



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DO ÓLEO DA SEMENTE DA ROMÃ cv. 'MOLAR'**

ÁGDA MALANY FORTE DE OLIVEIRA

POMBAL - PB

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DO ÓLEO DA SEMENTE DA ROMÃ cv. 'MOLAR'**

ÁGDA MALANY FORTE DE
OLIVEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): RAILENE HÉRICA
CARLOS ROCHA ARAÚJO

POMBAL – PB
2018

ÁGDA MALANY FORTE DE OLIVEIRA

**COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DO ÓLEO DA SEMENTE DA ROMÃ cv. 'MOLAR'**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em 27/07/2018

BANCA EXAMINADORA

Orientadora- Prof^a. D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha Araújo
(UAGRA-CCTA-UFCG)

Examinador Prof^a. D. Sc. Maíra Felinto Lopes
(UATA-CCTA-UFCG)

Examinador Prof^a. D. Sc. Roberlúcia Araújo Candeia
(UATA-CCTA-UFCG)

POMBAL-PB

2018

iii

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por toda a força e esperança concedida, por todos os obstáculos impostos que me mostraram que eu poderia me esforçar mais para vencê-los, por ter me proporcionado uma família maravilhosa que sempre me impulsionou e nunca me deixou desistir, enfim só tenho a agradecer.

A minha mãe, Francisca Neta Forte, por toda força e lutas que travou para me criar sozinha, por sempre estar ao meu lado me encorajando a escolher o meu caminho, muito obrigada, sem sua força não teria chegado nem no início de onde estou hoje e não tem palavras suficientes para demonstrar o tamanho de meu agradecimento e orgulho em ser sua filha, por isso que a ti dedico este trabalho e todo meu esforço.

A Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, pela possibilidade de realizar este curso pelo qual sou apaixonada, pela estrutura disponibilizada, a todos os professores e funcionários.

A minha orientadora Railene Hérica Carlos Rocha, por quem tenho enorme admiração e carinho, por todos os conhecimentos, descobertas, pela confiança, atenciosidade, pela amizade, pela compreensão, por mostrar na prática os princípios que um profissional deve ter tais como, ética, ter compromisso, ser responsável, ser honesto acima de tudo, ser justo, focado, fazer sempre o seu melhor com o que se tem disponível, nunca desistir, e por acreditar no meu potencial quando até eu mesma duvidava, muito obrigada professora, foram quatro anos que vou levar pra minha vida toda.

Aos meus fieis escudeiros, os irmãos que a faculdade me deu, Diogenes Damarsio de Andrade e George Alves Dias, sem vocês esses quase cinco anos seriam menos alegres e mais pesados de suportar, obrigado pela amizade, pelos risos, choros, enfim esses momentos serão eternos em minha memória sempre.

A todos os técnicos de todos os laboratórios do campus Pombal, pois sei que aperreei todos com meus pedidos e nunca me negaram ou fecharam as portas pra mim. Em especial a Fabiola, atualmente técnica de Leite e derivados, a quem devo

toda a minha base em análises laboratoriais em alimentos, muito obrigada, por todos os ensinamentos, toda paciência, compreensão, gentileza e amizade, não esquecerei e sou eternamente grata. A Joice e Wéllida, pela amizade, por todos os momentos alegres que fizeram os dias mais cansativos tonarem-se leves, por todos os conhecimentos compartilhados, todos os puxões de orelha que me deixaram mais atenta, obrigada.

A todas as amizades conquistadas durante esses anos, não irei citar nomes, pois são muitos e não quero esquecer ninguém, mas saibam que estarão sempre em meu coração.

A minha eterna equipe pós-colheita, embora alguns já tenham saído, mas esses são os que eternizei como irmãos de laboratório, Wellighton Alves Guedes, George Alves Dias, Tادria Cristiane Sousa Furtunato, dos quais tenho enorme carinho e admiração, por todos anos de companheirismo e pesquisas realizadas com tanta alegria e descontração não importava dia, hora e nem cansaço.

Aos meus parceiros de análises que caíram de cabeça comigo nessa empreitada, e depois de muitos dias e noites seguidos insistentemente, conseguimos chegar aos resultados apresentados nesta monografia.

A Jeniffer Viviany por todo o companheirismo e amizade durante este caminho, dividindo o mesmo teto, aflições, dificuldades, tristezas, mas também alegrias e risos, companheirismo esse que depois de todos esses anos, tornou-se parte de minha família.

A minha amiga Ana Rita Trigueiro (*in memoriam*) por toda a ajuda durante um período muito difícil nessa jornada, muito obrigado, sua bondade e seu coração eram enormes, nunca irei esquecer, muito obrigada.

Enfim a todos que me ajudaram a chegar ao final deste caminho de forma direta ou indiretamente.

Muito Obrigada!

