



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

**TÁDRIA CRISTIANE DE SOUSA FURTUNATO**

**PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E CAPACIDADE  
ANTIOXIDANTE DA ROMÃ (CV. MOLAR) DURANTE O  
DESENVOLVIMENTO DO FRUTO**

**POMBAL-PB**

**2016**

**TÁDRIA CRISTIANE DE SOUSA FURTUNATO**

**PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E CAPACIDADE  
ANTIOXIDANTE DA ROMÃ (CV. MOLAR) DURANTE O  
DESENVOLVIMENTO DO FRUTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação Horticultura Tropical do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Horticultura Tropical. Linha de pesquisa: Fisiologia vegetal de plantas hortícolas.

**ORIENTADORA: Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo**

**POMBAL-PB  
2016**

**TÁDRIA CRISTIANE DE SOUSA FURTUNATO**

**PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E CAPACIDADE  
ANTIOXIDANTE DA ROMÃ (CV. MOLAR) DURANTE O  
DESENVOLVIMENTO DO FRUTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação Horticultura Tropical do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Horticultura Tropical  
Linha de pesquisa: Fisiologia Vegetal de plantas hortícolas.

Aprovada em: 25/05/ 2016

**EXAMINADORES**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra Railene Hérica Carlos Rocha Araújo  
UAGRA-CCTA-UFCG

---

Prof<sup>ª</sup>. Visitante Dra. Marinês Pereira Bonfim  
UAGRA-CCTA-UFCG

---

Prof<sup>º</sup>. Dr. Osvaldo Soares da Silva  
UATA-CCTA-UFCG

**POMBAL-PB  
2016**

*Dedico este trabalho a minha avó Joana Albina (in memória),  
por todo amor e proteção dada a mim.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado dons e tudo mais suficiente para que eu pudesse chegar a este estádio.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe Maria do Bom Sucesso de Sousa Furtunato, a quem devo partir do que tenho e do que sou. Agradeço-lhe a dedicação e amor recebidos sempre.

À Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade da realização do curso.

À Fazenda Águas de Tamanduá, pela concessão dos frutos e receptividade ao trabalho com romã.

A minha Orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo, pela valiosa orientação, compreensão e ensinamentos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos professores que se dispuseram a fazer partir da banca examinadora Marinês Pereira Bonfim e Osvaldo Soares da Silva.

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

Às amigas, Damiana Salviano de Gois e Fernanda Melo, pelo incentivo, amizade, carinho e toda a força que foram fundamentais em muitos momentos.

Aos meus amigos e colegas de trabalhos, Elny Alves Onias, George Alves, Ágda Forte, Wellington Guedes e Leandro Nunes por todas as horas de estudo e por tantas trocas de conhecimento durante nossos encontros.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1:</b> Temperatura, umidade relativa e precipitação do ar durante os meses de setembro a dezembro de 2014 e de janeiro a abril de 2015.....	15
<b>Figura 2:</b> Fases fenológicas de crescimento dos frutos de romãzeira ‘Molar’. A=0 dias (flores), B= 10 dias após a antese, C= 20 dias após a antese, D= 30 dias após a antese, E= 40 dias após a antese, F= 50 dias após a antese, G=60 dias após a antese, H= 70 dias após a antese, I= 80 dias após a antese, J= 90 dias após a antese e 100 dias após a antese.....	18
<b>Figura 3:</b> Marcação das flores por meio de fitas, Várzeas de Sousa-PB, 2014.....	19
<b>Figura 4.</b> Massa fresca do fruto (A), volume do fruto (B), da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	28
<b>Figura 5-</b> Diâmetro longitudinal (A) e diâmetro transversal (B), em romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	29
<b>Figura 6.</b> Índices L* (A), a*(B) e b*(C) da casca em romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	30
<b>Figura 7:</b> Ângulo h*(A) e cromaticidade C* (B) da casca em romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	31
<b>Figura 8:</b> L* (A); a*(B) e b*(C) do suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	32
<b>Figura 9:</b> Ângulo h*(A) e C* (B) do suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	33
<b>Figura10:</b> Acidez titulável (A) e pH (B) do suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	34
<b>Figura 11:</b> Sólidos Solúveis (A) e relação SS/AT (B), no suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	35
<b>Figura 12:</b> Açúcares totais (A) e açúcares redutores (B), no suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	36
<b>Figura 13:</b> Vitamina C (A) e compostos fenólicos (B), no suco da romã Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	37
<b>Figura 14:</b> Flavonoides (A), antocianinas(B) e carotenoides (C), no suco da romã Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	39

<b>Figura 15:</b> Atividade antioxidante pelo método DPPH (A), método ABTS (B) no suco da romã cv ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	41
<b>Figura 16:</b> Rendimento de óleo (A) e de amido (B) da semente da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.....	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Análise de solo do pomar de romã, variedade cv.‘Molar’. Várzeas de Sousa, 2015.....	16
<b>Tabela 2:</b> Análise foliar do pomar de romã, variedade cv.‘Molar’. Várzeas de Sousa-PB, 2015.....	17
<b>Tabela 3:</b> Caracterização biométrica das flores, no momento da antese, Várzeas de Sousa- PB, 2014.....	19



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Aspectos gerais da cultura.....	3
2.2 Desenvolvimento, crescimento e maturação do fruto .....	4
2.3 Atividade antioxidante .....	8
2.4 Ácidos graxos e amido na semente da romãzeira.....	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 Caracterização do pomar.....	14
3.2 Delineamento experimental.....	17
3.3 Condução do experimento.....	19
3.4 Características avaliadas: .....	20
3.4.1 Massa Fresca do Fruto (MFF).....	20
3.4.2 Volume do Fruto (VF).....	20
3.4.3 Diâmetro Longitudinal e Transversal (DL e DT).....	20
3.4.4 Coloração da Casca e Suco .....	20
3.4.5 Potencial Hidrogeniônico (pH): .....	21
3.4.6 Acidez Titulável (AT) .....	21
3.4.7 Sólidos Solúveis (SS).....	22
3.4.8 Relação SS/AT .....	22
3.4.9 Vitamina C .....	22
3.4.10 Açúcares Totais .....	22
3.4.11 Açúcares Redutores.....	23
3.4.12 Compostos Fenólicos Totais .....	23
3.4.13 Flavonoides e Antocianinas .....	23
3.4.14 Carotenoides.....	24
3.4.15 Capacidade Antioxidante .....	24

3.4.16 Determinações do rendimento de óleo das sementes de romã .....	25
3.4.17 Determinações do rendimento de amido das sementes de romã .....	26
3.5 Análise Estatística .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1 Biometria do fruto .....	27
4.2 Coloração da casca e do suco .....	29
4.3.1 Acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH) .....	33
4.3.2 Sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT .....	34
4.3.3 Açúcares totais e redutores.....	35
4.3.4 Vitamina C e Compostos Fenólicos .....	36
4.3.5 Flavonoides, Antocianinas e Carotenoides .....	38
4.3.6 Capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS .....	40
4.4 Rendimento de óleo e amido da semente da romã .....	42
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>53</b>

FURTUNATO, T. C. S. **Propriedades físicas, químicas e capacidade antioxidante da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.** 2016. 68f. Dissertação (Mestrado Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande-Pombal – PB.

## RESUMO

A caracterização das transformações que ocorrem durante o desenvolvimento do fruto possibilita identificar o período em que os frutos reúnem o maior número de características que expressam a qualidade do fruto para a comercialização *in natura* ou industrial. Assim o objetivo deste estudo foi quantificar as mudanças nas características físicas, físico-químicas e atividade antioxidante do suco e rendimento de óleo e amido da semente da romã cv. ‘Molar’, durante o desenvolvimento do fruto. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram constituídos pela idade dos frutos (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após a antese), com quatro repetições constituídas por cinco frutos por parcela totalizando 20 frutos por tratamento. Após a colheita os frutos foram transportados para o Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal-PB, onde foram realizadas as análises físicas, físico-químicas, atividades antioxidantes do suco. A análise de rendimento de óleo e amido das sementes foi realizada pelo Laboratório Instituto Tamanduá, Patos-PB. Ao longo do desenvolvimento ocorreram alterações nas características físicas, físico-química, atividade antioxidante e de rendimento do óleo e amido da semente. Romãs cv. ‘Molar’ tiveram uma massa de 200 g, formato oblíquo, no que diz respeito a variável volume do fruto constatou-se aumento até os 100 dias de idade. Os frutos apresentaram alteração na coloração da casca a partir dos 50 dias sendo que aos 90 dias os frutos apresentaram coloração amarelo-alaranjado. No suco houve evolução da cor para um rosa avermelhado com redução da intensidade com o avanço da idade. Para as análises químicas constatou-se redução da acidez titulável (AT) a partir dos 80 dias enquanto que no mesmo período houve aumento no teor de SS, SS/AT, açúcares totais e redutores e vitamina C com o desenvolvimento do fruto. No que diz respeito aos pigmentos, fenólicos, antocianinas e carotenoides, verificou-se que com o aumento da idade dos frutos, a concentração de fenólicos diminui linearmente, enquanto que a concentração de antocianinas ocorreu um aumento polinomial atingido concentração máxima aos 90 dias apresentando-se uma coloração avermelhada, ao mesmo tempo os carotenoides apresentaram a menor concentração aos 90 dias de idade com valor de 0,18  $\mu\text{L}/100\text{ mL}^{-1}$ . O tratamento de 90 dias foi o que apresentou a maior capacidade antioxidante com valores de 3501,00 g.polpa.100 mL de DPPH e 10546,52  $\mu\text{M}$  Trolox/g polpa para os métodos DPPH e ABTS respectivamente, revelando alta atividade antioxidante dos frutos nesse período. Rendimento do óleo e amido da semente alterou-se significativamente durante o desenvolvimento do fruto da romã. Houve acréscimo de 11,57% no rendimento de óleo dos 60 para os 100 dias após a antese, em contra partida ocorreu um decréscimo no rendimento de amido tendo o menor rendimento nos frutos colhidos aos 100 dias (12,97%). Diante dos resultados obtidos observa-se que os frutos colhidos aos 90 dias reuniram o maior número de características de qualidade, que juntas possibilitaram identificar a idade na qual os frutos encontram-se aptos a serem colhidos, nas condições de cultivo das Várzeas de Sousa, PB.

**Palavras- chaves:** *Punica granatum L.*, índices de maturação, qualidade.

<sup>1</sup>**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

FURTUNATO, T. C. S. **Physical, chemical properties and antioxidant capacity of the pomegranate hp. 'Molar' during the development of the result.** 2016. 68f. Dissertation (Master's degree Tropical Horticulture) - Federal University of Prairie - Dovecote – PB.

### ABSTRACT

The characterization of the transformations that take place during the fruit development of the result makes possible to identify the period in which the results join the biggest number of characteristics that express the quality of the result for the marketing in natura or industrial. So the objective of this study quantified the changes in the physical characteristics, chemical-physically and antioxidant activity of the juice and profit of oil and starch of the seed of the pomegranate hp.'Molar', during the development of the result. The experimental delineation was it completely casualizado, whose treatments were constituted by the age of the results (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 days after the antese), with four repetitions constituted by five results by piece totalizing 20 results for treatment. After the harvest the results were transported for the Laboratory of Analyses of Foods of the Federal University of Big Prairie (UFCG), Campus Of - PB, where the physical analyses were carried out, chemical-physically, antioxidant activities of the juice. The analysis of profit of oil and starch of the seeds was carried out by the Laboratory Institute Anteater, - PB. Along the development alterations took place in the physical characteristics, chemical-physically, antioxidant activity and of profit of the oil and starch of the seed. Pomegranates hp. 'Molar' they had a mass of 200 g, oblique format, what concerns variable volume of the result increase was noted up to 100 days of age. The results presented alteration in the coloration of the bark from 50 days being that to 90 days the results presented coloration orangey-yellow. In the juice there was evolution of the color for a rose reddened with reduction of the intensity with the advancement of the age. For the chemical analyses (AT) noted reduction of the acidity titulável from 80 days whereas in the same period there was increase in the tenor of SS, SS/AT, total and reducing sugars and vitamin C with the development of the result. What concerns the pigments, fenólicos, antocianinas and carotenoides, happened what with the increase of the age of the results, the concentration of fenólicos reduces linearly, whereas the concentration of antocianinas took place an increase polinomial when the very concentration was reached to 90 days when a reddish coloration is showing up, at the same time the carotenoides presented the least concentration to 90 days of age with value of 0,18  $\mu\text{L}/100\text{ mL}^{-1}$ . The treatment of 90 days was what pulp presented the biggest antioxidant capacity with values of 3501,00 g.polpa.100 mL of DPPH and 10546,52 a Trolox/g for the methods DPPH and ABTS respectively, revealing high antioxidant activity of the results in this period. Profit of the oil and starch of the seed was altered significantly during the development of the result of the pomegranate. There was addition of 11,57 % in the profit of oil of the 60 for 100 days after the antese, in against departure a decrease took place in the starch profit having the least profit in the results gathered to 100 days (12,97 %). Before the obtained results it is noticed that the results gathered to 90 days joined the biggest number of quality characteristics, which boards made possible to identify the age in which the results are suitable to be gathered, in the conditions of cultivation of the Meadows of Sousa, PB.

**Keywords:** *Punica granatum L.*, maturation rates, quality.

<sup>1</sup>**Guidance:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Railene Herica Carlos Rochá Araújo

## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que a romã é cultivada em mais de 300.000 hectares, dos quais mais de 50 % estão localizados na Índia, China e Irã (QUEIROZ, 2009). No Brasil o cultivo está localizado em Belém, Fortaleza, João Pessoa, nas serras nordestinas, na planície litorânea, nas serras e nos planaltos do Sudeste, Sul e Centro-Oeste (SOUSA et al., 2013). Segundo Watanabe e Oliveira (2014) o volume comercializado na CEAGESP até o ano de 2012 chega próximo de 600 toneladas, sendo os meses de maior oferta de romã na CEAGESP os meses de novembro, dezembro e janeiro e os de melhores preços são os de agosto, setembro e outubro.

A comercialização de romã tem aumentado e despertado o interesse de fruticultores brasileiros, porém o conhecimento da qualidade e da viabilidade comercial do fruto é incipiente. Neste sentido existe a necessidade de maiores conhecimentos sobre a cultura no que diz respeito aos aspectos agrônômicos da espécie e mercado consumidor.

Os frutos da romãzeira são do tipo baga, globóides, medindo até 12 cm, com numerosas sementes envolvidas por um suco róseo, cheio de um líquido adocicado (DEGÁSPARI e DUTRA, 2011). São ricos em ácidos orgânicos, açúcares, vitaminas, polissacarídeos, polifenóis e minerais (AL-MAIMAN e AHMAD, 2002). Devido a sua composição os frutos são usados no tratamento de várias doenças não transmissíveis. Além do uso na medicina, a romã é utilizada nas indústrias de alimentos, na fabricação de sucos, geleias, aromatizantes e corantes.

A romã por trata-se de um fruto não climatérico faz necessário à realização da colheita quando o fruto atingir a maturação, período que reúne maiores características de qualidade, em geral, a maturação varia entre 4,5 a 6 meses após a floração, dependendo da variedade e das condições climáticas (SERRANO, 2012).

Durante o desenvolvimento dos frutos ocorrem tanto transformações morfológicas, bioquímicas e físico-químicas que resultam em aumento do peso, do volume dos frutos, alteração da coloração, na acidez, no teor de açúcares totais, entre outras transformações (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Assim, o conhecimento dessas transformações é de grande relevância para que possa identificar a época de colheita do fruto.

Estudos sobre a romãzeira no Brasil ainda são raros, contudo pesquisas recentes vêm sendo realizadas. De acordo com Silva et al. (2015) a romã cv. 'Molar' produzida em sistema orgânico no semiárido paraibano é classificada como doce, com baixa acidez, inferior

a 0,75% de ácidos cítricos e sólidos solúveis entre 12 e 15%, podendo ser conservada até seis dias à 27°C e 28% UR para a comercialização *in natura*. Complementando Moreira et al. (2015), verificaram que sob refrigeração, a romã cv. ‘Molar’ pode permanecer armazenada a 12°C por 36 dias seguidos de ‘*shelf life*’ de dois dias a 24°C, sem prejuízos nos atributos de qualidade biométricos, visuais e físico-químicos, para a comercialização *in natura*.

Desta forma, pretende-se por meio deste estudo quantificar as mudanças nas características físicas, físico-químicas, capacidade antioxidante do suco e o rendimento do óleo e do amido da semente da romã cv. ‘Molar’, durante o desenvolvimento do fruto.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da cultura

A romãzeira (*Punica granatum*), pertencente à família Punicaceae, trata-se de um arbusto ramoso ou arvoreta, com folhas simples, cartáceas, dispostas em grupos de 2 ou 3, de 4-8 cm de comprimento, mais ou menos espinhoso (LORENZI et al., 2006; WERKMAN et al., 2008). Suas flores podem ser solitárias ou agrupadas e podem ser classificadas como masculino ou hermafroditas (Pomasa, 2013), constituídas de corola vermelha alaranjada e um cálice esverdeado, duro e coriáceo. Os frutos podem ser redondo ou esférico, com casca dura de coloração variada, muitas vezes é considerado como baga (LORENZI et al., 2006; WERKMAN et al., 2008). O interior é separado por paredes membranosas e tecido esponjoso branco em compartimentos embalados com sacos preenchidos, sendo carnudos, suculentos, de cor vermelha, rosa ou polpa esbranquiçada chamado de arilo. Em cada arilo, existe uma semente branca ou vermelha, angular, mole ou dura (FAWOLE e OPARA 2013d). De acordo com Gomes (2015), ao avaliar as mudanças da biometria da romã cv. Molar produzida no semiárido, ele estima que o fruto se divide basicamente em casca e membranas carpelares correspondendo a 50%, o suco 29% e a semente 21% da massa do fruto.

