduções no conteúdo de fenólicos à medida que aumentou a concentração de *Spirulina* nos tratamentos (Figura 5B). Reduções nos teores de compostos fenólicos também foram relatadas por Ashtaria et al. (2019) em estudo sobre o afeito da irradiação gama em arilos de romã cv Malas Saveh minimamente processados.

Para os açúcares totais não foi observado efeito significativo da interação entre os tratamentos e os genótipos estudados. Assim como ocorreu para os Sólidos solúveis, o teor de açúcares totais foi menor nos recobrimentos com *Spirulina*, mostrando que os mesmos não foram eficientes em manter os teores de açúcares dos arilos recobertos (Figura 5B).

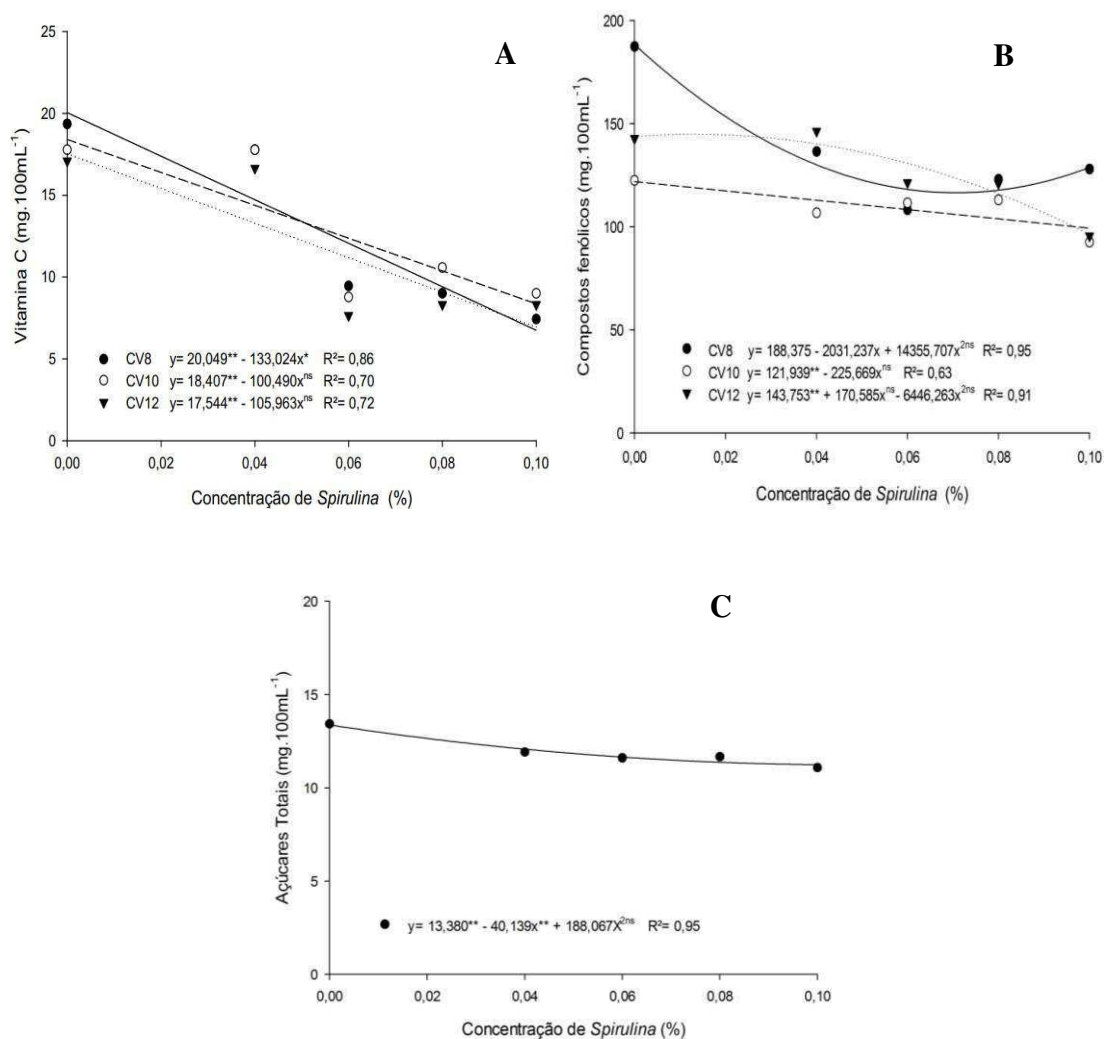


Figura 6: Vitamina C, Compostos fenólicos e Açúcares totais de arilos de genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$ UR por 15 dias.