RESUMO

Desde a antiguidade, a romãzeira tem sido amplamente utilizada como um agente terapêutico universal devido à presença de ingredientes ativos biológicos em diferentes partes da planta. O óleo da semente da romã é considerado um nutracêutico precioso devido sua rica composição. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo estudar as principais mudanças na composição de ácidos graxos e atividade antioxidante do óleo da semente da romã (cv. Molar) em diferentes estágios de desenvolvimento do fruto. O óleo da semente foi extraído a partir de uma amostra de 20 frutos, em diferentes estágios de desenvolvimento, aos 60, 70, 80, 90 e 100 dias contabilizados a partida da antese. Ao analisar a composição geral do óleo das sementes da romã cv. 'Molar' produzida no sertão da Paraíba, constatou-se que independente do estágio de desenvolvimento do fruto, o óleo assume a ordem de SFA>PUFA>MUFA, apresentando maior teor de ácidos graxos saturados, seguido de poliinsaturados (ômega 3 e 6) e monoinsaturados, e em concentrações menores de transisômeros totais. Com relação à composição de ácidos graxos no óleo da semente da romã cv. 'Molar', verifica-se que as melhores épocas para o consumo do óleo da semente da romã estão entre 80 e 90 dias, por apresentar maior quantidade de ácidos insaturados, e menores concentrações de ácido palmítico. O método de DPPH, com extrator de metanol, consegue identificar a atividade antioxidante do óleo da semente de romã, no entanto não de forma eficiente.

Palavras-chave: Compostos bioativos, fases fenológicas, *Punica granatum* L.

ABSTRACT

Since ancient times, pomegranate has been widely used as a universal therapeutic agent due to the presence of biological active ingredients in different parts of the plant. Pomegranate seed oil is considered a precious nutraceutical because of its rich composition. In this sense, the present work had as objective to study the main changes in the composition of fatty acids and antioxidant activity of the pomegranate seed oil (cv. Molar) in different stages of fruit development. The seed oil was extracted from a sample of 20 fruits at different stages of development at 60, 70, 80, 90 and 100 days counted from the start of the anthesis. When analyzing the general composition of the oil of pomegranate seeds cv. In this study, it was observed that, regardless of the stage of development of the fruit, the oil takes the order of SFA> PUFA> MUFA, with a higher content of saturated fatty acids, followed by polyunsaturated fatty acids (omega 3 and 6) and monounsaturated, and at lower concentrations of total transisomers. Regarding the composition of fatty acids in the pomegranate seed oil cv. 'Molar', it is verified that the best periods for the consumption of the oil of the pomegranate seed are between 80 and 90 days, due to the higher amount of unsaturated acids, and lower concentrations of palmitic acid. The method of DPPH, with extractor of methanol, can identify the antioxidant activity of pomegranate seed oil, however not efficiently.

Keywords: Bioactive compounds. Phenological Phases. *Punica granatum* L.

SUMÁRIO

	Pág
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	
2.1. Aspectos Gerais da romãzeira.....	3
2.2. Aspectos produtivos da romãzeira	3
2.3. Fases fenológicas do desenvolvimento do fruto	5
2.4. Bioquímica do fruto	8
2.5. Características e propriedades do óleo da semente da romã	10
2.6. Ponto de colheita e qualidade para o consumo <i>in natura</i>	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Caracterização da área de estudo	13
3.2. Tratamentos do estudo	14
3.3. Extração do óleo da semente da romã	14
3.4. Variáveis analisadas	15
3.5. Análise estatística	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBIOGRAFICAS	26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estágios de crescimento da romã cv. 'Molar' produzida no semiárido paraibano. Várzeas de Sousa, PB. 07
- Figura 2.** Compostos Fenólicos no óleo de semente de romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto 23
- Figura 3.** Atividade antioxidante pelo método DPPH no óleo de semente de romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Determinação do teor de ácidos graxos (%) na semente da romã cv. Molar (n=20).....	17
Tabela 2. Composição do teor de ácidos graxos (%) na semente de romã cv. Molar (n=20).....	19

1 INTRODUÇÃO

A romãzeira é originária da região do Oriente Médio, se espalhou em toda a região do Mediterrâneo, pertencente à família *Punicaceae*, é um tipo de 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. Seus frutos são do tipo baga, globoides, medindo até 12 cm, com numerosas sementes envolvidas por um suco róseo, cheio de um líquido adocicado (LORENZI et al., 2006; LORENZI e MATOS, 2008; WERKMAN et al., 2008; DEGÁSPARI e DUTRA, 2011).

A romã (*Punica granatum* L.) é principalmente consumida fresca, no entanto, tem sido muito utilizada na preparação de sucos, geleias, entre outros fins alimentícios, nutricionais e farmacêutico (GOULA; ADAMOPOULOS, 2012). Os seus arilos, são considerados parte mais suculenta, representando de 50 a 70% da massa dos frutos, mas inclui uma parte interna lenhosa, a semente, representando de 5 a 15% (EIKANI et al., 2012; SILVA et al., 2015), que geralmente são descartadas como material de resíduos em muitas indústrias de processamento de romã.

As sementes de romã são mais ricas em fibras e gorduras, além de outros fitoquímicos benéficos, tais como, são ricos em ácidos orgânicos, açúcares, vitaminas, polissacarídeos, polifenóis e minerais (AL-MAIMAN e AHMAD, 2002). No entanto do ponto de vista econômico e ambiental, a eliminação desses resíduos deve ser evitada, sendo potencialmente aproveitada na produção de óleo essencial (FERNANDES et al., 2015a).

Esse óleo é considerado um nutracêutico precioso, atraindo crescente interesse graças à abundância de ácido puníco, um isômero posicional e geométrico do ácido α -linolênico. A sua estrutura com duas duplas ligações *cis* e uma dupla ligação *trans* foram investigadas para compreender o seu papel nos processos fisiológicos (MELO et al., 2016).