*Punica granatum* originária da região do Oriente Médio, se espalhou em toda a região do Mediterrâneo, sendo cultivada em quase todo mundo, inclusive no Brasil (LORENZI e MATOS, 2008).

Cerca de 3.000 cultivares foram descritas, porém apenas a cultivar ‘Wonderful’ é comumente cultivada em todo o mundo, especialmente na Califórnia, Chile e Israel (Glozer e Ferguson, 2008), no entanto pode-se citar outra cultivar a cv. ‘Molar’ que é a mais cultivada na Espanha (Marm, 2010), destacando-se em relação às demais variedades no Brasil, essa cultivar por sua vez esta sendo cultivada na cidade de Sousa no sertão paraibano.

Os frutos da cultivar ‘Mollar de Elche’, são de tamanho médio, com peso médio de 262g, cor rosa ou vermelho brilhante, resistente ao transporte, com sementes abundantes e rendimento de 72,7% do seu suco, possui baixa acidez e baixo conteúdo de fibras nos sucos das sementes (USEP, 2013).

O maior interesse dessa cultura no mundo é o consumo de frutas frescas (Sousa et al., 2013), mas também pode ser utilizada em clínicas especializadas na área da medicina

moderna, por apresentarem na sua composição substâncias que atual no combate ou prevenção de diversas de doenças e também no uso em diversas receitas.

Atualmente existem trabalhos científicos que relatam a funcionalidade da romã. Estudos farmacológicos que têm demonstrado propriedades antioxidante (Elfalleh et al., 2011), atividade antitumoral (Oliveira et al., 2010); antimicrobianas, odontológicas, antifúngicas, quimioprotetoras, entre outras propriedades (DEGÁSPARI e DUTRA, 2011).

## 2.2 Desenvolvimento, crescimento e maturação do fruto

O desenvolvimento do fruto é caracterizado por distintas etapas que são: formação, crescimento, maturação e senescência. Numerosos processos bioquímicos sintéticos e degradativos acontecem de forma sequencial ou concomitante em cada uma das fases do desenvolvimento dos frutos, resultando em modificações nas características físicas, físico-químicas e bioquímicas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A fase de crescimento trata-se de uma etapa do desenvolvimento do fruto marcado pelo aumento das células, por meio do alongamento da superfície da parede celular, além da biossíntese de novos constituintes. Esta fase conduz os frutos à maturidade fisiológica, ou seja, leva-os a um estado que os tornam comestíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A maturidade por sua vez caracteriza-se por mudanças de natureza bioquímicas, que resultam em características estéticas e de qualidade para o fruto, como evidenciadas pelas mudanças na sua composição, na cor, na textura e em outros atributos sensoriais (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Durante a maturação ocorre um período climatérico, nesta fase de desenvolvimento a taxa de respiração dos frutos pode aumentar dependendo da natureza do fruto em ser climatérico ou não climatérico (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os frutos climatéricos são aqueles que apresentam um aumento na taxa de respiração durante a transição da etapa de maturação para senescência, enquanto que os frutos não climatéricos não exibem este aumento, mas sim um declínio na respiração (KAYS, 1991).

A romã trata-se de um fruto não climatérico, devido apresentar baixa atividade respiratória (CRISISTO et al., 1996). Fawole e Opara (2013d) confirmaram o padrão respiratório não climatérico da romã, ao avaliarem as cultivares 'Bhágwa', e 'Ruby'. Os mesmos autores relatam que a natureza não-climatérica dos frutos foi caracterizado por um declínio



gradual na respiração dos frutos durante e após primeiro mês de frutificação, e diminuiu acentuadamente com o avanço da maturidade (FAWOLE e OPARA, 2013d).

Os frutos apresentam um padrão de crescimento que podem ser sigmoidal simples ou sigmoidal dupla, a primeira está relacionada a uma etapa de rápido crescimento após a fecundação culminado com a maturação e por fim uma fase de desaceleração, o segundo padrão caracteriza-se por apresentar duas fases de crescimento rápido, tendo uma fase intermediária entre elas sendo de crescimento lento ou nulo e por fim à desaceleração do crescimento na fase final (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com Gomes (2015), a romã cultivada no sertão paraibano em sistema orgânico caracteriza-se por apresentar um crescimento sigmoidal dupla, apresentando quatro fases de desenvolvimento distintas. Durante a fase I há ascensão do crescimento do fruto. Na fase II ocorre uma estabilidade no crescimento do fruto. Já na fase III há uma retomada na ascensão do crescimento do fruto, atingindo os valores mais elevados da curva sigmoidal dupla. Na fase IV trata-se de uma fase de declínio que pode culminar com o início da senescência do fruto.

Castro Neto e Reinhárdt (2003) descrevem que a taxa de crescimento dos frutos em desenvolvimento tem sido determinada com base no diâmetro, comprimento, circunferência, peso, volume, coloração e formato do fruto, desde a antese até a maturação do fruto.

O tamanho trata-se de uma característica avaliada através do diâmetro, comprimento, largura, peso ou volume (gravidade específica) e a forma, pela relação entre os diâmetros ou por outras características peculiares da espécie ou cultivar. Sendo esses dois atributos, tamanho e forma, importantes parâmetros que quando variam entre os mesmos produtos, irão afetar a escolha pelo consumidor, as práticas de manuseio, o potencial de armazenamento, a seleção de mercado e o destino final, consumo *in natura* ou indústria (CHITARRA e CHITARRA, 2005, SILVA et al., 2015).

Sadeghi (2010) observou quatro cultivares de romã “Red Sweet-e-Behsháhr” (RSB), “Sour romã de Behsháhr” (SPB), “Yellow Sweet-e-Behsháhr” (YSB) e “Sour Romã-e-Fereidoonkenar” (SPF), alterações nas características físicas, no qual frutos que possuem maior teor de casca foram normalmente mais apropriado para o transporte e cultivares com menor teor de casca foi os preferidos para consumo fresco e local. Também verificou-se variações entre as cultivares quanto a quantidade de sucos, sendo maior na cultivar “Yellow Sweet-e-Behsháhr” (YSB) e menor na cultivar “Sour Romã-e-Fereidoonkenar” (SPF) determinando que as frutas com menos arilo têm menor teor de suco (SADEGHI, 2010).

A coloração trata-se de outro parâmetro de qualidade que corresponde um dos principais indicativos de amadurecimento dos frutos além de ser um atrativo para o consumidor. Três tipos principais de pigmentos ocorrem nos produtos vegetais: clorofila, carotenoides e antocianinas. A perda de clorofila conseqüentemente, da cor verde indica maturidade. A coloração varia intensamente com as espécies e mesmo entre cultivares (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com Melgarejo et al., (1997), estudando a fenologia da cultivar espanhol 'Mollar de Elche' durante o desenvolvimento e maturação relatam que a casca apresenta uma coloração que varia de verde para amarelo esverdeado, e finalmente a acastanhado amarelo com manchas avermelhadas, quanto o suco muda de branco para rosa-vermelho. Estudo com a cultivar 'Wonderful' mostrou que a pigmentação vermelha aumentou significativamente durante o amadurecimento do fruto (SHWARTZ et al., 2009). Borochove-Neori et al. (2009) demonstraram que a intensidade da cor vermelha de sucos do fruto foi inversamente relacionada com unidades de calor acumulado durante o desenvolvimento e maturação.

As características físico-químicas também sofrem transformações com crescimento do fruto.

Segundo Ozgen et al. (2008) estudando as propriedades antioxidantes e químicas de várias cultivares da região mediterrânea da Turquia, verificaram que em variedades ácidas, a acidez varia de 2 a 2,5 %, com predominância do ácido cítrico, enquanto que em variedades doces, o teor de acidez varia de 0,2 a 0,4 %, possuindo quantidades semelhantes de ácido cítrico e málico, ou em alguns casos, predominância do ácido málico, assim a composição de ácidos orgânicos varia de acordo com o tipo de romã. Complementando de acordo com Silva et al. (2015) a romã cv. 'Molar' produzida em sistema orgânico no semiárido paraibano é classificada como doce, sendo sua acidez inferior a 0,75% de ácido cítrico e sólidos solúveis entre 12 e 15%.

O ácido ascórbico diminui durante os primeiros estádios de desenvolvimento dos frutos e se mantém mais ou menos estável nos estádios finais de maturação, com valores entre 10 e 36 mg/100g, dependendo da variedade (SAYYRI et al., 2010)

Durante a maturação há um acúmulo de açúcares e uma redução na acidez total (KULKARNI e ARADHYA, 2005). Os principais açúcares são frutose e glicose, cujas concentrações no momento da colheita variam entre 3 e 8 % dependendo da cultivar, com concentrações de sólidos solúveis variando de 10 a 18 % (FADAVI et al., 2006; OZGEN et

al., 2008). Os açúcares simples encontra-se principalmente nos frutos maduros, enquanto o amido está presente em frutos verdes (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com Kulkarni e Aradh (2005), ao estudarem var. Ganesh, em diferentes estádio de desenvolvimento (20-, 40-, 60-, 80-, 100-, 120- e 140 dias de idade), verificaram que houve aumento na concentração de solido solúveis (SS), açúcares totais e açúcares redutores e juntamente uma diminuição dos fenólicos totais e ácido ascórbico no mesmo período, durante o desenvolvimento do fruto.

Os compostos fenólicos são agrupados em flavonoides e não flavonoides (ácidos fenólicos e cumarinas). Exemplos de fenólicos e não flavonoides são o resveratrol, encontrado em vinho, ácido elágico, encontrado em caqui e romã, e ácido clorogênico, encontrado em café, kiwi. Os principais flavonoides incluem as antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, isoflavonas, flavanóis (catequinas) e as proantocianidinas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os compostos fenólicos apresentam participação no “flavor”, na coloração, na vida de prateleira e na ação do produto como alimento funcional, notadamente como antioxidante (CHITARRA e CHITARRA, 2005), esse grupo de compostos é importante para proteger as plantas contra os raios UV, insetos, fungos, vírus e bactérias (RODRIGUES et al., 2012). Entretanto, quando em concentração muito elevada ou em composição inadequada, estes compostos podem conferir características indesejáveis, como o escurecimento enzimático de frutas e a interação com proteínas, carboidratos e minerais (ROCHA et al., 2011). Trata-se de substâncias amplamente distribuídas na natureza. Esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais e frutas.

A participação dos compostos fenólicos como antioxidantes é devida as suas propriedades de oxido-redução, desempenhado um papel na absorção e neutralização de radicais livres, bem como, em virtude de seus radicais intermediários estáveis que impedem a oxidação de vários ingredientes dos alimentos (BRAND-WILLIANS et al., 1995).

Os flavonoides destacam-se entre os compostos fenólicos como um dos mais importantes na função antioxidativa em relação aos demais compostos, além de serem os mais abundantes na alimentação (VENCESLAU, 2013).

As antocianinas são os compostos fenólicos predominantes na romãzeira, além de atuarem como uns dos mais importantes antioxidantes naturais são responsáveis pela intensa coloração vermelha do suco de romã, a qual é um dos parâmetros de qualidade que mais influenciam na aceitação sensorial dos consumidores (BOROCHOV-NEORI et al., 2009; PATRAS et al., 2010). Jardini et al. (2010) observaram que o conteúdo de compostos

fenólicos totais na composição de sete variedades de romã variou de 1.864 a 3.803mg/L no suco da fruta, obtido por extração manual.

Estudos realizados na África do Sul com romã (cv. Ruby) em cinco estádios de maturação, estabelecidos entre 54 e 139 dias após a antese indicaram grandes mudanças na composição do fruto durante o desenvolvimento, há aumento significativo nos sólidos solúveis, açúcares e nas antocianinas, porém, um significativo declínio na acidez titulável, ácidos orgânicos e nos fenólicos totais, revelando que com o avanço dos estádios de maturação foi caracterizada por intensa pigmentação na casca e nos sucos, assim ocasionando melhorias na qualidade do suco (FAWOLE e OPARA, 2013a). As análises indicaram que os atributos de coloração da casca e do suco e a relação SS/AT podem ser utilizados como indicativos da maturação e amadurecimento da romã vc. Ruby (FAWOLE e OPARA, 2013a).

### 2.3 Atividade antioxidante

Atividade antioxidante está relacionada a qualquer substância capaz de retardar ou impedir danos devido à oxidação, estando em menor concentração, quando comparado com o agente oxidante (SILVA et al., 2010). As substâncias antioxidantes podem apresentar diferentes propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos, assim são classificadas em duas categorias principais: antioxidantes primários e secundários (SILVA et al., 2010).

Os antioxidantes primários são capazes de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais livres graças à doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, o que transforma os radicais em substâncias estáveis, enquanto que os antioxidantes secundários apresentam uma grande variedade de modos de ação: ligação de íons metálicos (alteração de valência); inativação de ERO (Espécies Reativas de Oxigênio), conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicaais ou absorção de radiação UV (MAISUTHISAKUL et al., 2007).

Os vegetais, em particular as frutas, apresentam em sua constituição vários compostos com ação antioxidante Mello et al., (2008), os principais antioxidantes são as vitaminas C e E, os Carotenoides e os compostos fenólicos, especialmente os flavonoides (SILVA et al., 2010).

Para avaliação da atividade antioxidante são utilizados diferentes métodos, visto os vários mecanismos de antioxidante, bem como a diversidade de compostos bioativos além

da complexidade quanto ao seu modo de combater os distintos radicais livres (SOARES et al., 2008). Entre as metodologias existentes que são utilizadas para avaliação da atividade antioxidante, destacam-se os métodos que utilizam os radicais DPPH e ABTS, além do método de cooxidação do  $\beta$ -caroteno ácido linoleico, devido à facilidade de execução e pela boa correlação com as demais metodologias antioxidantes (COSTA et al., 2013).

O método de sequestro do DPPH se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante para o radical livre, assim o poder redutor do composto a ser testado é avaliado, contudo substâncias pró-oxidantes não são detectadas (MELLO et al., 2008). O método ABTS também baseia-se na transferência de elétrons gerando uma reação química, eletroquímica ou enzimática, assim com essa metodologia, pode-se medir a atividade de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica (KUSKOSKI et al., 2005).

Nascimento et al. (2011) relatam que atividade antioxidante geralmente está correlacionada com a presença de flavonoides na amostra. Contribuindo Lucci et al., (2015) descrevem que elevados níveis de compostos fenólicos em todas as partes da fruta da romã.

O suco da romã possui atividade antioxidante três vezes maior do que o chá verde ou vinho vermelho (JADON et al., 2012). Conforme Jardini e Mancini Filho (2007), a polpa e as sementes de romã apresentam potencial antioxidante, verificado pela presença de compostos com capacidade redutora, identificados por meio de cromatografia em camada delgada.

Ao investigarem as mudanças na composição química, juntamente com atividade antioxidante, em sucos de romã durante as diferentes fases de desenvolvimento dos frutos (20, 40, 60, 80, 100, 120 e 140 dias de idade) Kulkarni e Aradhya (2005) constaram que aos 60 dias o suco apresentava uma menor atividade antioxidante, enquanto que aos 80 dias em diante houve aumento da atividade antioxidante.

Kar et al. (2011) ao quantificar a capacidade antioxidante de 9 ecótipos tunisianos verificaram que o ecótipo TN1 apresentou 7 vezes mais atividade antioxidante do que a do ecótipo GB 4, sendo assim o suco de TN ecótipo 1 pode ser considerado como potencialmente útil como uma fonte de antioxidantes naturais para alimentos ou produtos farmacêuticos.

Tehranifar et al. (2010), ao estudarem 20 cultivares de romã cultivados no Irã, verificaram, que as cultivares 'Malas Pust Sefeed' e 'Torsh Shávar Kashmar' apresentaram os maiores e menores níveis de fenólicos totais e atividade antioxidante, respectivamente. Diante disso os autores Tehranifar et al. (2010) concluíram que existe uma relação estreita entre os fenólicos totais e atividade antioxidante.

Usando os métodos FRAP e ORAC, Elfalleh et al. (2011), determinaram atividade antioxidante para o suco de romã de 6 ecótipos tunisinos, onde observaram uma variação de 6,36 mmol/L no ecótipo ZH para 8,65 mmol/L no ecótipo GR e variação de 5,94 mmol/L no ecótipo GB3 para 8,18 mmol/L no ecótipo GR nos respectivos métodos.

Ao estudarem a capacidade antioxidante das cultivares de romã Nayana, Daya, Nimali, pelos métodos DPPH e ABTS, Bopitiya e Madhujith (2012), obtiveram valores de IC50 que variaram de 0,182 mg/mL a 0,446 mg/mL com a cultivar Nayana mostrando a atividade antioxidante mais elevada, seguido pela cultivar Indiana, Nimali e Daya, enquanto que para o ABTS os valores variaram entre 93,1% e 72,73%, com o valor mais elevado observado na cultivar Nayana. Bopitiya e Madhujith (2012) relatam também que a atividade antioxidante do suco da romã encontrada pode variar consideravelmente, dependendo da cultivar, de fatores climáticos, colheita, processamento e condições de armazenamento.

Marchi et al. (2015), ao avaliarem a implementação de dois métodos de secagem no potencial antioxidante do extrato aquoso e etanólico da casca de romã, observaram que o método ABTS apresentou elevada atividade antioxidante quando comparado com método DPPH. Em contraste Zaouay et al. (2012), demonstram que a atividade sequestradora de DPPH e ABTS foram significativa, apresentando valores em um intervalo de 11,91 - 22,50 mg TEAC e valores de 11,24 e 21,85 mmol L<sup>-1</sup> Trolox respectivamente, sendo que ambos os métodos a variedade MZ2 apresentou a maior atividade antioxidante, não havendo distinção entre os métodos.

## 2.4 Ácidos graxos e amido na semente da romãzeira

Os óleos vegetais são comumente extraídos de sementes oleaginosas, da polpa de frutas e de germes de cereais. Sendo constituído principalmente de triglicerídeos (95-98%) e uma mistura de componentes menores (2-5%) de uma vasta série de compostos químicos. A quantidade de substâncias, tanto qualitativa quanto quantitativa, dependera da espécie vegetal (CORSO, 2008).