### 3.3 Análises microbiológicas

Em relação às análises microbiológicas verificou-se teste negativo para coliformes a 35°C nas amostras iniciais para todos os recobrimentos, indicando eficiência na sanitização dos frutos e condições higiênico-sanitárias satisfatórias na preparação, aplicação dos recobrimentos e manuseio dos arilos.

Após 15 dias sob refrigeração foram observadas contagens de 7,2 NMP/g na concentração de 0,04% de *Spirulina* para o genótipo CV12 e de 3,6 NMP/g na concentração de 0,06% de *Spirulina* para o CV10. Para os demais recobrimentos, as contagens foram inferiores ou iguais a 3,0 NMP/g e em nenhuma das amostras foi detectada presença de *Salmonella sp* (Tabelas 4 e 5). Estes resultados indicam que as amostras analisadas estão dentro dos padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, que estabelece através da RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001), a presença de até  $5,0 \times 10^2$  NMP/g de coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella sp.* em frutos frescos, "in natura", preparadas, sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto. Os resultados deste estudo foram semelhantes ao de Banda et al. (2015) e Youseuf e Srivastava (2017) que relataram que a modificação da atmosfera de armazenamento manteve a contagem bacteriana significativamente menor em arilos de romã durante todo o tempo de armazenamento.

Tabela 5: Coliformes a 35°C de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$ UR por 15 dias.

Cultivares	Concentração de <i>Spirulina</i>				
	0	0,04	0,06	0,08	0,1
CV8	< 3,0	< 3,0	< 3,0	3,0	3,0
CV10	< 3,0	< 3,0	3,6	3,0	3,0
CV12	< 3,0	7,2	< 3,0	3,0	< 3,0

Tabela 6: Resultados para análise de salmonela de arilos dos genótipos de romãzeira com recobrimentos comestíveis de *Spirulina platensis* sob temperatura de  $5 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$ UR por 15 dias.

Cultivares	Concentração de <i>Spirulina</i>				
	0	0,04	0,06	0,08	0,1
CV8	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
CV10	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
CV12	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente



#### 4 CONCLUSÃO

A concentração de 0,04% de *Spirulina platensis* proporcionou a melhor qualidade físico-química e microbiológica para os arilos genótipo CV12, com a menor perda de massa 4,21%, teor de sólido solúvel de 13%, menor valor para acidez titulável (0,30% de ácido cítrico.100mL<sup>-1</sup>), relação SS/AT elevada 38,00, caracterizando maior palatabilidade dos arilos e maior conteúdo de compostos fenólicos 146,35mg.100mL<sup>-1</sup>. As contagens para bactérias do grupo coliformes dentro dos padrões estabelecidos pelas normas vigentes, caracterizando a eficiência do recobrimento em manter a qualidade dos arilos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHTARI, M.; KHADEMI, O.; SOUFBAF, M.; AFSHARMANESH, H.; SARCHESHMEH, M.A. Effect of gamma irradiation on antioxidants, microbiological properties and shelf life of pomegranate arils cv. 'Malas Saveh'. **Scientia Horticulturae**, v.244, n.26, p.365-371, 2019.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2006.
- BANDA, K.; CALEB, O.J.; JACOBS, K.; OPARA, U.L. Effect of active-modified atmosphere packaging on the respiration rate and quality pomegranate arils (cv. Wonderful). **Post. Biol. Technol.** v.109, p.97–105, 2015.
- CALEB, O.J.; MAHAJAN, P.V.; OPARA, U.L.; WITTHUHN, C.R. Modeling the effect of time and temperature on respiration rate of pomegranate arils (cv Acco and Herskawitz). *Journal Food Science*, v.77, p.80–87, 2012.
- CALEB, O. J.; OPARA, U. L.; MAHAJAN, P. V. ; MANLEY, M. ; MOKWENA, L.; TREDoux, A.G.J. Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-processed pomegranate arils (cvs. 'Acco' and 'Herskawitz'). *Postharvest Biology and Technology* v.79 , p.54–61, 2013.
- CALIGIANI, A. Pomegranate: Chemistry, Processing and Health Benefits UK ed. Nova **Science Publishers**, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- GHASEMNEZHAD, M.; ZAREH , S.; RASSA, M.; SAJEDI, R.H. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality: microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. **J. Sci. Food Agric.** v.93, p. 368-374, 2013.
- HUSSEIN, Z.; CALEB, O.J.; JACOBS, K.; MANLEY, M.; OPARA, U.L. Effect of perforation-mediated modified atmosphere packaging and storage duration on physicochemical properties and microbial quality of fresh minimally processed 'Acco' pomegranate arils. **LWT- Food Sci. Technol.** v.64, p.911–918, 2015
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4 ed. São Paulo, 2008. Disponível em: < <http://www.ial.sp.gov.br>> Acesso em 17 junho 2018.
- KAPETANAKOU, A.E.; STRAGKAS, I.G.; SKANDAMIS, P.N. Developing an antimicrobial packaging of ready-to-eat pomegranate arils based on vapors of brandy or distillery ethanol. **Food Res. Inter.** v.69, p.141–150, 2015.
- LORENZO RODRIGUEZ, J. M., MUNEKATA, P., PUTNIK, P., BURSAĆ KOVAČEVIĆ, D., MUCHENJE, V., BARBA, F. Sources, chemistry, and biological potential of ellagitannins