Segundo Elfalleh et al. (2011), as propriedades antioxidantes, anticancerígenas e anti-lipidêmicas do óleo da semente da romã tornam um agente auxiliar podendo vir a trazer benéficos a saúde. Outra característica interessante, diz

respeito à concentração de óleo presente no fruto, visto que o seu teor aumenta continuamente com o crescimento do fruto atingindo o máximo de 19,34%, aos 100 dias de idade, representando mais que o dobro do valor reportado aos 60 dias, quando o fruto encontra-se imaturo (OLIVEIRA et al., 2016).

O papel dos óleos e gorduras no corpo humano tem sido amplamente pesquisado nas últimas décadas e evidências mostram que não só a quantidade de gordura consumida, mas também o tipo de gordura, particularmente certos ácidos graxos (Trans, CLAs, CLnAs), são fatores importantes tanto na manutenção da saúde quanto no desenvolvimento de certas doenças (PANDE e AKOH, 2009)

Diante disso, caracterizar cada classe de lipídios alimentares é um passo essencial no desenvolvimento de aplicações nas indústrias de alimentos e saúde. Desta forma, o perfil lipídico de inúmeras frutas e suas sementes foram e vem sendo caracterizados e vários compostos bioativos e vem sendo isolados e identificados (MELO et al., 2016).

Um estudo sobre a composição de ácidos graxos e potencial antioxidante no óleo da semente da romã, coletada em diversas fases de desenvolvimento, poderá gerar informações importantes. Visto que a colheita da romã 'Molar', cultivada nas Várzeas de Sousa, PB, poderá ser realizada no estágio fisiológico, no qual se concentre maior quantidade de certos compostos, com propriedades funcionais ao organismo.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo investigar o perfil de ácidos graxos e atividade antioxidante do óleo da semente da romã (cv. Molar) em diferentes estágios de desenvolvimento do fruto, com a finalidade de fornecer informações úteis para o uso como um alimento funcional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA ROMANZEIRA

A romã (*Punica granatum* L.), é uma pequena árvore da família *Punicaceae*, é nativa da Ásia Central e tem sido cultivada durante séculos no Oriente Médio, na Ásia, nos Estados Unidos e as regiões Sul e América (ROBERT et al., 2010).

Trata-se de um tipo de arbusto ramoso ou árvore de porte médio (2-10,0 m), possui tronco curto e casca fina, ramificado ou não, com ramos de coloração acinzentada quando adulta e marrom-avermelhada quando juvenil semidecídua e com copa arredondada. Suas folhas são relativamente pequenas (3-7 cm), simples, glabras, coriáceas, opostas, oblongo-lanceoladas, com pecíolo pequeno e coloração verde-clara. As flores são terminais ou axilares, isoladas ou agrupadas (2-3 flores), de coloração vermelho alaranjadas, brilhantes, com 4-8 pétalas e 4-6 cm de diâmetro, hermafroditas ou masculinas. O fruto é uma baga (5-12 cm), globosa, com cálice proeminente, pericarpo liso e coriáceo, de coloração variando do branco ao vermelho intenso quando maduro não climatérico, resistentes ao armazenamento e transporte (FERREIRA, 2017).

O interior é separado por paredes membranoso 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, 2013a).

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% de suco, possui baixa acidez e baixo conteúdo de fibras nos arilos das sementes (USEP, 2013).

2.2 ASPECTOS PRODUTIVOS DA ROMÃZEIRA

A romã é classificada como a 18ª fruta mais consumida no mundo. Acredita-se que, com os resultados das pesquisas demonstrando os benefícios à saúde, espera-se alcançar o 10º lugar nos próximos 10 anos (SUZUKI, 2016).

Como a romãzeira não é uma cultura muito expressiva, pouco se tem na literatura sobre seus aspectos produtivos de forma atualizada tanto em escala mundial como na escala nacional. Desta forma apresentamos dados produtivos mais atuais neste momento. No entanto é importante frisar a necessidade de mais informações relacionadas a produção dessa cultura.

Mundialmente a Índia é a maior produtora de romã, com mais de 900 mil toneladas produzidas por ano, que corresponde a 43% da produção mundial total. No entanto, quanto ao aspecto de exportações, esta é superada por outros países, a exemplo da Espanha que exporta aproximadamente 30.000 toneladas de frutas anualmente (ANDREU SEVILLA et al., 2009). Nas últimas décadas, surgiram novos mercados de produção e comercialização: Estados Unidos que em questão de produção fica logo atrás da Espanha com cerca de 18,3 t/ha⁻¹, Israel, África do Sul, Peru, Chile, Argentina (INIFARMS, 2012).

A produção nacional de romã apresenta crescimento ascendente, ao contrário dos diversos produtos hortícolas. A demanda pela fruta tem a tendência em aumentar a um ritmo muito mais rápido. As plantações comerciais incentivadas têm como meta inserir esta fruta no mercado nacional visando, principalmente, a extração de compostos nutracêuticos e elaboração de novos produtos com alta atividade antioxidante, a partir do aproveitamento integral do fruto (OLIVEIRA, 2018).

No Brasil, há grande dificuldade de se encontrar dados contabilizando o total da produção de romãs ou o número de plantas. Além disto, não há disponível ou ocorre de maneira incipiente, estudos referentes às possíveis tecnologias de produção ou o desenvolvimento da planta. Sendo o cultivo da romã predominante nos estados da Paraíba, Pernambuco, Ceará e São Paulo.