Nos últimos dez anos, o mercado mundial de óleos vegetais tem se caracterizado pelo crescimento mais acentuado na demanda que na oferta (SILVA et al., 2012). Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2012) a produção mundial dos óleos comanditeis aumentou cerca de 25% enquanto os estoques mundiais recuaram, no mesmo período.

Segundo Luzia et al. (2010), a composição em ácidos graxos dos alimentos é de grande importância, principalmente os poli-insaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, aos quais se atribuem numerosos benefícios ao organismo humano.

O fruto da romã se divide basicamente em casca mais membranas carpelares, suco polposo e semente, sendo as sementes responsáveis por 21% da massa fresca do fruto (GOMES, 2015). Segundo Al-Maiman e Ahmad o teor de óleo de sementes varia de 12 a 20% das sementes numa base de peso seco.

Segundo Kalmara et al. (2015) as sementes de romã, poderia ter aplicações mais benéficas em indústrias de alimentos em vez de ser utilizado como alimento para animais ou em produtos cosméticos comerciais. Uma maneira de utilizar as sementes é a extração do óleo e usá-lo em vários produtos alimentares, visto suas propriedades benéficas.

O óleo de semente de romã é caracterizado pela presença de ácidos graxos poli-insaturados e outros lipídios (FADAVI et al., 2006; SILVA et al., 2012). Atualmente o óleo da semente já é utilizado mundialmente como ingrediente bioativo, devido suas propriedades anti-inflamatórias e até mesmo antitumorais (Werkman et al., 2008), além de poder ser uma boa fonte de nutrientes (JING et al., 2012).

Lucci et al. (2015) expõem que o óleo da semente da romã inibem a proliferação e invasão de várias linhas de células de câncer humano. Elfalleh et al. (2011) contam que o óleo de sementes de romã contém quantidades elevadas de tocoferol, que devido as suas propriedades combate os radicais, apresentando um efeito antioxidante. Assim os perfis lipídicos de sementes de romã ganharam uma grande atenção (Pande e Akoh, 2009), refletindo em maiores estudos que quantifica e identifica os lipídios existentes na semente de romã.

Em estudo realizado recentemente por Verardo et al. (2014), o óleo de sementes de romã contém grandes quantidades de ácidos conjugados linoléico, tais como ácido púnico, na gama de 74 - 85% do teor total em ácidos gordos. Outros ácidos gordos principais são ácido oleico, ácido linoleico e ácido palmítico, respectivamente (VERARDO et al., 2014). Corroborando Jardini e Mancini-Filho (2007) também verificaram que o perfil de ácidos graxos do óleo extraído das sementes de romã apresentou elevada quantidade de ácidos linoleico e oleico, perfazendo um total de 70,09% de ácidos graxos insaturados.

Uma avaliação do perfil lipídico nas sementes de romã testado por Pande e Akoh (2009), foi obtida um teor médio de lipídeo de 19,2%. Segundo Silva et al. (2012), as sementes apresentaram, cerca de 30 % de óleo. Contradizendo Fernandes et al. (2015) ao estudarem nove cultivares espanholas, verificaram que o teor de lipídeo mais elevada foi

obtidos para o cultivar Katirbasi (13,70%), seguido por CG8 (12,04%), três vezes mais elevadas do que a cultivar Valenciana, com uma média de 4,44%.

Jing et al. (2012) relatam que os teores de lipídeos foi de 11,4 e 14,8%, para as cultivares Suanshiliu e Sanbaitian, respectivamente. Górnas e Rudzinska (2016) ao estudarem nove variedades de frutas, dentre estas à romã oriunda da Índia, verificaram que a mesma apresentou teor de óleo de 25,4%, sendo o seu rendimento inferior apenas para as sementes de melão (27,6%) e melancia (28,5%). Kalamara et al. (2015) ao testarem métodos de extração, observaram que o método de extração direta ultrassom assistida teve um rendimento de óleo que variou entre 15,66 e 18,16 wt.%.

No que diz respeito ao amido, trata-se de um constituinte da maioria das plantas superiores, sendo acumulado transitoriamente nos cloroplastos, durante o dia, quando a fotossíntese excede a demanda de assimilação pela planta, e transladado, durante a noite, para outras partes da planta, na forma de açúcares (BEEMILLER e WISTLER, 2009).

O amido trata-se de uma molécula de polissacárido (composto por uma mistura de dois polímeros chamados de amilose e anilipectina), que ocorre naturalmente, biodegradável, e abundantemente disponível, sendo amplamente distribuídos sob a forma de pequenos grânulos, em caules, raízes, grãos, frutos e de todas as formas de plantas verdes (OBOH et al., 2015).

Algumas frutas quando verdes, apresentam elevado teor de amido como manga, banana, maçã. Com a evolução da maturação, o amido é convertido em açúcares solúveis e essa transformação tem efeito notável no sabor e textura. Assim o teor de amido pode ser usado como indicador de maturação, principalmente se as frutas forem comercializadas de imediato (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Além de poder ser um indicativo de maturação das frutas, nas últimas décadas, polissacarídeos de plantas têm atraído atenção na área biomédica, devido à sua ampla espectro de propriedades terapêuticas e toxicidade relativamente baixa (SCHEPETKIN e QUINN, 2006). Visto que dificilmente surgem novos regentes químicos que são aprovados para uso alimentar, as indústrias de alimentos e os produtores agrícolas estão interessados na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos nativos, com características físico-químicas especiais, como resistência a acidez, solubilidade e resistência a baixas e/ou altas temperaturas (SANTOS et al., 2013).

Diante desse cenário, vem sendo desenvolvidos pesquisas que relatam a quantificação e identificação dos compostos existentes no amido em sementes de algumas



frutas, como jaca (Santos et al., 2013), manga (Silva et al., 2013) e abacate (CHEL-GUERRERO et al., 2016)

Santos et al. (2013), ao avaliarem três métodos de extração para o amido de sementes de jaca em duas variedades, uma mole e outra dura, constataram que ambas apresentam elevado potencial amiláceo, com percentual de amido 31,7% e 30,93%, respectivamente.

Ao caracterizar o amido da amêndoa do endocarpo da manga, variedade Tommy Atkins Silva et al. (2013), relataram que o amido extraído da amêndoa apresentou rendimento de 59,82% em peso de amêndoas e teor de amido de 90,00%.

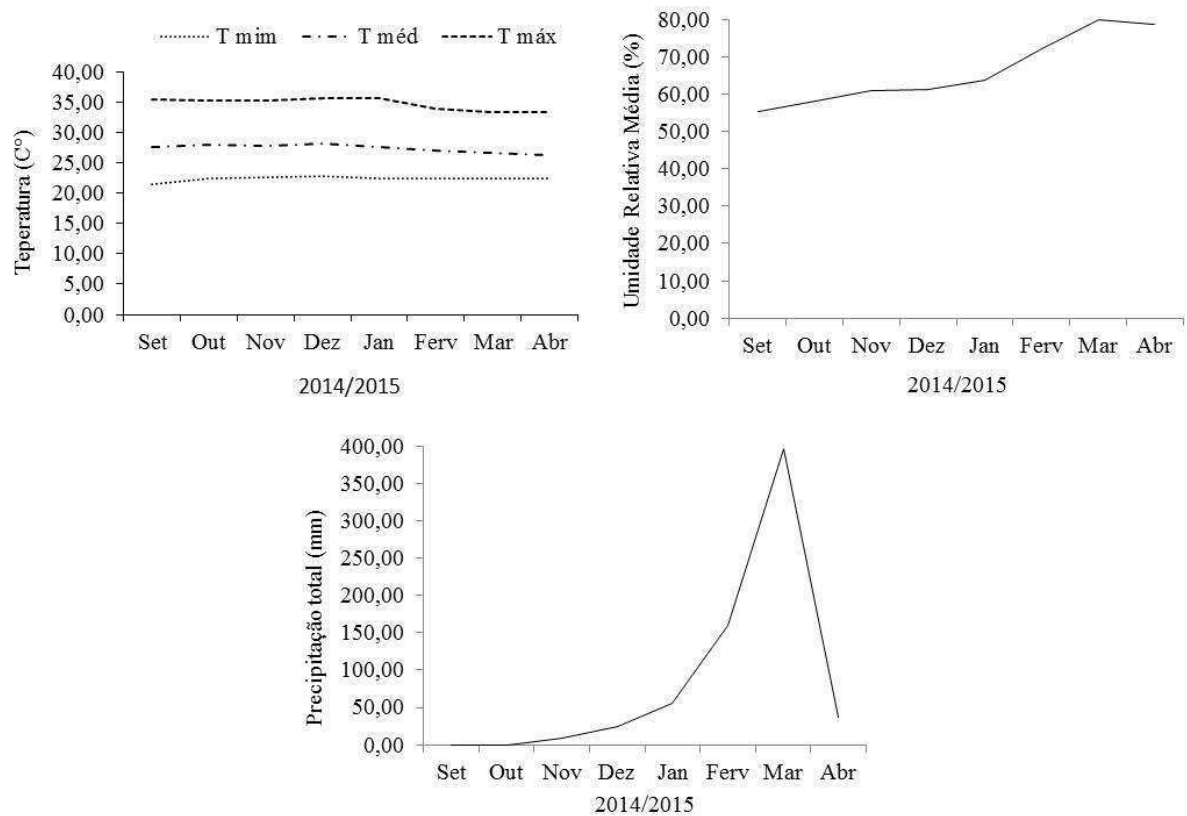
Não foi encontrado na literatura trabalhos que relatam o teor de amido nas sementes de romã durante o crescimento do fruto.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em um pomar comercial de romã cultivar Molar com seis anos, pertencente à Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa-PB, (longitude 38°13'41" e latitude 06°45'33") (Moreira et al., 2015), distante 30 km do município de Pombal- PB, cuja produção é certificada pela Associação de Certificação Instituto Biodinâmico (IBD), Lei 10.831 (BRASIL, 2003). A área possui seis anos e 2,6 há instalado a partir de mudas produzidas via seminífera.

#### 3.1 Caracterização do pomar

A área de cultivo caracteriza-se como um vertissolo de textura argilosa, cujas plantas foram dispostas no espaçamento 4,0 m x 4,0 m, em forma de triângulo. Foram realizadas práticas de adubação e irrigação. A adubação foi feita usando composto curtido tendo em sua composição esterco ovino, restos culturais de capim elefante, palha de arroz, colmos de banana triturado, sendo realizadas duas aplicações de 20 e 15 litros por planta na projeção da copa num intervalo de três meses. A irrigação foi feita por micro aspersão sendo empregado um emissor por planta com vazão de 37 L h<sup>-1</sup> com o tempo de irrigação de uma hora e meia por dia. Nos meses de setembro e outubro de 2014 ocorreu uma redução no volume de água disponibilizado ao pomar. Os valores mensais de temperaturas do ar (°C), umidade e precipitação (mm) foram coletados a partir de uma estação meteorológica próxima ao experimento na cidade de São Gonçalo-PB, entre os meses de setembro a maio de 2014/2015 (Figura 1) (INMET, 2016).



**Figura 1:** Temperatura, umidade relativa e precipitação do ar durante os meses de setembro a dezembro de 2014 e de janeiro a abril de 2015. Fonte: Estação Climatológica de São Gonçalo, São Gonçalo PB - INMET.

Na Tabela 1 encontram-se os teores de nutrientes presentes no solo, sendo coletados em duas profundidades (0-20 e 20-40cm) e na tabela 2 o estado nutricional da romãzeira.

**Tabela 1:** Análise de solo do pomar de romã, variedade Molar. Várzeas de Sousa, 2015.

Prof.	pH	M.O	P	S	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC	V	M
cm	CaCl2	g.dm <sup>-3</sup>	.....mg.dm <sup>-3</sup> .....	.....mmolc.dm <sup>3</sup> .....					.....%.....				
0-20	6,3	12	13	14	1,8	311	49	<1	12	361,8	373,8	97	0
20-40	6,3	9	9	12	2,2	331	53	<1	11	386,2	397,2	97	0

Prof.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	AT	Silte	Argila(c/dip)	Classe Textura
Cm	.....mg.dm <sup>3</sup> .....					.....g.kg <sup>-1</sup> .....			-
0-20	0,52	0,7	9	6,4	0,8	158	223	619	mt.arg
20-40	0,53	0,8	11	6,0	0,8	169	206	625	mt.arg

Métodos: pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; fósforo (P) método colorimétrico extraído com resina trocadora de íons, enxofre (S) determinação por turbidimetria e extração com fosfato de cálcio 0,01 mol L<sup>-1</sup>, potássio (K) extração com resina trocadora de íons e determinação em espectrofotômetro de emissão atômica, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) extração com resina trocadora de íons e determinação em espectrofotômetro de absorção atômica, alumínio trocável (Al) método colorimétrico extraído com cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup>, acidez potencial (H+Al) extraído com tampão SMP, boro (B) extração com água quente e determinação por colorimetria, cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe) extração com DTPA e determinação por espectrofotometria de absorção atômica. (Manual de análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. IAC, 2001).

SB: Soma de bases trocáveis; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação da CTC por bases; m: Saturação por Alumínio. Observações: (<) menor do que o Limite de Quantificação.

Métodos: Buyoucos (densímetro) (SSSA Book Series 5. Methods of Soil Analysis, Part 4). Classe de diâmetros (mm) conforme USDA: (A) Cinco frações de areia: muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; Areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002. (B) Duas frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002. Classe de textura = Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar); 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); 600 g/kg ou superior = muito argilosa (mt-arg).

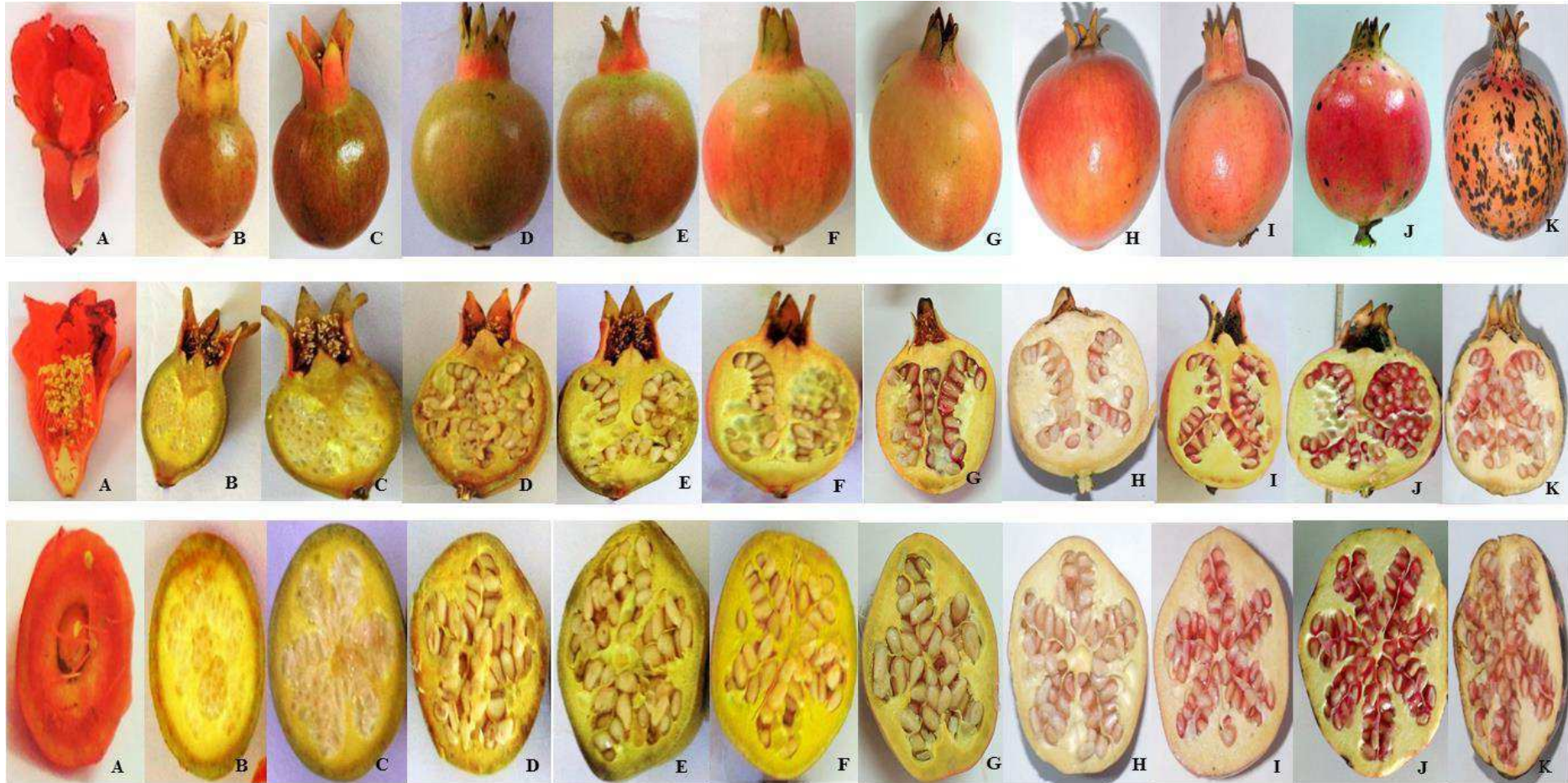
**Tabela 2:** Análise foliar do pomar de romã, variedade Molar. Várzeas de Sousa-PB, 2015.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Cl
	.....g.kg <sup>-1</sup> .....						.....mg.kg <sup>-1</sup> .....							
Folhás	6,3	1,82	9,94	11,05	2,20	2,37	-	11,95	9,0	51,5	20,0	-	21,50	-

Nitrogênio (N) método volumétrico à amônia (NH<sub>3</sub>), fixada pelo ácido bórico e posteriormente titulada com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Fósforo (P) método vanado-molibdato, determinação colorimétrica; Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) pela digestão nitroperclórico, e quantificação por espectrofotômetro de absorção atômica. Enxofre (S) determinação turbidimétrica e extração com HCl 6N com 20ppm de S, mais BaCl<sub>2</sub>. Boro (B) extração com HCl e determinação baseada na formação de um complexo colorido pela reação do ácido bórico com o reagente azometina H. Cobre(Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), e Zinco (Zn) determinados diretamente no extrato nitroperclórico.

### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, cujos tratamentos foram à idade dos frutos (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias) contabilizados a partir da antese (Figura 2), com 20 frutos por tratamento.



**Figura 2:** Fases fenológicas de crescimento dos frutos de romãzeira cv. 'Molar'. A= 0 dia (flores), B= 10 dias após a antese, C= 20 dias após a antese, D= 30 dias após a antese, E= 40 dias após a antese, F= 50 dias após a antese, G=60 dias após antese, H= 70 dias após antese, I= 80 dias após antese, J= 90 dias após antese e 100 dias após antese.

### 3.3 Condução do experimento

Para a realização do experimento foi primeiramente selecionadas plantas adultas, vigorosas e sadias consequentemente se deu a marcação de flores hermafroditas que se distingue por apresentar a base mais arredondada ou em forma de sino, distribuída uniformemente no pomar, fazendo uso de fitas coloridas (Figura 3).



**Figura 3:** Marcação das flores por meio de fitas, Várzeas de Sousa-PB, 2014.

A marcação ocorreu no horário da manhã em flores no momento da antese no qual apresentava seguintes características (Tabela 3). No momento da marcação realizou-se desbaste de flores em ramos que apresentava duas ou mais flores no ápice permanecendo apenas uma única flor no ramo.

**Tabela 3:** Caracterização biométrica das flores, no momento da antese, Várzeas de Sousa- PB, 2014.

Massa fresca (g)	Diâmetro Longitudinal (mm)	Diâmetro Transversal (mm)	Volume (cm <sup>3</sup> )
28,65 – 35,60	2,44 - 3,94	0,77 – 1,22	4,6 – 5,0

Com a formação dos frutos, foram realizadas 10 coletas de frutos em intervalos de dez dias a partir da antese. A colheita foi realizada no horário da manhã, de acordo com a idade estabelecida. Em seguida, os frutos foram acomodados em isopor, revestidos com papel toalha umedecidos. Posteriormente os frutos foram levados para o Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal-PB, onde foram lavados em água corrente e em seguidos colocados para secarem ao ar livre. Em seguida foram realizadas as análises físicas e físico-químicas.

Para as análises físicas os frutos foram avaliados individualmente sendo que na realização da estatística a cada cinco frutos foram formados uma repetição, totalizando quatro repetições por tratamento. As análises químicas se deram a partir dos 60 dias quando foi possível a extração do suco por meio de maceração, a cada cinco frutos em que o suco foi extraído formou-se uma repetição, apresentando quatro repetições por tratamento.

Para análise de rendimento de óleo e amido das sementes, as amostras foram divididas em quatro repetições composta por sementes de cinco frutos cada. Posteriormente foram encaminhadas em sacos de papel para o Laboratório Instituto Tamanduá onde foram realizadas as análises.

### 3.4 Características avaliadas:

#### 3.4.1 Massa Fresca do Fruto (MFF)

Determinada por gravimetria em balança eletrônica de precisão e os resultados expressos em gramas (g).

#### 3.4.2 Volume do Fruto (VF)

Na determinação do volume do fruto foi empregado o método de deslocamento da coluna de água em proveta, sendo expresso em  $\text{cm}^3$  (IAL, 2005).

#### 3.4.3 Diâmetro Longitudinal e Transversal (DL e DT)

Para a determinação do diâmetro, os frutos foram aferidos quanto ao comprimento longitudinal (do ápice à base do fruto) e transversal (região equatorial do fruto) fazendo-se uso de um paquímetro digital, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

#### 3.4.4 Coloração da Casca e Suco



A coloração da casca e do suco foi determinada fazendo uso de um método objetivo não destrutivo o sistema L\*, a\* e b\*, que é feito por reflectometria, utilizando-se um reflectômetro marca Konica Minolta, modelo Chroma meter CR -400. A calibração foi realizada em placa branca padrão, seguindo as instruções do fabricante. As leituras foram realizadas aleatoriamente na região equatorial do fruto para a coloração da casca. A coloração do suco se deu a partir dos 60 dias sendo realizadas duas leituras por fruto. Parâmetros de cor medidos com relação à placa-padrão foram: 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 ( $^{\circ}h^*$ ) e o índice de saturação croma (C\*) (Pinheiro, 2009), segundo as Equações 1, 2 e 3.

$$^{\circ}h^* = \arctang(a^*/b^*)(-1) + 90, \text{ para } a^* \text{ negativo} \quad (1)$$

$$^{\circ}h^* = 90 - \arctang(a^*/b^*), \text{ para } a^* \text{ positivo} \quad (2)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3)$$

O Ângulo Hue ( $^{\circ}h^*$ ) é uma medida derivada de a\* e b\* e assume valor zero para a cor vermelha, 90° para amarela, 180° para verde e 270° para azul.

#### 3.4.5 Potencial Hidrogeniônico (pH):

Foi determinado no suco com pH metro marca Tecnoyon (Modelo mPA – 210P/Versão 7.1), através de inserção direta do eletrodo de membrana de vidro na amostra do suco, a calibração deu-se em solução tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008). As leituras deu-se em triplicata.

#### 3.4.6 Acidez Titulável (AT)

Realizou-se por meio de titulometria, utilizando-se uma alíquota de 1,0 mL de suco, à qual foram adicionados 49,0 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%, usando-se solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, padronizada com

biftalato de potássio, como titulante (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em (% de ácido cítrico).

### 3.4.7 Sólidos Solúveis (SS)

Foi determinado diretamente no suco homogeneizado, através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co., LTD., Japan), segundo a recomendação proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). Os dados foram expressos em porcentagem (%).

### 3.4.8 Relação SS/AT

Foi realizada pela razão entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável.

### 3.4.9 Vitamina C

Foi realizada, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1,0 mL do suco diluído em 49,0 mL de ácido oxálico 0,5% e os resultados foram expresso em % de ácido ascórbico.

### 3.4.10 Açúcares Totais

A determinação de açúcares se deu pelo método antrona de (YEMM; WILLIS 1954). O extrato foi obtido através da diluição de 0,2 mL do suco diluída para 100 mL de água destilada, em seguida foi retirado uma alíquota de 0,2 mL do extrato adicionado em 0,8 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 das amostras foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda 620 nm e os valores expressos em mg por 100 mL do suco. A análise se deu em triplicata.

### 3.4.11 Açúcares Redutores

Os açúcares redutores foram determinados a partir da metodologia proposta por Miller (1959). Para a realização da análise foi retirado um volume de 0,2 mL da amostra diluída para 100 mL de água destilada para a obtenção do extrato. Uma alíquota de 0,2 mL do extrato foi misturado a 1,3 mL de água e a 1 mL do DNS em tubos de ensaio, posteriormente os tubos foram agitados e levados para o banho-maria a 100 °C por cinco minutos, em seguida esperou-se as amostras esfriarem e realizou-se a leitura a 540 nm em espectrofotômetro. As análises foram feitas em triplicatas e os dados expresso em  $\text{mg}/100\text{mL}^{-1}$ .

### 3.4.12 Compostos Fenólicos Totais

Foram determinados a partir do método de Folin e Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006). Os extratos foram preparados a partir da diluição de 1 mL do suco de romã em 50 mL de água destilada e deixados em repouso por 24 h. Uma alíquota de 0,2 mL do suco foi transferida para um tubo, onde foram adicionados 1,925 mL de água destilada e 0,125 mL do reagente Folin Ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e logo após, foi adicionado 250  $\mu\text{L}$  de carbonato de sódio a 20%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 40 °C por 30 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico, e as leituras foram medidas em espectrofotômetro a 765 nm. Os dados foram expressos em  $\text{mg}/100\text{mL}^{-1}$ .

### 3.4.13 Flavonoides e Antocianinas

As determinações seguiram a metodologia proposta por Francis (1982). Onde foram tomados 1,0 mL do suco de romã para determinação das antocianinas e 0,5 mL para os flavonoides, os quais foram transferidos para tubos de ensaio revestido com papel alumínio, adicionando-se aproximadamente 10,0 mL da solução extratora de etanol 95% com HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v), respectivamente. A amostra foi homogeneizada em agitador Vortex, posteriormente, foi deixado em repouso na geladeira por uma noite sob ausência de luz. Em seguida, avalizou-se a leitura em espectrofotômetro. Para determinação de antocianinas, a leitura foi realizada em comprimento de onda de 535 nm, calculado

através da fórmula: fator de diluição x absorvância/98,2. Para os flavonoides foi realizada a leitura a 374 nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6, sendo os dados expressos em mL/100mL<sup>-1</sup> do suco.

#### 3.4.14 Carotenoides

Foi determinada de acordo com metodologia de Linchtenthá (1987). Amostras de 1,0 mL de suco das romãs foram transferidas para tubos de ensaio adicionando 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e 5 mL de acetona a 80 %, em seguida as amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 10 °C e 3000 rpm. Para a leitura foi usado os comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm em espectrofotômetro, visto que para determinar a concentração de corotenoides é utilizado a concentração de clorofila a e b existente na amostra. Os resultados foram expresso em mg /100mL do suco.

#### 3.4.15 Capacidade Antioxidante

Para a determinação da capacidade antioxidante foi usado dois métodos, o método DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazi) e o método ABTS (2,2 – Azino –Bis(3-ethylbenzo – thiazoline – 6- sulfonic acid) de acordo com Rufino et al. (2007a) e Rufino et al. (2007b), respectivamente com adaptações.

A Preparação do extrato se deu a partir da diluição de 1 mL de suco de romã em 49 mL de água destilada, sendo deixados em repouso por no mínimo uma hora. Em seguida foram retiradas as alíquotas de 10 µL, 30 µL e 50 µL do extrato para a realização das análises em ambos os métodos.

##### Método DPPH

No método DPPH as alíquotas retiradas tiveram seu volume completado para 100 mL com água destilada e adicionado por fim 3,9 mL da solução de DPPH, posteriormente os todos foram agitados para a homogeneização. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 515 nm, sendo monitorada em um intervalo de tempo que variou de 15 a 20 minutos, sendo determinado previamente de acordo com os tratamentos. Para a realização da calibração do espectrofotômetro fez-se uso de álcool metílico. Todas as

determinações foram realizadas em triplicata e acompanhadas de um controle (sem antioxidante).

Para o cálculo dos valores de EC50 (concentração do extrato necessário para reduzir 50 % do radical DPPH) das distintas amostras, calculou-se a capacidade antioxidante nos diferentes concentrações, de forma a traçar uma curva linear entre a capacidade antioxidante da amostra e sua concentração. O resultado foi dado em g/g de DPPH.

#### Método do radical ABTS

Para a determinação da capacidade antioxidante pelo método do radical ABTS, inicialmente, foi formado o radical ABTS, a partir da reação de 7 mM de ABTS com 140 mM de persulfato de potássio, os quais foram incubados à temperatura ambiente e na ausência de luz, por 16 horas. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol até a obtenção de uma solução com absorvância de 0,70 ( $\pm$  0,05) nm a 734 nm (RUFINO et al. 2007b).

Na realização das análises, foram retiradas as líquitas de 10  $\mu$ L, 30  $\mu$ L e 50  $\mu$ L do extrato e seu volume foi completado para 100 mL com álcool etílico e em seguida acrescido 3 mL do radical ABTS e homogeneizada em agitador de todos. Posteriormente, se esperou seis minutos e realizou-se leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda 734 nm usando como o branco álcool etílico. Como solução-padrão, usou-se o antioxidante sintético Trolox nas concentrações de 100; 500; 1000; 1500 e 2.000  $\mu$ M em etanol. Todas as leituras foram realizadas em triplicata, e os resultados foram expressos em  $\mu$ M de Trolox por mL de polpa de fruta.

#### 3.4.16 Determinações do rendimento de óleo das sementes de romã

As sementes de romã foram desidratadas em estufa convectiva a 60°C até que variações na massa do material não fossem significativas. As amostras foram moídas em moinho de martelos da marca Vieira malha nº 35 velocidade de 8000 rpm para se obter partículas com diâmetro médio inferior a 1,0 mm. Esta condição foi recomendada por Silva, (2009) para aumentar a eficiência de extração dos lipídeos. O processo foi executado por meio da extração em Soxhlet, usando-se etanol anidro e etanol hidratado (90 °GL) como

solvente extrator, mantendo-se constante a temperatura e a razão solvente/substrato, respectivamente 70°C e 4:1 (m/m). Foram realizadas 8 sifonagens em um período de 6 horas. Os resultados expressos em porcentagem (%).

#### 3.4.17 Determinações do rendimento de amido das sementes de romã

Para a extração do amido de romã, foi realizada usando 50g da biomassa previamente seca com umidade de 9%, a qual foi desintegrada em um liquidificador doméstico usando água em uma proporção de 1:2 por 5 minutos. Terminada essa etapa o material foi peneirado em peneira de 200 mesh. Depois o material foi lavado 4 vezes com água a 5 °C, sendo que para cada lavagem foi realizada uma etapa de decantação entre 40 a 50 minutos sob refrigeração de 5 °C.

Terminada a extração, o amido extraído foi seco em estufa a 40 °C por 3 dias, segundo Leonel et al., (2003). Após a secagem o material foi resfriado e triturado por moinho de martelos da marca Vieira malhá nº 35 velocidade de 8000 rpm, e determinados seus respectivos pesos. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### 3.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão através do Programa Sisvar (Ferreira, 2011), a elaboração dos gráficos se deu através do Programa Sigma Plot versão 11.0 e por meio de Excel 2013.

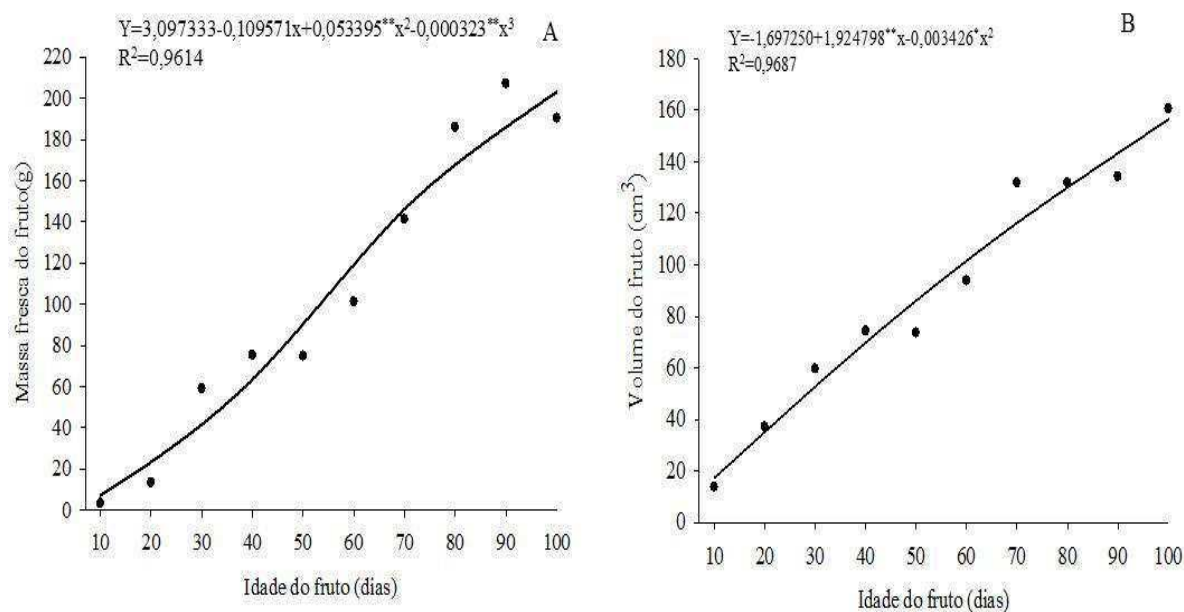
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Biometria do fruto

Através das análises biométricas de massa fresca, volume, diâmetro longitudinal e transversal do fruto, verificou-se um comportamento sigmoidal duplo durante as fases de crescimento do fruto. Este comportamento foi caracterizado por uma fase de ascensão no crescimento do fruto, da antese até os 40 dias. Após este período, até os 59 dias, verificou-se uma fase de estabilidade no crescimento, com poucas mudanças nas variáveis biométricas analisadas. De 60 aos 90 dias, houve uma retomada na ascensão do crescimento do fruto, atingindo os valores mais elevados da curva sigmoidal dupla. De 91 aos 100 dias, constatou-se uma fase de declínio com o início da senescência do fruto, caracterizada pela redução na maioria das variáveis analisadas, rachadura do fruto no campo e manchas na casca.

A massa fresca do fruto foi caracterizada por um comportamento cúbico, onde houve aumento da massa fresca do fruto, apresentando uma massa em média de 200 g (Figura 4A) aos 90 dias de idade. Fawole e Opara (2013a), ao avaliarem a massa fresca do fruto da cultivar Rubi, verificaram um valor de 321,50 g aos 139 dias após plena floração. Com base no trabalho de Silva et al. (2015) também trabalhando com a romã cv. 'Molar' a classificaram como pequenas, com peso inferior a 200 g na ocasião da colheita corroborando com os resultados da presente pesquisa os frutos aos 90 dias apresentaram um peso de 200g.

O volume do fruto teve comportamento quadrático (Figura 4B). Como pode ser observado na Figura 4B, os frutos aos 40 dias de idade, apresentou-se aumento de 51 cm<sup>3</sup> em relação aos de 10 dias. No período de 70 e 90 dias foi verificada uma estabilidade no volume do fruto e conseqüentemente um aumento do mesmo.