and ellagic acid derivatives. **In Atta-ur-Rahman (Ed.). Studies in natural product chemistry.** p. 189–221, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64181-6.00006-1>

MONDAL, K.K. ; RAJENDRAN, T.P. ; PHANEENDRA, C. ; MANI, C.; SHARMA, J. ; SHUKLA, R.; POOJA, G.V.; KUMAR, R. ; SINGH, D. ; KUMAR, A. ; SAXENA, A.K. ; JAIN, R.K. The reliable and rapid polymerase chain reaction (PCR) diagnosis for *Xanthomonas axonopodis* pv. *punicae* in pomegranate. *Afr. J. Microbiol. Res.*,v. 6 , p. 5950-5956, 2012.

MUNHUWEYI, K.; LENNOX, C. L. ; MEITZ-HOPKINS, J. C.; CALEB ,O. J. ; SIGGE ,G. O. ; OPARA, U.L. Investigating the effects of crab shell chitosan on fungal mycelial growth and postharvest quality attributes of pomegranate whole fruit and arils. *Scientia Horticulturae* v. 220, n.16 , P.78-89 , 2017.

PINHEIRO, J.M.S. Tecnologia pós-colheita para a conservação de bananas da cultivar tropical. 2009. 59f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2009.

QADRI, O.S., Yousuf,B., Srivastava, A.K., Yildiz, F. Fresh-cut fruits and vegetables: Critical factors influencing microbiology and novel approaches to prevent microbial risks—A review. **Cogent Food e Agriculture**, v.1, p.1-11 2015.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** 4ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

TZIROS, G.T.; TZAVELLA-KLONARI K. Pomegranate fruit rot caused by *Coniella granati* confirmed in Greece *Plant Pathol.*, v.57, p. 783, 2008.

OZ, Z.; ULUKANLI, A.T. Application of edible starch-based coating including glycerol plus oleum nigella on arils from long-stored whole pomegranate fruits. **J. Food Process. Preserv.**, v.36, p. 81-95, 2012.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteu micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, p.3-5, 2006. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/foolin-ciocalteu-micromethod-for-total-phenol-in-wine>>. Acessado em 17 de junho de 2018.

YOUSUF, B., SRIVASTAVA, A. K. Flaxseed gum in combination with lemongrass essential oil as an effective edible coating for ready-to-eat pomegranate arils. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.104, p.1030-1038, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.025>

YMM, E.W.; WILLS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal*, Londres, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.

ZAHRAN, A.A.; HASSANEIN, R.A.; ABDELWAHAB, A.T. Effect of chitosan on biochemical composition and antioxidant activity of minimally processed ‘Wonderful’ pomegranate arils during cold storage. **J. Appl. Bot. Food Qual**, v.88 p. 241-248, 2015.