Em estudo sobre o comércio de romã no oeste de São Paulo, Suzuki (2016), relata que a média de produção foi de 5,2 t/ha⁻¹ com a cv. 'Comum' em 2015. O volume comercializado de romã na CEAGESP em 2015 foi superior às outras centrais de distribuição na região com participação de 94,48% equivalente a 646.530 kg. É possível visualizar ainda, a disparidade de preços dentre as centrais com valores que variam de R\$ 3,00 a 17,83. kg⁻¹ dependendo da época do ano.

No mercado nacional as principais cultivares encontradas são: a 'Wonderful', 'Rubi' e 'Comum'. Nos últimos 10 anos a produção de romã 'Comum' no Brasil ultrapassou, o volume de 165 toneladas para 230 toneladas em 2011, segundo Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF). Donadio e Ruggiero (2015), afirmaram que o volume comercializado de romã na CEAGESP foi de um acréscimo de 412 toneladas, em 2011, para 582 toneladas em 2014. Em dezembro de 2016, a fruta alcançou média de 16,63 RS kg⁻¹, de acordo com a CEAGESP (2017).

2.3 FASES FENOLÓGICAS DO DESENVOLVIMENTO 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. 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).

Mir et al. (2012) relataram o crescimento e desenvolvimento de frutos romã das cultivares 'Kandhari', 'Nabha' e 'Ganesh' para determinar o estágio adequado de maturação sob condições subtropicais. O tamanho e peso da fruta aumentaram até 150 dias após a antese até a maturidade. Forma oval alongada inicial da fruta imatura mudou para redonda na maturidade da colheita. Textura da fruta permanece suave durante o período de crescimento. Cor da fruta mudou de verde claro a vermelho escuro na cv. 'Kandhari' e da luz verde para amarelo verde com leve tom vermelho em 'Nabha' e 'Ganesh' na maturidade.

Gomes (2015) e Furtunato (2016) relataram que o crescimento do fruto de romãzeira 'Molar' produzido nas Várzeas de Sousa, PB, é caracterizado por um comportamento do tipo sigmoidal duplo, com quatro fases distintas, sendo estas apresentadas da seguinte forma: Fase I – Da antese aos 40 dias. Fase de ascensão do crescimento do fruto atingindo neste período um volume máximo, massa fresca e matéria seca. Fase II - De 41 aos 59 dias. Fase de estabilidade no crescimento do fruto, com poucas mudanças no volume do fruto, massa fresca, diâmetro longitudinal e transversal e massa seca. Fase III – De 60 aos 90 dias. Retomada na ascensão do crescimento do fruto, atingindo os valores mais elevados da curva sigmoidal dupla observada nas variáveis: massa fresca do fruto, diâmetro longitudinal e transversal, matéria seca do fruto, massa fresca da semente com arilo, volume de suco, massa fresca da semente, massa seca da semente. Fase IV – De 91 aos 100 dias. Fase de declínio que culmina com o início da senescência do fruto, caracterizada por redução na maioria das variáveis analisadas, rachadura de frutos no campo e manchas na casca. Como pode ser observada na curva de crescimento do fruto (Figura 1).