\*\* e \* significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 4.** Massa fresca do fruto (A), volume do fruto (B), da romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

Comparando-se a massa fresca com o volume do fruto, verificou-se que a massa fresca teve ascensão até os 90 dias, enquanto que o volume apresentou uma estabilidade no período entre 70 e 90 dias, isso ocorreu provavelmente devido a divisão e expansão celular que promove o ganho de massa, no que diz respeito ao volume está estabilidade, possivelmente é proveniente o não aumento ou aumento discreto do diâmetro longitudinal e transversal nesse período.

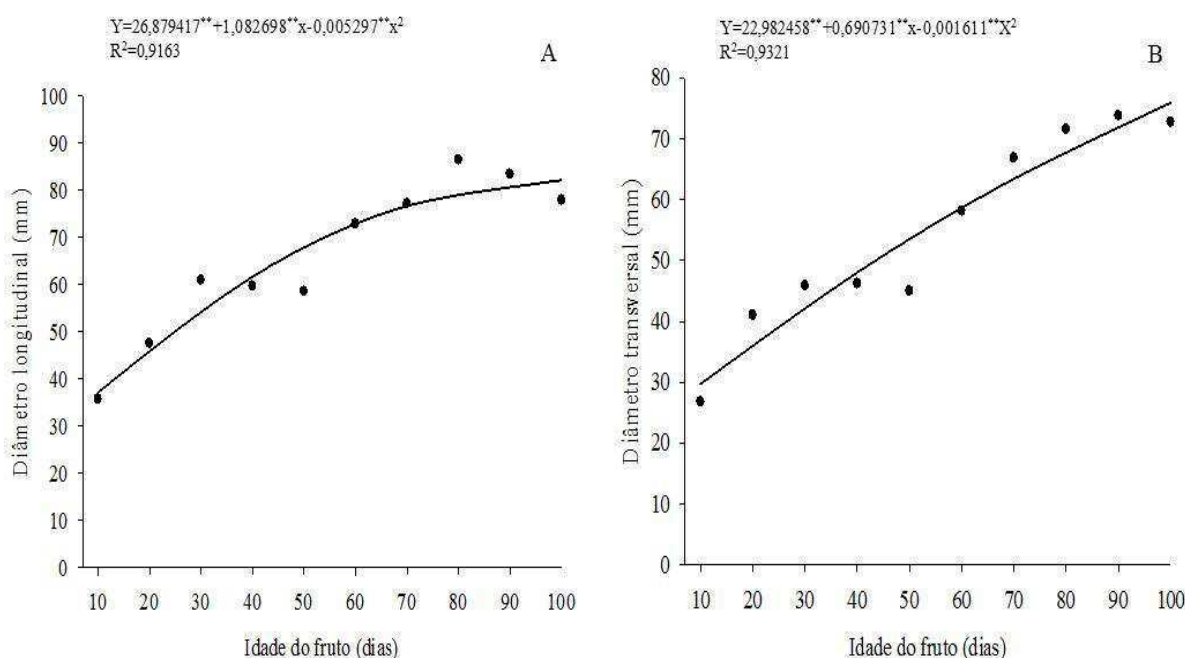
No que diz respeito aos diâmetros longitudinal e transversal, ambos apresentaram um comportamento quadrático. No diâmetro longitudinal foi verificado aumento até os 80 dias de idade, valor esse que chegou a 86,46 mm em relação aos frutos de 10 dias que apresentaram valor de 35,74 mm (Figura 5B). Para o diâmetro transversal os frutos apresentaram comportamento semelhante, no entanto cresceram até os 90 dias de idade chegando a atingir em média 73,77 mm quando comparado aos 10 dias, que apresentou 26,72 mm (Figura 5C). Por meio da relação do diâmetro longitudinal e transversal pode-se determinar o formato do fruto, visto que o crescimento do diâmetro longitudinal apresentou maior que o transversal sendo assim o fruto foi caracterizado como oblongo aos 90 dias de idade.

A massa do fruto e o diâmetro transversal apresentaram comportamento similar havendo aumento até os 90 dias de idade. Fawole e Opara (2013d), ao estudarem o desenvolvimento ao longo do tempo após a antese e o padrão de crescimento dos frutos das



cultivares 'Bhágwa' e 'Ruby' cultivada no Sul Africano verificaram aumento do comprimento do fruto, diâmetro e volume das duas cultivares até o último estágio de maturação que foi de 165 dias após a plena floração de cada estágio de crescimento, diferentemente do que foi observado no presente estudo.

De acordo com Shwartz et al. (2009), ao estudarem duas cultivares uma de estação precoce e outra tardia, 'Rosh-Hápered' e 'Wonderful', respectivamente no decorrer do desenvolvimento dos frutos, verificaram que as alterações nas características físicas de romã indicam que a fruta continua a crescer mesmo após a fase de colheita ótima, período que corresponde a setembro e outubro respectivamente, possivelmente devido à expansão das células de absorção de água e de outros nutrientes.



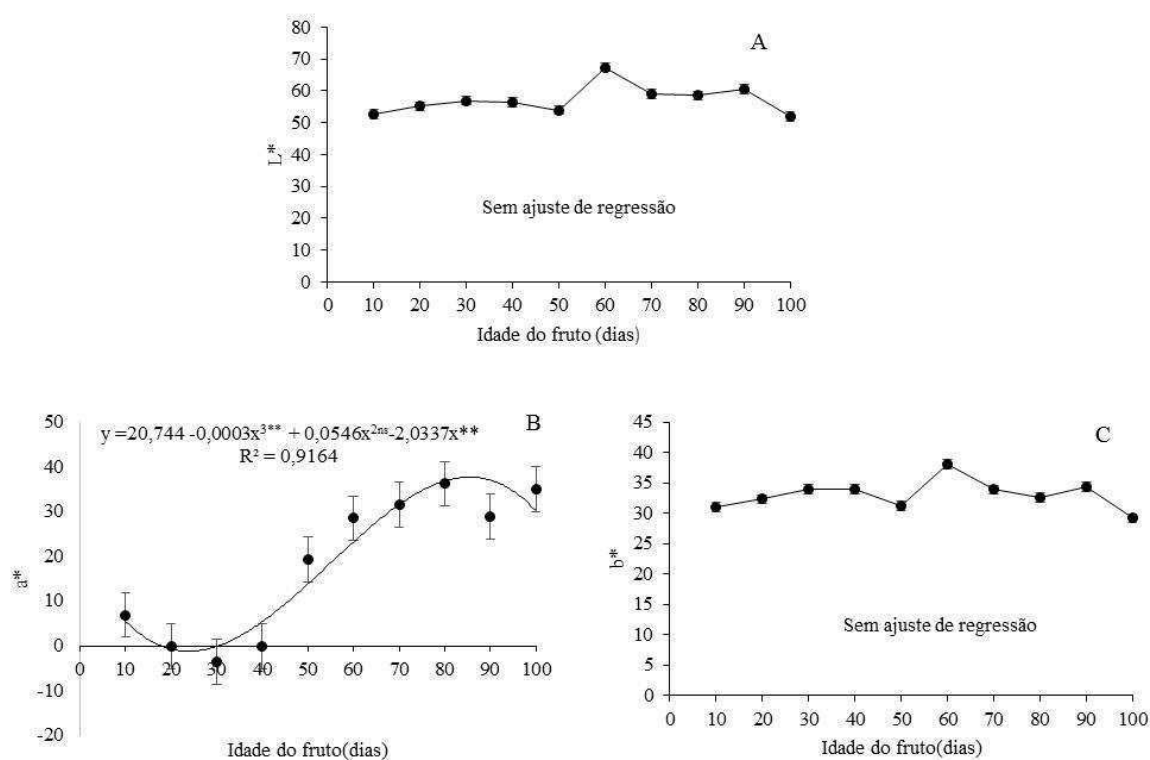
\*\* e \* significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 5-** Diâmetro longitudinal (A) e diâmetro transversal (B), em romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

## 4.2 Coloração da casca e do suco

Os resultados para os índices  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  da casca, estão apresentados na Figura 5. Os valores da coordenada  $L^*$  não apresentaram ajuste de regressão. Os frutos de 10 à 50 dias de idade apresentaram pouca variação na luminosidade. O maior valor de  $L^*$  foi observado aos 60 dias de idade (67,41) (Figura 6A). Após os 60 dias de idade houve redução, sendo o menor valor atingido aos 100 dias após a antese, promovendo um

escurecimento da casca, visto que o  $L^*$  esta relacionada com a capacidade de brilho do fruto. O índice  $a^*$  ao contrário da  $L^*$  foi possível determinar um ajuste de regressão, sendo o comportamento cúbico durante o desenvolvimento do fruto da romãzeira, com variações que revelam mudança na coloração, sendo este comportamento mais evidente a partir dos 50 dias de idade (Figura 6B). No índice  $b^*$  assim como o  $L^*$  não exibiu ajuste de regressão e reportou-se poucas mudanças em função da idade, porém, com tendência a cor amarela-alaranjado até os 90 dias de idades (Figura 6C).

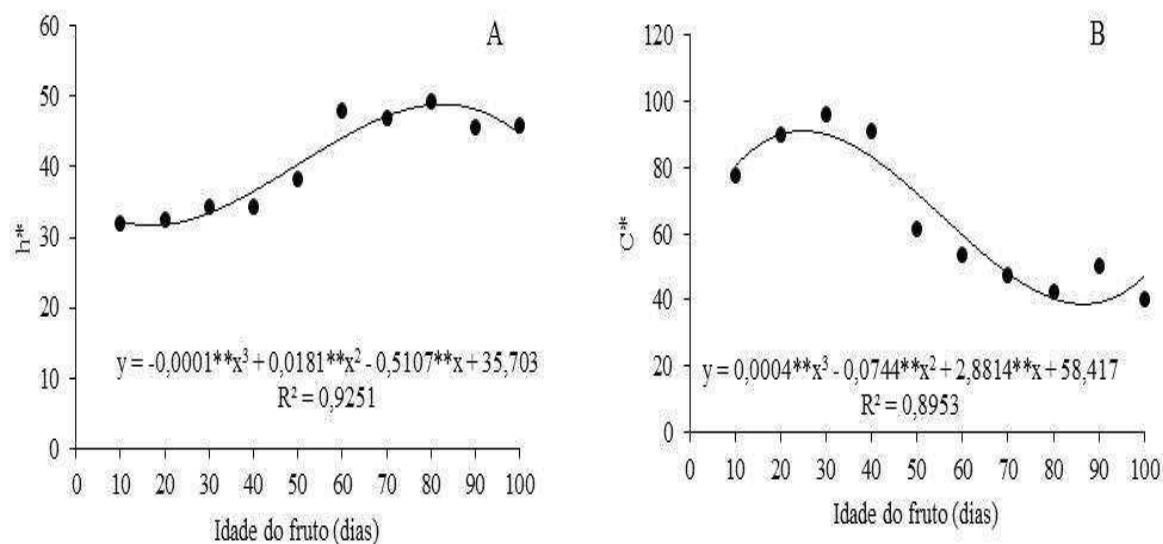


<sup>ns</sup> não significativo, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 6.** Índices  $L^*$  (A),  $a^*$ (B) e  $b^*$ (C) da casca em romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.

Na Figura 7A encontram-se os valores do ângulo hue ( $h^*$ ) para a casca da romã durante o desenvolvimento dos frutos. O  $h^*$  exibiu um comportamento cúbico, tendo maior valor aos 80 dias de idade, onde os frutos apresentavam uma cor vermelha. Quanto à cromaticidade ( $C^*$ ) constatou-se que os frutos de 30 e 40 dias de idade apresentaram os maiores valores assim uma maior intensidade na coloração, sendo que a partir dos 50 dias foi constatada uma queda na intensidade da coloração (Figura 7B), revelando assim alteração na coloração dos frutos da romãzeira durante o desenvolvimento do fruto. Como sabe-se com o amadurecimento, a maioria dos frutos sofrem mudanças na coloração

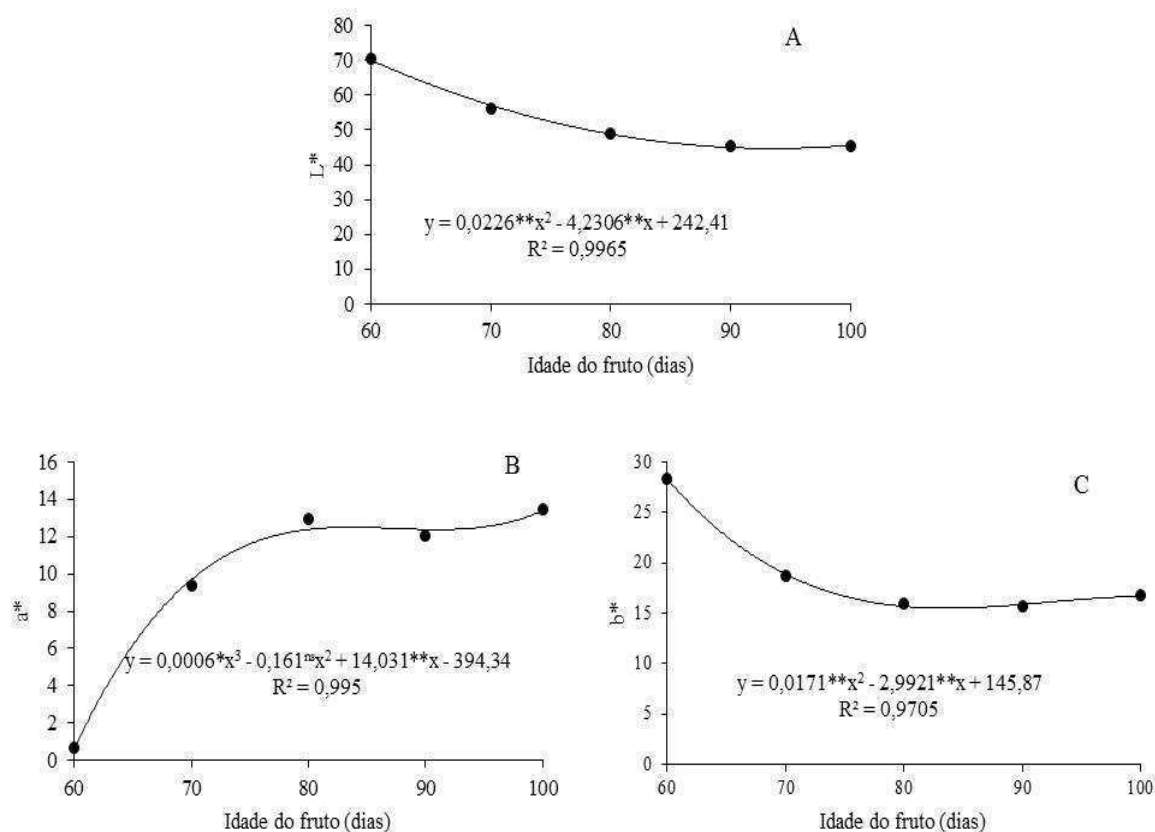
principalmente na casca, segundo Motta et al. (2015), fato esse que torna esse atributo como um importante parâmetro na determinação da maturação dos frutos.



\*\* significativo ao nível de 1 de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 7:** Ângulo h\*(A) e cromaticidade C\* (B) da casca em romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

Para os valores L\* do suco foi obtido um comportamento quadrático, exibindo variação durante o desenvolvimento do fruto (Figura 8A). Verificou-se o maior valor de L\* aos 60 dias (70,46), e menor aos 100 dias (45,31), revelando redução na luminosidade durante o crescimento dos frutos, ou seja, a perda de brilho ocorreu provavelmente devido à mudança na coloração. Para a\* verificou-se 0,72 para frutos com 60 dias de idades e um aumento acentuado desse valor de 13,46 aos 90 dias de idade constando assim uma tendência ao vermelho aos 90 dias (Figura 8B). Corroborando Borochoy-Neori et al. (2009), avaliando cultivares da Fazenda Experimental do sul Arava R & D situado no Vale do Arava israelense do sul, verificaram também o aumento do valor de a\*, enquanto que o valor de luminosidade (L\*) diminuiu simultaneamente, o que corresponde a uma mudança gradual na cor do arilo de branco ao rosa durante o período de maturação. O índice b\* apresentou um comportamento quadrático, com redução em função do desenvolvimento do fruto revalando uma tendência da perda da coloração amarela (Figura 8C).



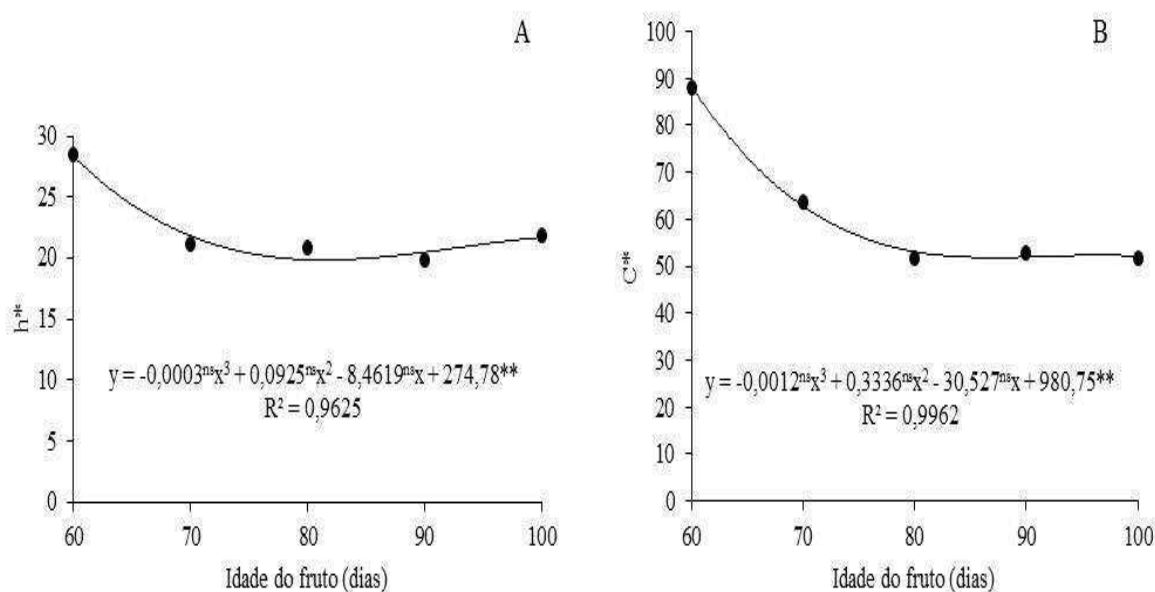
<sup>ns</sup>, não significativo, \*\* e \* e significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t de Student.

**Figura 8:** L\* (A); a\*(B) e b\*(C) do suco da romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

Houve variação no ângulo Hue ( $h^*$ ) do suco, exibindo um comportamento cúbico durante o desenvolvimento do fruto, os valores de  $h^*$  reduziram de 28,51 aos 60 dias para 19,86 aos 90 dias (Figura 9A), promovendo uma alteração da coloração. Em concordância aos índices  $a^*$  e  $b^*$ , esta mudança indica a evolução da tonalidade de cor do arilo da romã para o rosa avermelhado. Com relação ao índice  $C^*$ , que expressa a intensidade de cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos desta cor, nota-se que houve uma redução com o avanço da idade do fruto (Figura 9B).

Melgarejo et al. (1997), relatam que durante o desenvolvimento e maturação da cultivar espanhola 'Mollar de Elche', a casca apresenta uma coloração que varia de verde para amarelo esverdeado, e finalmente a acastanhado amarelo com manchas avermelhadas, enquanto que o suco muda de branco para rosa-vermelho. Estudo com a cultivar 'Wonderful' mostrou que pigmentação vermelha aumentou significativamente durante o amadurecimento dos frutos (SHWARTZ et al., 2009). Estudo realizado por Borochoy-Neori et al. (2009) demonstraram que a intensidade da cor vermelha de sucos do fruto foi inversamente relacionada com unidades de calor acumulado durante o desenvolvimento e maturação, ou

seja, temperatura altas diminui a intensidade da cor vermelha, diminuindo a síntese de antocianinas.



\*\* e \* significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t de Student.

**Figura 9:** Ângulo h\*(A) e C\* (B) na casca da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.

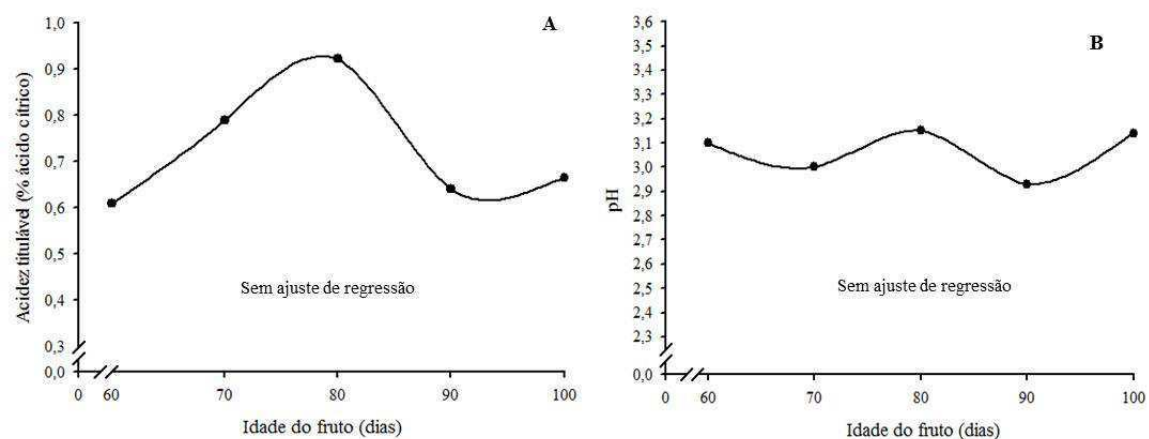
### 4.3 Composições físico-químicas e potencial antioxidante do suco

#### 4.3.1 Acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH)

Verificou-se para acidez titulável uma variação nos valores na faixa de 0,61 a 0,92 % de ácido cítrico, aos 60 e 80 dias, respectivamente. Posteriormente foi observado um decréscimo, sendo relatados valores próximos a 0,66 % de ácido cítrico aos 100 dias de idade (Figura 10A). De acordo com Onur e Kaska (1985), frutos de romã que apresentam menos de 1% de acidez são classificados como doces, sendo assim os frutos do presente estudo aqui avaliados são classificados como doces. Fawole e Opara (2013a) também relataram a redução de AT da romã ‘Ruby’ com o avanço da maturação.

O potencial hidrogeniônico (pH) teve pouca variação, não sendo possível ajuste de regressão. O pH exibiu valores entre 2,9 a 3,1 durante o desenvolvimento do fruto (Figura 10B). Sabe-se que as mudanças nas concentrações de ácidos orgânicos pode influenciar no pH do fruto durante o desenvolvimento conforme a espécie (CHITARRA e CHITARRA, 2005), o consumo de ácidos orgânicos pode aumentar o pH, enquanto que o acúmulo dos ácidos pode reduzir o pH, isso em decorrência da atividade respiratória das

células (SILVA et al., 2005). Fawole et al. (2012), estudando as propriedades químicas de romã cultivada na África do Sul, observaram valores de pH entre 3,32 e 3,64. Moreira e colaboradores (2015) ao caracterizar a qualidade da romã ‘Molar’, durante o armazenamento dos frutos *in natura* sob diferentes temperaturas de refrigeração, constaram um pH variando de 3 e 4, ao longo do armazenamento.



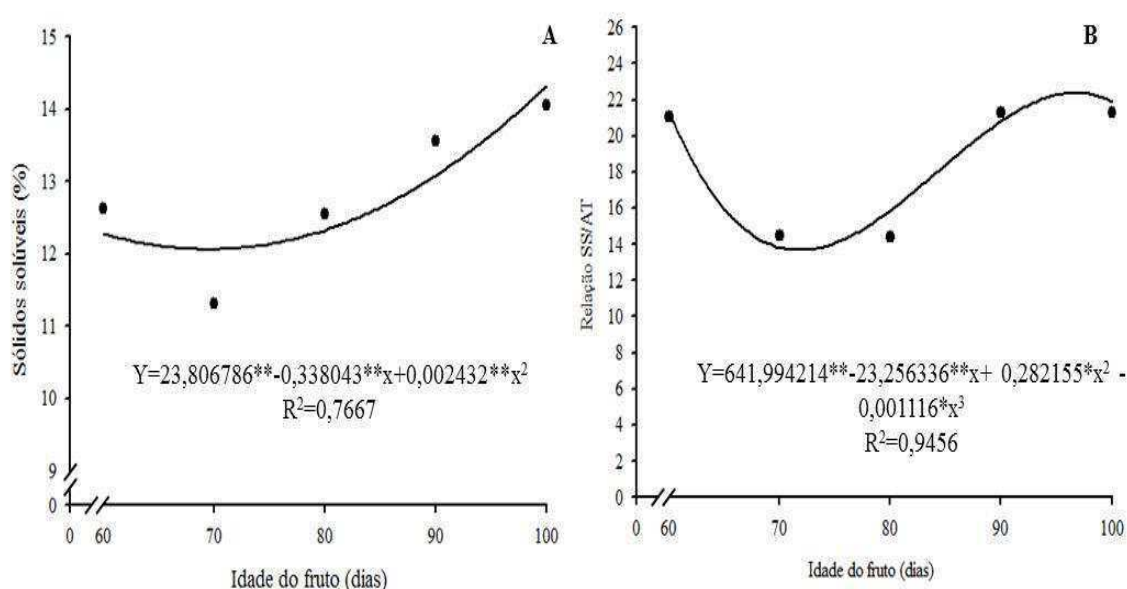
**Figura10:** Acidez titulável (A) e pH (B) do suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.

#### 4.3.2 Sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT

Aplicando a análise de regressão para os sólidos solúveis (SS), constatou-se efeito quadrático, com variação de 11 a 14,05%, apresentando aumento de aproximadamente de 21,7%, no decorrer do desenvolvimento do fruto (Figura 11A). O conteúdo de SS podem variar de acordo com a espécie, estágio de maturação e o clima. Silva et al. (2015), relatam um teor de SS entre 12 e 15% em frutos de romãzeira cv. ‘Molar’ armazenados, sob condições ambientes, valores esses que se encontram na faixa identificado pelo presente trabalho. Gadže et al. (2012) ao avaliarem três cultivares ('Ciparski', 'Konjski zub' e 'Pastun') do sul da Dalmácia, vale Neretva, na Croácia descreveram valores de SS de 13,1 e 15,6%. O conteúdo de SS geralmente é aceito como uma importante característica de qualidade, contudo não se deve levar em consideração apenas essa característica para definir a qualidade do fruto, visto que o seu conteúdo pode ser influenciado por diversos fatores, como cultivar, ambiente de crescimento, maturidade e armazenamento.

As alterações nos valores de SS e AT foram refletidas na relação SS/AT. A relação de SS/AT (Figura 11B), constatou valores que variaram de 14,42 a 21,30, sendo que

o maior valor ocorreu aos 90 dias. No período de 70 e 80 dias foi verificados valores de 14,4 na relação SS/AT. Esse comportamento pode ser explicado devido ao aumento da acidez nesses períodos de desenvolvimento do fruto (Figura 7B). Assim quanto maior à acidez menor é a relação entre SS/AT. A partir dos 90 dias de idade dos frutos constatou um aumento na relação SS/AT, aumento esse que pode caracterizar o amadurecimento do fruto, visto que nesse período houve aumento no conteúdo de sólidos solúveis e redução da acidez titulável, que em conjunto revelam o sabor e o aroma dos frutos. Segundo Fawole e Opara, (2013a), a relação SS/AT trata-se de um indicador importante na maturação da fruta de romã, com valores que variam entre 3,73 e 86,3, dependendo do estágio de maturação e da cultivar da romã. A relação SS/AT torna-se um importante indicativo do sabor das frutas, pois relaciona o balanço entre os açúcares e ácidos presentes na mesma.



\*\* e \* significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste t de Student.

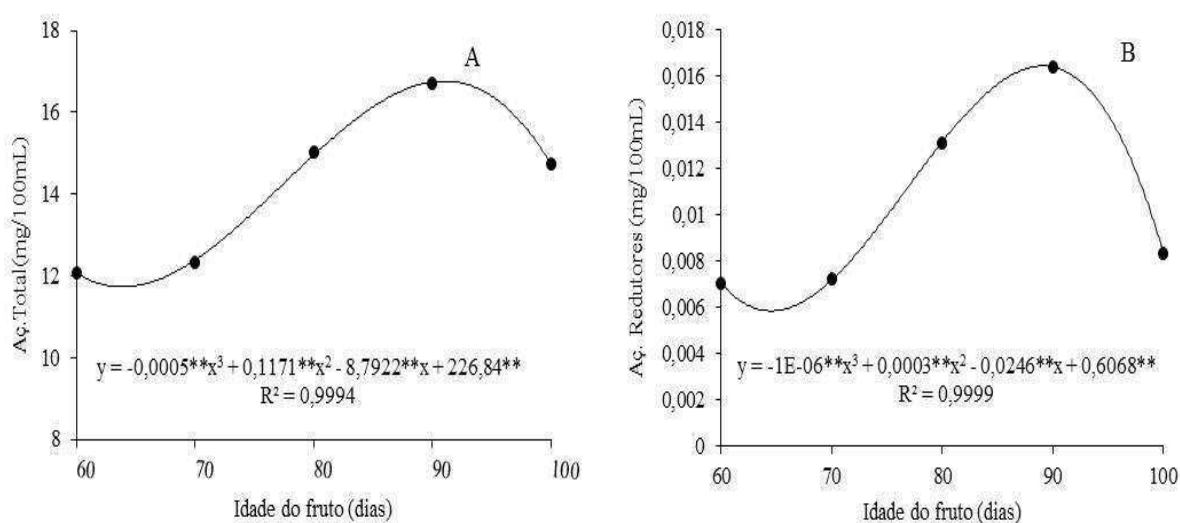
**Figura 11:** Sólidos Solúveis (A) e relação SS/AT (B), no suco da romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.

### 4.3.3 Açúcares totais e redutores

Os açúcares totais e redutores tiveram comportamento cúbico durante o desenvolvimento do fruto. Para açúcares totais os valores aumentaram gradativamente até os 90 dias de idade chegando a apresentar 16,70 mg/100 mL, em seguida foi verificado um declínio no teor para 14,75 mg/100mL de suco. Provavelmente esse declínio deve-se ao fato do fruto já ter atingido a maturação e os açúcares estarem sendo usados como fonte de

energia no processo respiratório e/ou aumento no volume (Figura 12A). No que refere-se aos açúcares redutores, os mesmos tiveram comportamento semelhante aos açúcares totais, atingindo a concentração máxima de 0,016 mg/100 mL aos 90 dias de idade e conseqüentemente uma queda no valor aos 100 dias (Figura 12B). Em alguns frutos a baixa concentração de açúcares redutores está relacionado com a alta concentração de açúcares não redutores. Ozgen et al. (2008) relataram uma média de 6,4 e 6,8% de frutose e glicose respectivamente no suco de romã em seis cultivares ('incekabuk Dikenli', 'Eksi', 'Kan', 'Katirbasi', 'Serife' e 'Tatli') da Turquia. Fawole e Opara, (2013 a, b e c) relataram aumento nas concentrações de glicose e frutose durante a maturação dos frutos, com razões de glicose para frutose que varia entre 0,67-0,85 e 0,72-0,86 para as cultivares 'Bhágwa' e 'Ruby', respectivamente crescidas na África do Sul. Li et al. (2015) relatam que diferença no nível da maturidade dos frutos ocasiona teores de açúcares distintos.

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), com a evolução da maturação há aumento da concentração de açúcares simples até o completo amadurecimento, com posterior declínio em função de sua utilização como fonte de energia.



\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 12:** Açúcares totais (A) e açúcares redutores (B), no suco da romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

#### 4.3.4 Vitamina C e Compostos Fenólicos

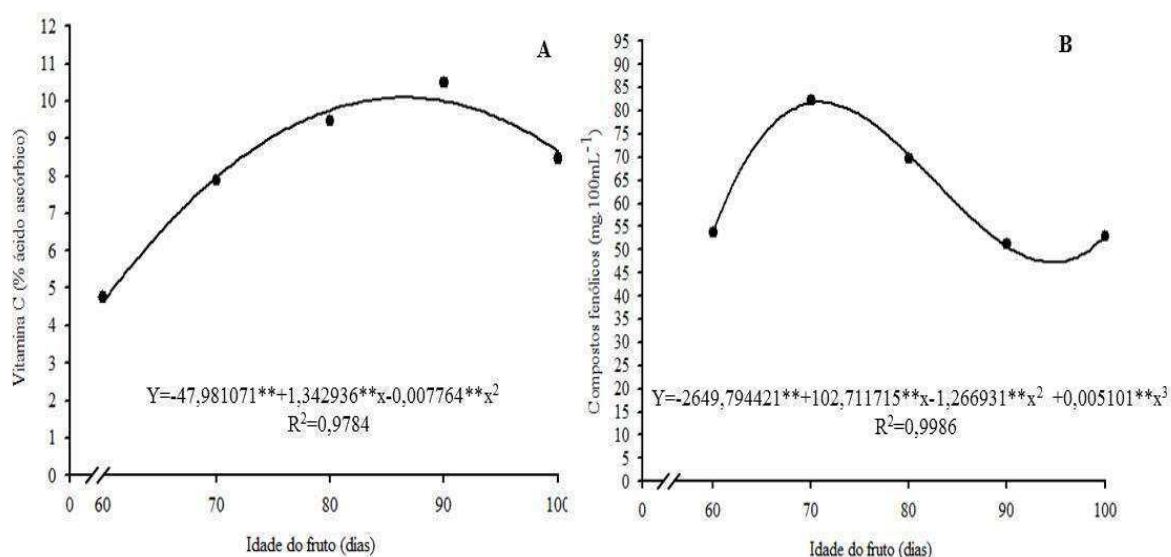
A vitamina C teve acréscimo dos 60 até aos 90 dias após antese com valor médio de 4,75 à 10,5 (% de ácido ascórbico) concomitantemente (Figura 13A). A partir dos 90 dias



de idade foi verificado uma queda no teor da vitamina C. Esta queda pode estar relacionada com o amadurecimento dos frutos, devido à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase ou pela ação de enzimas oxidantes (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Estas enzimas agem na degradação da vitamina C por meio da oxidação, evitando assim que outras substâncias químicas se oxidem primeiramente. O teor de vitamina C pode variar de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento, mesmo tratando da mesma cultivar (COUTO e CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

Os compostos fenólicos totais apresentaram comportamento cúbico durante o desenvolvimento do fruto. Observou-se um acréscimo entre 53,61 a 83,13 mL/100mL de suco no período de 60 e 70 dias de idade, respectivamente, posteriormente um declínio até os 90 dias de idade, posteriormente um pequeno aumento até os 100 dias (Figura 13B). Assim os valores dos compostos fenólicos variaram de acordo com o estágio de desenvolvimento do fruto. Provavelmente, este efeito de aumento seguido de declínio durante o crescimento do fruto tenha sido reflexo do processo de amadurecimento, corroborando com a redução do pH, da acidez e aumento na concentração de açúcares totais e redutores, visto que os mesmos tem papel no sabor e aroma dos frutos.

Kar et al. (2011), ao avaliaram 9 ecótipos de romãzeira tunisianos verificaram uma variação na quantidade de fenólicos totais de 458-3299 mg GAE/L de suco, valores esses superiores ao relatado no presente trabalho.