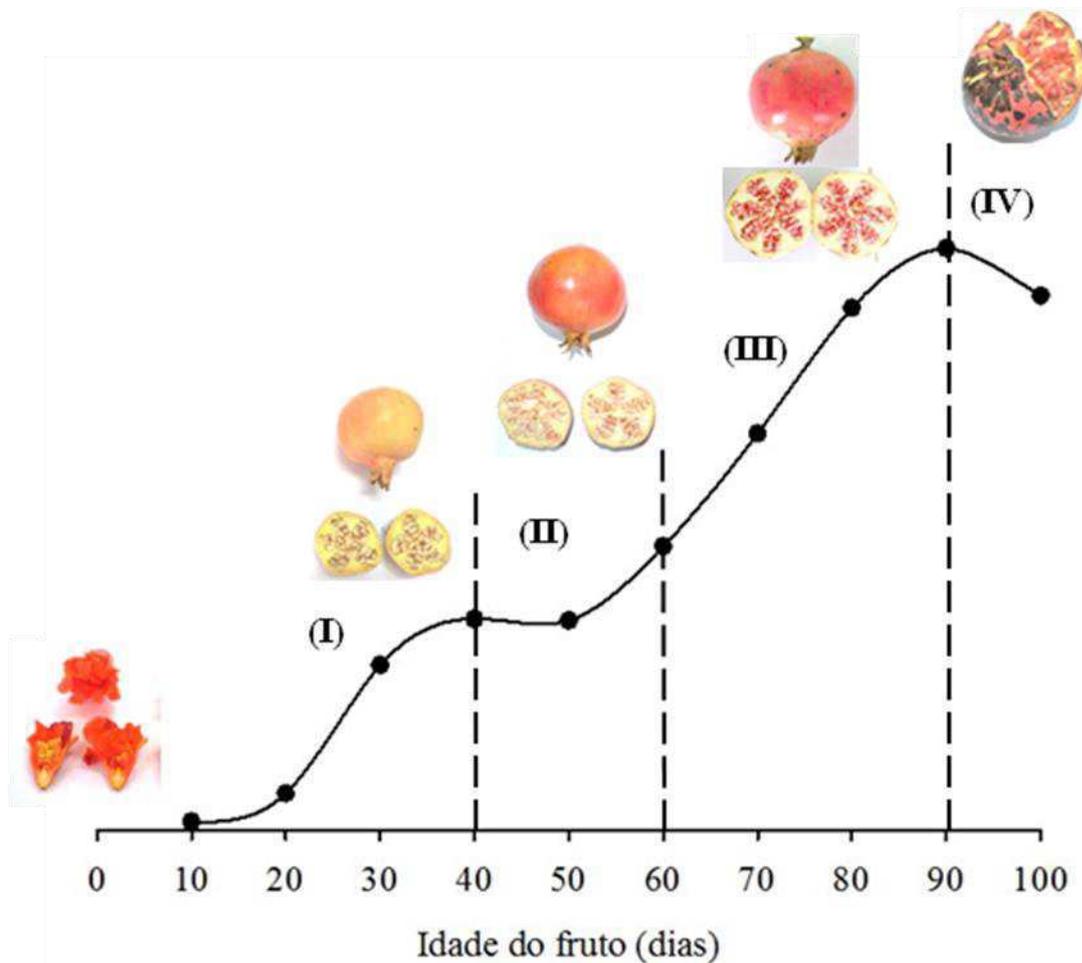


Figura 1. Estágios de crescimento da romã cv. 'Molar' produzida no semiárido paraibano. Várzeas de Sousa, PB. (GOMES, 2015).

A partir da análise da curva de crescimento do fruto, pode-se verificar que o período de maturação ideal corresponde a três meses de desenvolvimento, conforme se observa nas transformações na biometria do fruto. Aos 90 dias após a antese, o fruto possui 46,27% de casca, 21,15% de sementes, e 36,66% de suco, sendo a época de maior rendimento de massa seca.

Durante as fases de desenvolvimento do fruto ocorrem varias mudanças no mesmo, sendo que as mudanças externas passível de visualização a olho nu, tais como aumento de peso, volume, diâmetro longitudinal e transversal e coloração da casca e do suco.

Furtunato (2016) relatou em seu estudo com romã 'Molar' durante as fases de desenvolvimento do fruto que ocorre aumento de massa fresca do fruto em média de 200 g até os 90 dias. O volume aumenta de forma ascendente chegando aos 40 dias

com 51 cm³, apresentando estabilidade de volume no período compreendido entre 70 a 90 dias. No diâmetro longitudinal foi verificado aumento até os 80 dias de idade, valor esse que chegou a 86,46 mm. 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. Sendo assim, pode-se determinar o formato do fruto, visto que o crescimento do diâmetro longitudinal foi maior que o transversal, o fruto foi caracterizado como oblongo aos 90 dias de idade.

Quanto à coloração da casca, verificou-se que de 30 a 40 dias de idade os frutos apresentaram uma maior intensidade na coloração, sendo que a partir dos 50 dias foi constatada uma queda, corroborando na alteração da coloração dos frutos, que aos 80 dias apresentavam casca de cor vermelha. Com relação à coloração do suco relatou alteração na tonalidade de cor do arilo da romã a partir de 70 dias variando de branco para o rosa avermelhado (FURTUNATO, 2016).

2.4 BIOQUIMICA DO FRUTO

O processo de amadurecimento da romã compreende uma série de mudanças nas características do fruto iniciando desde o florescimento, à maturidade e finalizando na senescência do mesmo. Estas mudanças incluem alterações físicas, mudanças estruturais, bioquímica, fisiológica e de elementos minerais, refletindo em diferenças na aparência do fruto (HOLLAND et al., 2009).

Durante a maturação há um acúmulo de açúcares e uma redução na acidez total. 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%. A composição de ácidos orgânicos varia dependendo do tipo de romã. 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 (FADAVI et al., 2005; OZGEN et al., 2008).

Em estudos anteriores desenvolvidos em sistema orgânico no semiárido paraibano com a cultivar 'Molar', Furtunato (2016) relatou que os açúcares totais aumentaram até os 90 dias de idade chegando a 16,70 mg/100 mL, posteriormente

apresentando declínio no teor para 14,75 mg/100mL de suco aos 100 dias. 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. Com relação aos sólidos solúveis, foi verificado que aos 60 dias a romã 'Molar' apresentou 12,62%, e que no decorrer do processo de maturação, este valor aumenta para 14,05%, aos 100 dias. Porém, no ponto de colheita, considerado aos 90 dias, a romã apresentou 13,56%.

De acordo com Silva et al. (2015) a romã 'Molar' produzida em sistema orgânico no semiárido paraibano é classificada como doce, sendo sua acidez inferior a 0,75% de ácido cítrico. Fato este comprovado por Furtunato, que relatou poucas variações de acidez titulável durante o desenvolvimento do fruto chegando ao valor de 0,66% de ácido cítrico aos 100 dias.

Outra característica importante que sofre mudanças durante o desenvolvimento do fruto é a relação SS/AT, que está intimamente ligada na determinação do *flavor*. De acordo com a redução na acidez e aumento na concentração de sólidos solúveis durante o desenvolvimento o fruto adquire um sabor mais aceitável para o consumo *in natura*, e que quanto mais baixa for à relação SS/AT, mais interessante é o fruto para os processos industriais (CZELUSNIAK et al., 2003). Furtunato (2016) relatou que houve aumento na relação SS/AT durante o desenvolvimento da romã 'Molar', passando de 14,42 para 21,30, aos 90 dias de idade, época que pode ser considerada como mais propícia para a colheita, devido apresentar os melhores atributos de qualidade.