\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 13:** Vitamina C (A) e compostos fenólicos (B), no suco da romã Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

#### 4.3.5 Flavonoides, Antocianinas e Carotenoides

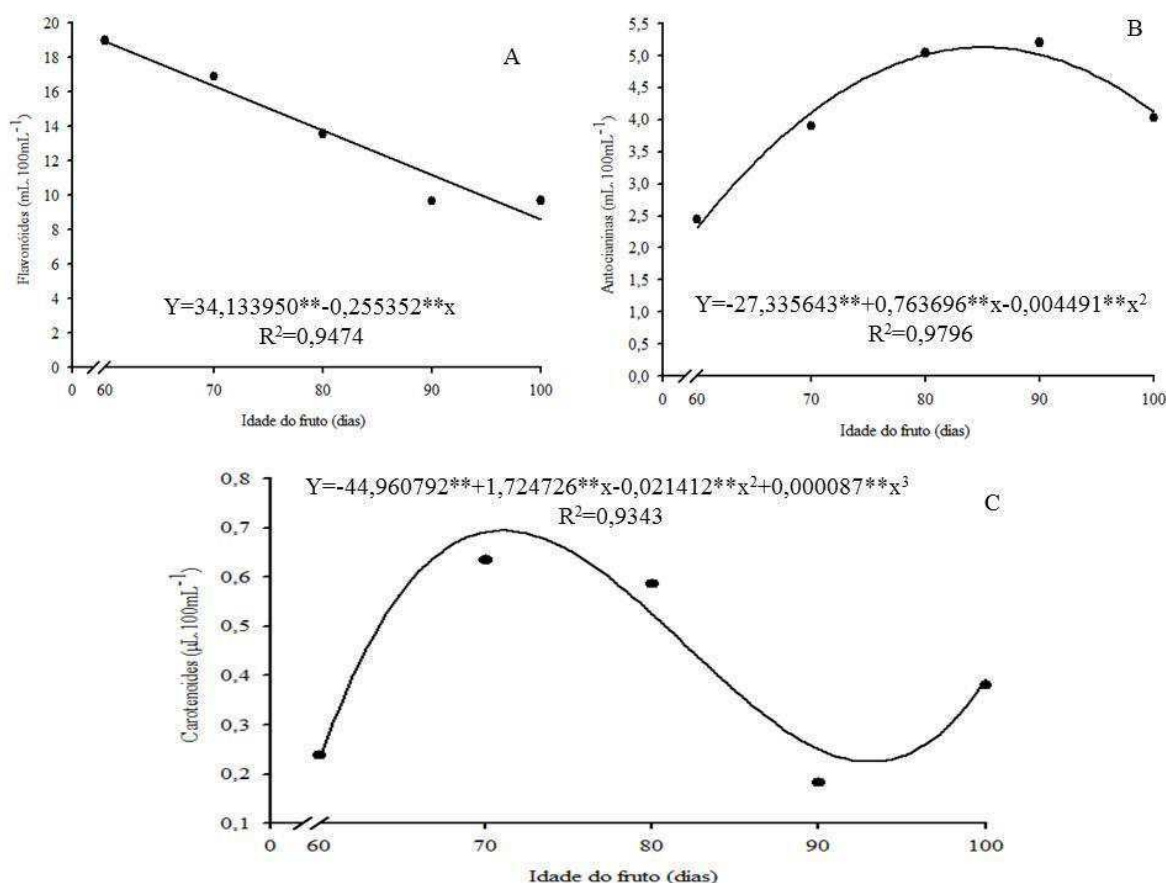
A quantidade de flavonoides apresentou-se um efeito linear decrescente até os 90 dias de idade, sendo que aos 100 dias de idade houve um acréscimo na sua concentração (Figura 14A). Os flavonoides tratam-se de compostos fenólicos que apresentam pigmentos naturais, sendo eles incolores ou não. O maior teor de flavonoides foi observado aos 60 dias de idade, isso provavelmente está relacionado com o aparecimento e ou a síntese desses compostos de coloração devido à diminuição no teor de clorofila além do alto grau de adstringência.

Foi verificado incremento no teor de antocianinas entre 60 e 90 dias de idade durante o desenvolvimento do fruto, conseqüentemente apresentou uma ligeira redução até os 100 dias de idade (Figura 14B), com o processo de maturação o mesmo pode surgir com a degradação da clorofila e/ou ser sintetizado, ocorrendo o surgimento da coloração, no caso da romã a cor laranja avermelhada. Valores superiores aos encontrados neste estudo foram reportados por Tehranifar et al. (2010) e Arendse et al. (2015), que observaram 5,56-30,11 mL/100 mL e 226,27 mg/100 mL de antocianinas em romãs cultivadas no Irã e cv. "Wonderful" no momento da colheita, respectivamente. De acordo com Borochoy-Neori et al. (2011), a concentração de antocianina pode ser influenciada pelas condições climáticas durante o desenvolvimento e amadurecimento do fruto, assim a concentração de antocianinas podem aumentar ou diminuir dependendo do clima o qual as cultivares estão submetidas.

Sabe-se que os flavonoides, onde se encontra as antocianinas, têm um importante papel na contribuição das características de adstringência, cor, "flavor" e também na estabilidade oxidativa da planta.

O teor de carotenoides durante o desenvolvimento do fruto apresentou-se um comportamento cúbico. Onde apresentaram um crescimento na concentração até os 80 dias depois cominou em uma queda até os 90 dias voltando apresentar um aumento aos 100 dias de idade. Verifica-se que a maior concentração desse pigmento ocorreu aos 80 dias de idade como 0,58 $\mu$ L/100 mL, enquanto que o menor foi aos 90 dias com 0,18 $\mu$ L/100 mL (Figura 14C). O aumento da concentração é provavelmente devido à perda de clorofila, visto que, com degradação da clorofila a síntese ou o surgimento desse pigmento no fruto. De acordo com Uenojo et al. (2007), com os níveis de carotenoides nas células dos frutos mantem-se relativamente constantes até o início da senescência.

Assim, como os compostos fenólicos os carotenoides também apresentam função antioxidativa (Silva et al., 2010; Oliveira et al., 2011), isso deve-se por serem facilmente oxidado (SILVA et al., 2010). Diante disso revela-se que possivelmente o período em que ocorreu maior concentração de carotenoides provavelmente ocasionara um aumento na atividade oxidativa do suco da romã.



\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 14:** Flavonoides (A), antocianinas(B) e Carotenoides (C), no suco da romã Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

Como pode-se observar, há uma relação nas concentrações dos flavonoides, antocianinas e carotenoides. À medida que a concentração de flavonoides e carotenoides diminui há um aumento na concentração de antocianinas, havendo assim o surgimento da coloração do suco, colaborando com o que relatado na análise de coloração do suco que aos 90 dias apresentaram coloração rosa vermelho. Elfalleh et al. (2011), relatam que as antocianinas são os pigmentos solúveis em água responsáveis pela cor vermelho brilhante do suco de romã.

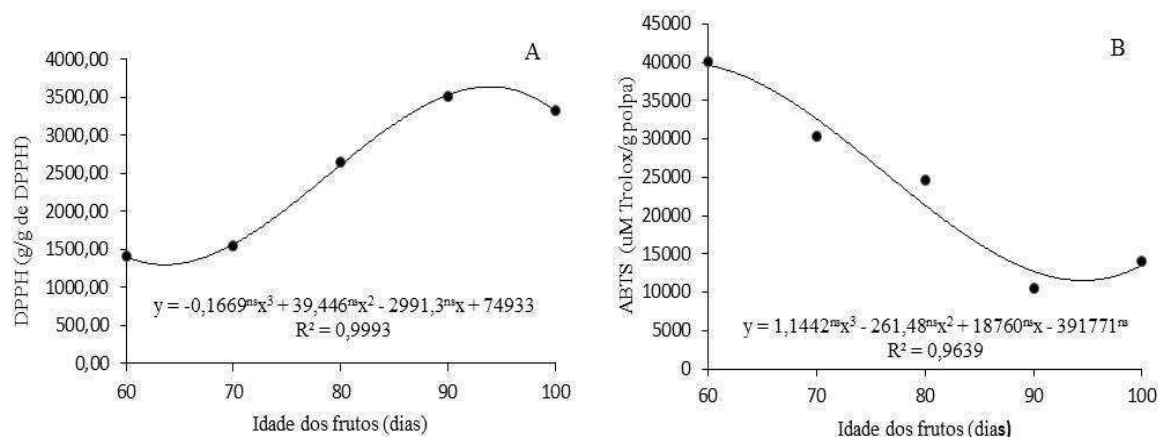
#### 4.3.6 Capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS

De acordo com a Figura 15A, verificou-se uma oscilação entre os primeiros dias e os últimos dias de idade quanto à capacidade antioxidante, detectando uma tendência de aumento na capacidade antioxidativa até os 90 dias de idade em sequência uma pequena redução com o avanço da idade dos frutos. Contudo, não foi verificada diferença significativa ao nível de 1% pela análise de variância. Observa-se que frutos colhidos aos 60 dias após a antese, apresentou uma atividade antioxidante baixa com valor de IC50 de 1407,17 g.polpa.100mL.DPPH enquanto o suco dos frutos que foram colhidos aos 90 dias apresentou um valor de 3501,00 g.polpa.100mL. DPPH sendo este período que apresentou maior atividade antioxidante. Todos os tratamentos apresentaram atividade antioxidante, visto que houve o consumo de DPPH.

No que diz respeito à capacidade antioxidante pelo método ABTS análise de variância apresentou diferença significativa ao nível de 1%, apresentado um comportamento cúbico, à medida que diminui o valor há o aumento da atividade antioxidante. Verifica valores de 40.188,13uM Trolox/g polpa aos 60 dias e de 10.546,52uM Trolox/g polpa aos 90 dias, constando assim uma maior atividade antioxidante aos 90 dias de idade.

O aumento da atividade antioxidante a partir dos 80 dias até os 90 dias pode ser atribuído a um aumento da concentração de ácido ascórbico e pigmentos de antocianina Figuras 13A e 14B, respectivamente, visto que o ácido ascórbico juntamente com antocianina são um dos principais compostos responsáveis pela atividade antioxidante.

Kulkarni e Aradhya (2005), também descrevem uma menor atividade antioxidante nos frutos de romã aos 60 dias de idade. Os mesmos autores justificam que essa baixa atividade, pode ser devido a uma reduzida concentração de compostos fenólicos e de ácido ascórbico no suco (KULKARNI e ARADHYA 2005).



<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste t de Student.

**Figura 15:** Atividade antioxidante pelo método DPPH (A), método ABTS (B) no suco da romã (cv Molar) durante o desenvolvimento do fruto.

Jardini e Mancini Filho (2007), citaram que a polpa de romã apresentou 1.214 mg/100 g de compostos com capacidade redutora, além de verificarem que o extrato aquoso da polpa foi o mais eficaz na atividade antioxidante. Enquanto que Bopitiya e Madhujith (2012), obtiveram valores de IC50 que variaram de 0,182 mg/mL a 0,446 mg/mL com a cultivar Nayana mostrando a atividade antioxidante mais elevada, seguido pela cultivar Indiana, Nimali e Daya, enquanto que para o ABTS os valores variaram entre 93,1% e 72,73%, com o valor mais elevado observada na cultivar Nayana.

De acordo com os métodos utilizados, percebe-se que a capacidade antioxidante dos frutos de romã apresenta o mesmo comportamento em ambos os métodos, ou seja, há aumento da atividade antioxidante do fruto em decorrência do crescimento, independentemente do método utilizado, assim um método corrobora com o outro. De acordo com Bopitiya e Madhujith (2012), o uso de mais de um método de avaliação da capacidade antioxidante proporciona uma melhor visão sobre a atividade real dos extratos.

A presença de atividade antioxidante nos frutos de romã, aqui relatado demonstra a importância de mais trabalhos que avalie a capacidade antioxidante do fruto, com intuito de averiguar qual (is) o (s) composto (s) responsável (eis), visto que a presença desses compostos podem mitigar os danos causados pelo stress oxidativo.

#### 4.4 Rendimento de óleo e amido da semente da romã

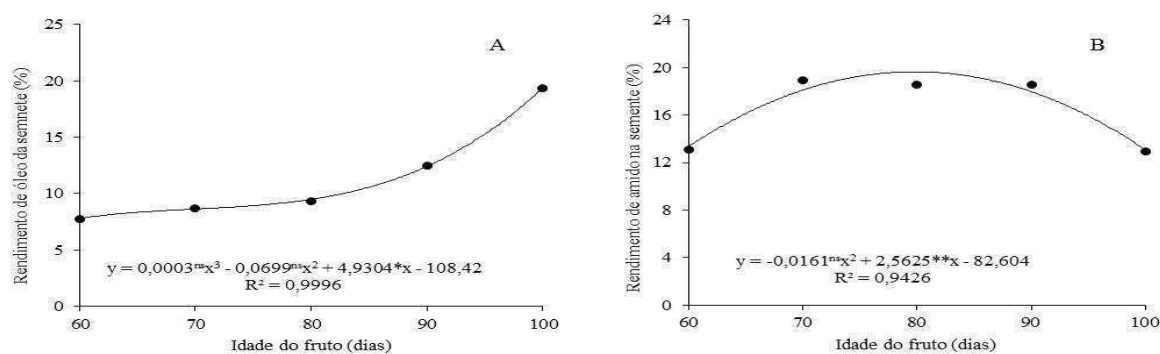
Com base na análise de variância, a idade dos frutos alterou significativamente o rendimento do óleo e amido da semente da romã durante o desenvolvimento do fruto (Apêndice: Tabela 7).

O rendimento do óleo nas sementes aumentou continuamente com o crescimento do fruto atingindo o máximo de 19,34% aos 100 dias de idade (Figura 16A). O teor de óleo da romã quando submetida à prensagem a frio com umidade de 7,3% resultou um teor de 12% de óleo bruto (SILVA et al., 2012). Jardini e Mancini Filho (2007), também, verificaram que as sementes de romã apresentaram valor considerável de lipídeos de 14,06%.

A gama de lipídeos aos 100 dias foi superiores aos relatos por Jing et al. (2012) 14,8% e Fernandes et al. (2015) 13,70%, mas quando comparados com o valor encontrado por Pande e Akoh (2009) os valores são praticamente iguais (19,2%), já ao comparar com Silva et al. (2012), verifica-se valor superior. Diante disto, a diferença existente entre os teores de óleo na semente pode ser resultado da existência de variabilidade entre as cultivares ou as condições edafoclimáticas da região onde as cultivares encontra-se.

Para o rendimento de amido nas sementes houve uma reação inversa ao rendimento do óleo, ou seja, com o crescimento do fruto houve uma redução no teor de amido, observa-se também que o rendimento de amido se manteve estável entre as idades de 70, 80 e 90 dias (Figura 16B). A queda no rendimento de amido pode estar relacionado com a senescência do fruto. O amido existente na semente trata-se de uma fonte de reserva nutricional que é usado no processo de germinação.

Não há na literatura trabalhos que relatam o teor de amido na semente da romã.



<sup>ns</sup> não significativo, \*\* e \* significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste t de Student.

**Figura 16:** Rendimento de óleo (A) e de amido (B) da semente da romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

## 5 CONCLUSÕES

A romã cv. ‘Molar’ cultivada nas Várzeas de Sousa-PB possui um padrão de crescimento sigmoidal duplo, frutos de tamanho pequeno e de formato oblíquo.

- Aos 90 dias de idade, a romã cv. ‘Molar’ possui os melhores indicadores de qualidade para a colheita e comercialização *in natura*. Nesta fase o fruto atinge valor máximo de massa fresca, de sólidos solúveis, relação SS/AT, de açúcares totais e redutores, de vitamina C e de antocianinas ao mesmo tempo que apresenta redução na acidez titulável, no pH e no teor de composto fenólicos.
- As principais mudanças nos índices L\*, a\*, b\*, C\* e °h\* da casca ocorre a partir dos 50 dias de idade, com mudanças de verde para o vermelho. No suco, as mudanças acontecem a partir dos 70 dias de idade, onde o suco revela uma coloração tendendo ao rosa.
- Os métodos estudados DPPH e ABTS demonstrou que os frutos de romã possuem alta capacidade antioxidante. Sendo os frutos colhidos aos 90 dias após antese, com maior capacidade antioxidante quando comparado com as demais épocas de colheita. Assim com base nos resultados obtidos o suco da romã trata-se de uma fonte de antioxidante natural.
- O teor de óleo nas sementes da romã cv. ‘Molar’ aumenta com o crescimento do fruto, cujo rendimento máximo é 19,34%, aos 100 dias. O amido é acumulado na semente até os 90 dias, a partir desta idade, há diminuição do amido.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-MAIMAN, S. A.; AHMAD, D. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation. **Food Chemistry**, Oxford, v. 76, n. 4, p. 437–441, 2002.
- ARENDSE, E.; FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Discrimination of pomegranate fruit quality by instrumental and sensory measurements during storage at three temperature regimes. **Journal of Food Processing and Preservation**. África do Sul, v. 39, n.6, p. 1867–1877, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2005.
- BEEMILLER J; WISTLER R. **Starch: Chemistry and Tecnology**. 3ª ed. West Lafayette, Academic Press. p. 894, 2009.
- BOPITIYA, D.; MADHUJITH, T. Antioxidant Potential of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Cultivars Grown in Sri Lanka. **Tropical Agricultural Research** . Sri Lanka, v. 24, n. 1, p.71 – 81, 2012.
- BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; TRIPLER, E.; HÁRARI, M.; GREENBERG, A.; SHOMER, I.; HOLLAND, D. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**. San Diego, v. 22, n.3, 189–195. 2009.
- BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; HÁRARI, M.; BAR-YA'AKOV, I. PATIL, B. S. LURIE, S. HOLLAND, D. Climate Effects on Anthocyanin Accumulation and Composition in the Pomegranate (*Punica granatum L.*) Fruit Arils. **Journal Agricultural Food Chemistry**. Washington, v. 59, n. 10, 5325–5334, 2011.
- BRAND-WILLIANS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidante activity. **LWT- Food Science & Tecnology**, [S.L] v.28, n.1, p.25-30., 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei Nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p. 8, 24 dez. 2003.
- CASTRO NETO, M. T. D. C.; REINHÁRD, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Háden1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 36-38, 2003.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora UFLA, pag. 785, 2005.
- CHEL-GUERRERO, L.; BARBOSA-MARTÍN, E.; MARTÍNEZ-ANTONIO, A.; GONZÁLEZ-MONDRAGÓN, E.; BETANCUR-ANCONA, D. Some physicochemical and rheological properties of starch isolated from avocado seeds. **International Journal of Biological Macromolecules**, Estados Unidos da América, v. 86, n.1, pag. 302–308, 2016.