O ácido ascórbico apresenta comportamento decrescente durante os primeiros estágios de desenvolvimento dos frutos, e se mantém mais ou menos estável nos estágios finais de maturação com ligeiro decréscimo, apresentando valores entre 10 e 36 mg/100g, dependendo da variedade (SAYYARI et al., 2010).

Na cv. 'Molar' produzida no semiárido paraibano, Furtunato (2016), verificou acréscimo no ácido ascórbico durante o desenvolvimento dos frutos, passado de 4,75 a 10,5% de ácido ascórbico, respectivamente de 60 a 90 dias após a antese. Apresentando posteriormente a este período redução no seu conteúdo, o que pode ter ocorrido provavelmente, como reflexo da oxidação deste composto, associado à

rachadura da casca dos frutos no campo, comumente observado em frutos a partir de 100 dias de idade, no qual se pode dizer que os frutos estavam em processo de senescência.

As antocianinas são pigmentos que além de atuarem como um dos mais importantes antioxidantes naturais é responsável, também, pela intensa coloração vermelha do suco da romã, a qual é um dos parâmetros de qualidade que mais influenciam na aceitação sensorial dos consumidores (PATRAS et al., 2010). Com relação a antocianinas Furtunato (2016) relatou que houve incremento entre 60 e 90 dias de idade durante o desenvolvimento do fruto apresentando valores máximos em 80 e 90 dias, 4,5 e 5,0 mL/100mL respectivamente, apresentando uma ligeira redução aos 100 dias de idade, apresentando no caso da romã cv. 'Molar' a cor laranja avermelhada.

Os níveis de antioxidantes variam consideravelmente entre os estádios de maturação e cultivares. Considerando mudanças quantitativas no conteúdo do composto bioativo total, frutos verdes têm sido relatados com os mais altos níveis de bioatividades, que diminuíram no estágio semi-maduro, e permaneceram relativamente inalterados na maturidade da colheita comercial. Comportamento este contrastante com o reportado por Furtunato (2016), em romãs cv. 'Molar' no qual observou aumento da atividade antioxidante durante o desenvolvimento do fruto pelos dois métodos estudados tanto DPPH como ABTS, e atribui esse comportamento aos aumentos das concentrações de ácido ascórbico e pigmentos de antocianina, respectivamente, visto que o ácido ascórbico juntamente com antocianina são um dos principais compostos responsáveis pela atividade antioxidante.

2.5 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO ÓLEO DA SEMENTE DA ROMÃ

A estrutura química dos óleos essenciais é composta basicamente por carbono, oxigênio e hidrogênio, sendo sua classificação química difícil, pois são formados por uma mistura de diversas moléculas orgânicas, tais como, hidrocarbonetos terpênicos, álcoois, éteres, ésteres, aldeídos, cetonas, fenóis, entre outras. Sua composição é determinada geneticamente, podendo variar de acordo

com a origem botânica, quimiotipo, ciclo vegetativo, fatores da natureza e método de obtenção (SIMÕES et al., 2007).

Devido a sua composição, os óleos essenciais são bastante sensíveis à presença de oxigênio, luz, calor, umidade e metais, podendo sofrer inúmeras reações de degradação, o que dificulta a sua conservação, fazendo com que o seu processo de armazenamento seja fundamental para a manutenção de sua qualidade (GUIMARÃES et al., 2008).

A semente de romã é geralmente um subproduto que é desprezado após o processo de extração de suco. Esta representa parte importante no peso do fruto, variando de 40 a 100 g/kg da fruta (FADAVI et al., 2006). O óleo da semente da romã tem atraído grande interesse nas pesquisas devido aos seus efeitos biológicos potencialmente benéficos, uma vez que também pode melhorar a função imunológica *in vivo*, reduzir o acúmulo de triglicerídeos hepáticos e atuar como agente quimiopreventivo contra cânceres humanos hormônio relacionados (próstata e mama) e de cólon (CALIGIANI et al., 2010).

O óleo da semente de romã possui várias características que o tornam um ingrediente nutracêutico atrativo, boa aceitação pelos consumidores, considerado de baixo custo e composição fitoquímica promissora (CALIGIANI et al., 2010).

Melo (2012) relatou que o óleo da semente de romã compreende 12 a 20% do peso total da semente. Além de compreender em aproximadamente 80% de ácido graxo octadecatrienóico conjugado, com um alto conteúdo do C18:3 - 9 cis,11 trans, 13 *cis* (ácido puníco), sintetizado *in situ* a partir do ácido graxo octadecadienoico não conjugado (ácido linoleico), presente em cerca de 7% do óleo da semente da romã. A composição química do óleo da semente de romã tem estimulado pesquisas específicas dos efeitos saudáveis do óleo, incluindo controle de peso, reparo da pele e alteração dos lipídeos sanguíneos em indivíduos hiperlipidêmicos (JOHANNINGSMEIER; HARRIS, 2011).

Em adição ao ácido puníco, o óleo da semente de romã também contém quantidades menores de outros isômeros de CLNAs incluindo ácido α -eleosteárico (9c,11t,13t) e ácido catálpico (9t,11t,13c) (VROEGRIJK et al., 2011). No entanto, o teor de óleo e a composição de ácidos graxos de óleos vegetais variam dependendo

do genótipo, localização, época de colheita e das condições climáticas, entre outros fatores (KÝRALAN et al., 2009).

Lansky e Newman (2007) relataram a presença de componentes menores no óleo da semente de romã, tais como, esteróis, esteróides, e um componente chave da bainha de mielina dos mamíferos, o cerebrosídeo. Segundo Elfalleh et al. (2011), o óleo da semente de romã apresenta altas concentrações de fitosteróis (4,1 a 6,2 mg/kg), sendo o β -sitosterol, campesterol e estigmasterol os principais encontrados, e de tocoferóis, sendo o α -tocoferol (161-170 mg/100g) e o γ -tocoferol (80-93 mg/100g) os majoritários.

Além dessas propriedades, o óleo da semente de romã apresenta efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios *in vivo*, limitando a ativação de neutrófilos e as consequências de peroxidação lipídica; podendo, portanto, ser utilizado na redução do risco de várias doenças inflamatórias, tais como doença inflamatória do intestino, artrite reumatoide e doença cardíaca coronária (BOUSSETTA et al., 2009).

Bouroshaki et al. (2010) concluíram ainda que o óleo da semente de romã atenua a nefrotoxicidade induzida por HCB (hexacloro-1,3-butadieno) em ratos, por melhorar a função renal e diminuir dano nas proteínas e lipídeos, mas explicações e os mecanismos de proteção necessitam de mais estudos.

2.6 PONTO DE COLHEITA E QUALIDADE PARA O CONSUMO *IN NATURA*

A romã caracteriza-se quanto ao padrão respiratório como um fruto não-climatérico. Onde é caracterizado por um declínio gradual na respiração dos frutos durante e após o primeiro mês de frutificação, e diminui acentuadamente com o avanço da maturidade (FAWOLE e OPARA, 2013b). Assim, a romã é incapaz de completar seu processo de amadurecimento, se colhido imatura, não alcançando suas características visuais, físico-químicos e nutricionais.

A época ideal para a colheita varia entre 4,5 e 6 meses após a floração, dependendo da variedade e das condições climáticas no local de produção. Se o período de colheita for antecipado, os frutos serão de baixa qualidade, pois não teve tempo suficiente para o desenvolvimento da cor, aroma e sabor característico. Se for tardia, serão obtidos frutos mais susceptíveis a doenças e sujeitos a rápida deterioração em condições de armazenamento (SERRANO, 2012). Além de ocorrer

a abertura natural, por ser um fruto deiscente, diminuindo assim, sua qualidade visual, fator primordial para o consumidor de frutas *in natura*, tornando-se fundamental a realização da colheita no momento certo (SERRANO, 2013).

Assim, os frutos da romãzeira devem ser colhidos quando tiverem com seu processo de amadurecimento completo, com todas as características que os tornam aptos ao consumo. E possibilite a comercialização dos frutos *in natura* em mercados mais distantes, à medida que reduz a perda dos atributos de qualidade visual, físico-químicos e nutricionais (MOREIRA et al., 2015).

Neste sentido, o acompanhamento das fases fenológicas de crescimento dos frutos de romãzeiras no pomar pode contribuir com a determinação do ponto de colheita. Segundo Furtunato et al. (2016) o ponto ideal para a colheita de romã cv. 'Molar' é aos 90 dias de idade. Onde se observou 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 em que apresenta redução na acidez titulável, no pH e no teor de composto fenólicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em parceria com a fazenda comercial Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa, PB, (longitude 38°13'41" e latitude 06°45'33") distante 30 km do município de Pombal- PB, cuja produção é certificada pela Associação de Certificação Instituto Biodinâmica (IBD), que ao contrário da agricultura convencional, no sistema orgânico, não é aplicado nenhum produto químico sintético, minimizando riscos para o ambiente e consumidores (PINTO et al., 2008).

O pomar possui seis anos de instalação, onde 2,6 ha são cultivados com a variedade 'Molar', trazida da Europa e propagada na fazenda por sementes. O clima na região é do tipo BSh semiárido, segundo a classificação de Köppen, caracterizado com temperaturas superiores a 25 °C e pluviosidade média inferior a 1000 mm.ano⁻¹ com chuvas irregulares. A área de estudo se caracteriza por uma estação seca e outra chuvosa, com precipitações médias anuais em torno de 600

mm, e início da estação seca em maio, podendo se estender até janeiro. Os solos predominantes do município são associações de Neossolos Litólicos e Luvisolos (EMBRAPA, 2006). A área de produção é mantida por irrigação com micro-aspersores.

A caracterização das fases fenológicas de desenvolvimento do fruto de romanzeira (cv. Molar) foi realizada no início da floração do pomar, em etapas anteriores ao Projeto (Processo 443989/2014-1 MCTI/CNPq/Universal 14/2014 faixa A). A idade dos frutos foi contada a partir da antese e monitorada através da marcação de flores nas plantas em fase reprodutiva.

3.2 TRATAMENTOS DO ESTUDO

Inicialmente foram selecionadas plantas adultas, vigorosas e saudáveis. Foram marcadas flores hermafroditas, que se distinguem das demais por apresentar a base mais arredondada ou em forma de sino, distribuída uniformemente na área, com fita colorida resistente à temperatura elevada, insolação, ventos e chuvas.

A marcação das flores ocorreu nas primeiras horas da manhã, e 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.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em que os tratamentos foram as idades dos frutos (60, 70, 80, 90 e 100 dias), contabilizados a partir da antese, para cada colheita foi utilizada uma amostragem de cinco frutos para cada repetição, com quatro repetições por estágio de desenvolvimento do fruto totalizando 20 frutos por tratamento. E, imediatamente, após a colheita, estes foram transportados para o Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal-PB.