CORSO, M. P.; **Estudo da extração de óleo de semente de gergelim (*Sesamun indicum* L.) empregando os solventes dióxido de carbono supercrítico e n-propano pressurizado.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Toledo-PR. 2008.

COSTA, A. B.; OLIVEIRA, A. M. C.; SILVA, A. M. O.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 345-354, 2013.

COUTO, M. A. L., CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30(Supl.1), pag.15-19, maio 2010.

CRISOSTO, C.H.; E. J. MITCHÁM; A. A. KADER. Pomegranates. **Perishables Hándling**. v. 85, p. 17-18, 1996.

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

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.

FADAVI, A.; BARZEGAR, M.; AZIZI, H.M. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. **Journal of Food Composition and Analysis**, Kidlington, v. 19, n. 6, pag. 676–680, 2006.

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**, New York, v. 5, n. 7, p. 2934-2940, 2012.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Chánges in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. ‘Ruby’) fruit at five maturity stages. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 150, n. 4, p. 37–46, 2013a.

FAWOLE, O.A.; OPARA, U.L. Developmental chánges in maturity indices of pomegranate fruit: A descriptive review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 159, n. 1, pag.152–161, 2013b.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Effects of maturity status on biochemical concentration, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. ‘Bhágwa’). **S. Afr. South African Journal of Botany**. Africa do Sul, v 85, n. 1 , 23–31. 2013c.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Fruit growth dynamics, respiration rate and physico-textural properties during pomegranate development and ripening pomegranate (cv. ‘Ruby’) fruit at five maturity stages. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, 157, n. 1, p. 90–98, 2013d.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERNANDES, L.; PEREIRA, J. A.; ISABEL L-C.; SALAZAR, D. M.; RAMALHOSA, E.; CASAL, S. Fatty acid, vitamin E and sterols composition of seed oils from nine different pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars grown in Spain. **Journal of Food Composition and Analysis**, Kidlington, v.39, n. 1, p.13–22, 2015.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors** New York: Academic Press. p.181-207, 1982.

GADŽE, J.; VOĆA, S.; ČMELIK, Z.; MUSTAĆ, I.; ERCISLI, S.; RADUNIĆ, M. Physico-chemical characteristics of main pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars grown in Dalmatia region of Croatia. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Berlim-Alemanha, v 85, n 2, pag. 202 – 206, 2012.

GLOZER, K.; FERGUSON, L. **Pomegranate Production in Afghánistan**. Califórnia, UCDAVIS, p. 32, 2008.

GOMES, L.N. **Mudanças na biometria da romã (cv. Molar) durante o desenvolvimento do fruto**. 2015. 33f. Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar- Pombal, 2015.

GÓRNAS, P.; RUDZINKA, M.; Seeds recovered from industry by-products of nine fruit species with a high potential utility as a source of unconventional oil for biodiesel and cosmetic and pharmaceutical sectors. **Industrial Crops and Products**, [S.L], v.83, n. 1, pag. 328-338, 2016.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2008. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br>> Acesso em 20 maio 2014.

INMET-Instituto Nacional de Meteorologia - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera\\_serie\\_txt\\_mensal.php?&mRelEstacao=82689](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php?&mRelEstacao=82689) Acesso em 12 de Jan 2015.

JADON, G.; NAINWANI, R.; SINGH, D.; SONI, P, K.; DIWAKER, A. K. Antioxidant activity of various parts of *Punica granatum*: a review. **Journal of drug & therapeutics**, Índia, v. 6, n.2, p. 138-141, 2012.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum, L.*). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, vol. 43, n. 1, pag. 137-147, 2007.

JARDINI, F.A.; LIMA, A.; MENDONÇA, R.M.Z.; PINTO, R.J.; MANCINI, D.A.P.; MANCINI-FILHO, J. Compostos fenólicos da polpa e sementes de romã (*Punica granatum, L.*): atividade antioxidante e protetora em células MDCK. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara-SP, v. 21, n. 4, p. 509-517, 2010.

JING, P.; YE, T.; SHENG, H. S. Y.; SLAVIN, M.; GAO, B.; LIU, L.; YU, L. L. Antioxidant properties and phytochemical composition of China-grown pomegranate seeds. **Food Chemistry**, Oxford v.132, n.3, pag.1457–1464, 2012.

KALAMARA, E.; GOULA, A.M.; ADAMOPOULOS, K.G. An integrated process for utilization of pomegranate wastes — Seeds. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Europa, v. 27. n. 1, pag. 144–153, 2015.

KAR, C. E.; FERCHICHI, A.; ATTIA, F.; BOUAJILA, J. Pomegranate (*Punica granatum*) Juices: Chemical Composition, Micronutrient Cations, and Antioxidant Capacity. **Journal of Food Science**, Washington, v.76, n.6, pag. 795-800, 2011.

KAYS, S. J. **Metabolic Processes in Harvested Products**. In: Postharvest physiology of perishable plant products. Na Avi Book. Estados Unidos da América, pag: 76-142, 1991.

KULKARNI, A. P.; ARADHYA, S. M. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. **Food Chemistry**, Saudi Arabia, v. 93, n. 2, p. 319-324, 2005.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicação de diversos métodos químicos para determinar atividade antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP. v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P.; CÂMARA, F. L. A. Extração e caracterização de amido de jacatupé (*Pachyrhizus ahipa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos** [online], Campinas-SP, v.23, n. 3, p.362-365, 2003.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Eds). *Methods in Enzymology*. London, v. 148, p. 350-382, 1987.

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**, Oxford, v.175, n.1, pag. 575-584, 2015.

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

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**, 2 ed., São Paulo, p.350-351, 2008.

LUCCI, P.; PACETTI, D.; LOIZZO, M.R. FREGA, N.G. *Punica granatum* cv. Dente di Cavallo seed ethanolic extract: Antioxidant and antiproliferative activities. **Food Chemistry**, Oxford, v.167, n. 1, pag. 475–483, 2015.

LUZIA, D. M.M.; BERTANHÁ, B. J.; JORGE N. Sementes de pitanga (*Eugenia uniflora* L.): potencial antioxidante e perfil de ácidos graxos. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 69, n. 2, pag.175-80. 2010.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, London, v.100, ed.4, pag.1409–1418, 2007.

MARM. **Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino**. Anuário de Estatística 2010.

MARCHI, L. B.; MONTEIRO, A. R. G.; MIKCHÁ, J. M. G.; SANTOS, A. R.; CHINELLATO, M. M.; MARQUES, D. R.; DACOME, A. S.; COSTA, S. C. Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Capacity of Pomegranate Peel Extract (*Punica Granatum*L.) Under Different Drying Temperatures. **Chemical Engineering Transactions**. Itália, v. 44, n. 1, pag. 121- 126, 2015.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C. R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara-SP, v.19, n.1, p. 67-72, 2008.

MELGAREJO, P.; MARTINEZ-VALERO, R.; GUILLAMON, J. M.; MIRO, M.; AMOROS, A. Phenological stages of the pomegranate tree (*Punica granatum L.*). **Annals of applied biology**. Londres, v. 130, n. 1, pag.135–140. 1997.

MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**. [S.L], v.31, n.3, pag. 426-428. 1959.

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

MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, Piauí- Brasil, v. 6, n. 1, pag. 74-82, 2015.

NASCIMENTO, J.C.; LAGE, L.F.O.; CAMARGOS, C.R.D.; AMARAL, J.C.; COSTA, L.M.; SOUSA, A.N.; OLIVEIRA, F.Q. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonoides totais em extratos de folhás da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v.92, n. 4, pag. 327-332, 2011.

OBOH, G.; ADEMOSUN, A. O.; AKINLEYE, M.; OMOJOKUN, O. S.; BOLIGON, A. A.; ATHÁYD, M. L. Starch composition, glycemic indices, phenolic constituents, and antioxidative and antidiabetic properties of some common tropical fruits. **Journal of Ethnic Foods**, [S.L], v. 2, n. 4 pag. 64-73, 2015.

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**. Curitiba. v. 20, n. 2, pag. 201-207, 2010.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de

goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, pag. 89-98, 2011.

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

OZGEN, M.; DURGAC, C.; SERCE, S.; KAYA, C. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. **Food Chemistry**. Oxford, v. 111, n. 5, pag. 703-706. 2008.

PANDE, G.; AKOH C.C. Antioxidant capacity and lipid characterization of six Georgia-grown pomegranate cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v.57, n.20, p.9427-9436, 2009.

PATRAS, A.; BRUNTON, N.P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science and Technology**, Europa, 21, n. 1, p. 3–11, 2010.

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.

POMASA, Pomegranate Association of South Africa. **Pomegranete production guidelines**. 2013. Disponível em< <http://www.sapomegranate.co.za/wp-content/uploads/2013/11/POMASA-Technical-Production-Manual.pdf>> Acesso em Fevereiro de 2015.

QUIROZ, I. **Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente: Antecedentes de mercado**. Fundación Chile. 2009.

RODRIGUES, L. L.; SOUSA, M. M. D.; SILVA, J. N.; MARQUES, M. J.; BRITO, P.; LIMA, A. Caracterização físico-química e detecção de metabólitos secundários do cará moela (*Dioscorea bulbifera*). VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação- CONNEPI. 2012. Disponível em<<http://www.http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1416/2855.pdf>> Acesso em 5 de Dezembro de 2015.

ROCHÁ, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, Dezembro 2011.

RUFINO, M. S.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutos pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2007a. 4p. (Comunicado Técnico, N. 127).

RUFINO, M. S.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia científica: determinação da atividade**

**antioxidante total em frutos pela captura do radical livre ABTS.** Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2007b. 4p. (Comunicado Técnico, N. 128).

SADEGHI, H. Physical and chemical characteristics of four native pomegranate cultivars in Mazandaran province of Iran. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. Iran, v. 8, n. 2, p. 570-572, 2010.

SANTOS, L. S.; BONOMO, R. C. F.; FONTAM, R. C. I.; BONOMO, P.; LEITE, C. X. S.; SANTOS, D. O. Efeito dos métodos de extração na composição, rendimento e propriedades da pasta do amido obtido da semente de jaca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.255-261, 2013.

SAYYARI, M.; VALERO, D.; BABALAR, M.; KALANTARI, S.; ZAPATA, P.J.; SERRANO, M. Prestorage Oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2 °C. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Califórnia, v. 58, n. 11, p. 6804-6808, 2010.

SCHEPETKIN, I. A.; QUINN, M.T. Botanical polysaccharides: Macrophage immunomodulation and therapeutic potential. **International Immunopharmacology**, Estados Unidos da América, v.6, n.3, pag. 317– 333, 2006.

SERRANO, M. **La Granada: maduración y post-recolección.** I Jornadas Nacionales sobre el granado. pag 113-122, 2012. Disponível em: <www.poscosechá.com>. Acesso em maio de 2014.

SILVA, T. V.; RESENDE, E. D. de; VIANA, A. P.; ROSA, R. C. C.; PEREIRA, S. M. de F.; CARLOS, L. de A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 472-475, 2005.

SILVA, I.C.C. **Uso de processos combinados para o aumento do rendimento da extração e da qualidade do óleo de macaúba,** 2009. 99p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

SILVA; M. L. C.; COSTA; R. S.; SANTANA; A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, Carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, pag. 669-682, 2010.

SILVA, N. K.; MANSANO, M.; NOGUEIRA, R. I.; FREITAS, S. P. **Obtenção e caracterização de óleo de semente de romã (*Punica Granatum*) por prensagem a frio.** XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 02 a 09 de setembro. Búzios-RJ. 2012.

SILVA, G. A. S.; CAVALCANTI, M. T. ; ALMEIDA, M. C. B. M.; ARAÚJO, A. S.; CHINELATE, G. C. B.; FLORENTIN, E. R. Utilização do amido da amêndoa da manga Tommy Atkins como espessante em bebida láctea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande- PB, v.17, n.12, p.1326–1332, 2013.

SILVA. I. M. B. R.; ROCHÁ,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.

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.

SOARES, M.; WELTER, L.; GONZAGA, L.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas-SP, v. 28, n. 3, pag. 727-732, 2008.

SOUSA, H. C. G. A.; SILVA S. I. A.; SILVA, E. S.; MALTA, A. O.; MELO, A. S.; RAPOSO, R. W. C. **Adubação orgânica no crescimento da romãzeira (*Punica granatum L*) na presença de fósforo**. I Reunião Nordestina de Ciência do solo. De 22 a 26 de Setembro 2013. CCA/UFPB-Areia/PB. CD ROOM, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

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**, Amsterdã, v. 126, n.2, pag. 180-185, 2010.

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M.R.; PASTORE, G.M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, Campinas-SP, v.30, n. 3, pag. 616-622, 2007.

USDA World Agricultural Supply and Demand Estimates. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>> . 2012. Acesso em agosto de 2015.

USEP. Fac. Cs. Agronômicas. U de CHILE, El granado. 2013. Disponível em:<<http://pt.scribd.com/doc/81279365/El-Granado-u-de-Chile>>. Acesso em dezembro de 2015.

VERARDO, V.; GARCIA-SALAS, P.; BALDI, E.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNANDEZ-GUTIERREZ, A.; CABONI, M.F. Pomegranate seeds as a source of nutraceutical oil naturally rich in bioactive lipids. **Food Research International**, v.65, n.3, pag. 445–452, 2014.

VENCESLAU, W. C. D. **Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas 'Paluma'**. 2013, 151 fls. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-Pombal, 2013.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 1, p. 023-038, Março 2014.

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>>. Acesso em: out. 2014.

WERKMAN, C; GRANATO, D.C.; KERBAUY, W.D.; SAMPAIO, F.C.; BRANDÃO, A.A.H.; RODE, S.M. Aplicações terapêuticas da (*Punica granatum* L.) romã. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas-SP. v. 10, n. 3, pag. 104-111, 2008.

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

ZAOUAYA, F.; MENA, P.; GARCIA-VIGUERA, C.; MARSA, M. Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Industrial Crops and Products**, v.40, n.1,pag. 81– 89, 2012.



## **APÊNDICE**

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as variáveis: massa fresca (MFF), volume (V), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) de romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio			
		MFF	VF	DL	DT
		g	cm <sup>3</sup>	mm	mm
Idade dos Frutos	9	21444,390141**	9098,141400**	1072,279313**	1043,868367**
Resíduo	30	124,554284	50,023556	5,724171	5,774057
CV (%)		10,63	7,77	3,62	4,39
Média		105,03	90,97	66,03	54,77

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis da coloração da casca, luminosidade (L), ângulo Hue (°h\*) e o índice de saturação croma (C\*), em romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio				
		L*	a*	b*	°h*	C*
Idade dos Frutos	9	78,8537**	993,37,07**	21,5214**	47,9270**	1793,006**
Resíduo	29	2,8202	16,5480	1,5311	1,6619	25,4744
CV (%)		2,93	22,86	3,73	5,73	7,69
Média		57,39	17,9782	33,17	22,48	65,59

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis analisadas para coloração arilo, luminosidade (L), ângulo Hue (°h\*) e o índice de saturação croma (C\*), em romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio				
		L*	a*	b*	°h*	C*
Idade dos Frutos	4	428,3475**	106,868**	111,859**	47,9270**	948,5483**
Resíduo	14	8,0365	3,9573	0,9290	1,6619	21,1365
CV (%)		5,28	20,95	5,02	5,73	7,40
Média		53,7410	9,49	19,20	22,48	62,13

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para as variáveis: pH; sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), e relação SS/AT, em romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio			
		pH	SS %	AT % de ácido cítrico	SS/AT
Idade dos Frutos	4	0,038832**	4,48583**	0,06728**	54,483632**
Resíduo	15	0,004075	0,275425	0,010065	4,880303
CV (%)		2,08	4,10	13,83	11,94
Média		3,06	12,81	0,72	18,49

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as variáveis açúcar total (AT) e açúcares redutores (AR) em romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio	
		AT	A. Redutores
		mg/100 mL do suco	
Idade dos Frutos	4	15,1890**	0,00070**
Resíduo	15	1,4252	0,000002
CV (%)		8,42	13,18
Média		14,1835	0,0104

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para as variáveis vitaminas C (Vit.C), compostos fenólicos totais (CP), flavonoides (FLA), antocianinas (ANT), Carotenoides (CRT), em romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio				
		Vit. C % de ácido ascórbico	CP mg/100mL <sup>-1</sup>	FLA mL/100mL <sup>-1</sup>	ANT	CRT mg/100mL <sup>-1</sup>
Idade dos Frutos	4	18,9810**	38,1648**	68,8261**	4,9612**	0,1630**
Resíduo	15	0,3955	34,7142	4,0844	0,6527	0,01119
CV (%)		7,66	9,52	14,75	19,61	26,15
Média		8,20	61,86	13,70	4,11	0,40

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para variável para atividade antioxidante métodos DPPH e ABTS em romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio	
		DPPH g de polpa/g de DPPH	ABTSS uM Trolox/g polpa
Idade dos Frutos	4	3814323,03 <sup>ns</sup>	582076545,62**
Resíduo	15	1701292,90	29357570,45
CV (%)		51,88	22,58
Média		2514,32	23992,99

<sup>ns</sup> não significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância para as variáveis para rendimento de no teor de óleo e amido na semente de romã ‘Molar’, durante o crescimento do fruto.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Óleo	Amido
Idade dos Frutos	4	88,1412**	39,6076**
Resíduo	15	5,4479	6,6466
CV (%)		20,21	15,73
Média		11,55	16,3895

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de F.