3.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA SEMENTE DA ROMÃ

Os arilos foram separados do fruto e prensados manualmente em saco plástico para separação das sementes. Posteriormente, as sementes foram pesadas, e deixadas ao ar livre para retirada do excesso de água, previamente à

extração do óleo. Para determinação do óleo, as sementes 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, marca Vieira de 35 malhas e velocidade de 8000 rpm, para se obter partículas com diâmetro médio inferior a 1,0 mm pois aumenta a eficiência de extração dos lipídios (SILVA, 2009). As amostras de sementes de romã moída foram inseridas em cartucho, e este ao extrator de Soxhlet, com a utilização de etanol anidro e etanol hidratado (90 °GL) como solvente, mantendo-se constante a temperatura e a razão solvente/substrato, respectivamente a 70 °C e 4:1 (m/m). O refluxo teve duração de 6 horas. O óleo da semente foi mantido em frascos âmbar, bem fechados e conservado sob refrigeração a 4 °C, para posterior realização das análises propostas no presente estudo. O rendimento do óleo das sementes de romã aumentou continuamente com o desenvolvimento do fruto, iniciando com 7,77% aos 60 dias, passando para 8,70% aos 70, 9,34% aos 80, 12,48% aos 90, chegando a 19,34% aos 100 dias (OLIVEIRA et al., 2016).

3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

a) Composição de ácidos graxos: A composição de ácidos graxos, incluindo gorduras saturadas, monoinsaturadas, poliinsaturadas, trans, ômega 3 e 6 foi realizada no Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos – CCQA do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, conforme metodologia proposta por (HARTMAN e LAGO, 1973; FIRESTONE, 2014).

b) Compostos fenólicos: foram determinados a partir do método de Folin & Ciocalteu, descrito por Waterhouse (2006), com modificações, e os extratos preparados a partir da pesagem de 0,5 g do óleo de romã diluídos em 10 mL de metanol, sendo deixados em repouso por uma hora. Uma alíquota de 200 µL do extrato foi transferida para um tubo completando-se o volume com água destilada para 2.125 µL e adicionada 125 µL do reagente Folin Ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e, logo após, foram adicionados 250 µL de carbonato de sódio a 20 %, seguindo-se agitação e repouso em banho-maria a 40

°C, por 30 minutos. As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro, a 765 nm, e os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹.

c) Antioxidante: Foi determinada a atividade antioxidante pelo método de DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazi) de acordo com Rufino et al. (2007), com adaptações. O extrato para realização da análise foi feito através de diluição de 0,5 g de óleo em 10 mL de metanol sob agitação constante por 5 min e, posterior, descanso de duas horas. Foi realizado através de três alíquotas (50, 70, 100µL) de cada amostra, juntamente com 3,9 mL do radical DPPH 0,06 mM homogeneizadas em agitador de tubos e deixadas em repouso durante uma hora, segundo cinética realizada anteriormente. Foi utilizada solução controle de metanol com solução de DPPH como padrão, e álcool metílico como branco para zerar o espectrofotômetro, as leituras foram realizadas em 515 nm, e os dados EC₅₀ expressos em g de óleo/g DPPH.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados relacionados a Compostos fenólicos e DPPH foram analisados estatisticamente através de Análise de Variância e de Regressão. As equações de regressão com os coeficientes de determinação foram escolhidas com base na explicação biológica do fenômeno, simplicidade da equação e teste dos parâmetros da equação pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR versão 5.6, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição geral do óleo da semente da romã encontram-se na Tabela 1. Ao analisar a composição geral do óleo das sementes da romã cv. 'Molar' produzida no sertão da Paraíba, constatou-se que independente do estágio de desenvolvimento do fruto, o óleo assume a ordem de SFA>PUFA>MUFA, apresentando maior teor de ácidos graxos saturados, seguido de poliinsaturados (ômega 3 e ômega 6) e monoinsaturados, e em concentrações menores de transisômeros totais. Ordem essa que diverge de outros estudos com ácidos graxos em óleos de sementes de varias cultivares de romã.

Tabela 1. Determinação do teor de ácidos graxos (%) na semente da romã cv. 'Molar' (n=20).

Ácidos graxos (g/100g)	Idade dos frutos (dias)				
	60	70	80	90	100
Saturados	7,29	6,84	5,96	6,18	6,16
Monoinsaturados	4,18	4,23	3,76	4,42	4,43
Poliinsaturados	6,74	5,09	4,40	4,48	4,56
Ômega 3	0,42	0,41	0,41	0,40	0,39
Ômega 6	6,32	4,67	3,99	4,08	4,17
Trans-isômeros totais	0,29	0,27	0,23	0,23	0,25
*N.I.	77,10	79,18	81,26	80,29	80,21

*N.I., não identificados.

Fernandes et al. (2015a) relataram que os ácidos graxos para nove diferentes cultivares de romã, seguiam a ordem PUFA>SFA>MUFA, dentre estas a 'Molar de Elche' que apresentou composição de ácidos graxos de 4,74, 0,39 e 0,21 g/100g, respectivamente, resultado este semelhante ao relatado por Jing et al., (2012).

Pode-se observar que os valores de PUFA encontrados por Fernandes e colaboradores são inferiores aos relatados nesse estudo, quando comparados aos 60 e 70 dias de idade dos frutos, enquanto que aos 80 dias, o valor verificado encontra-se superior ao relatado pelos autores.

No que diz respeito aos valores de SFA, MUFA e Σ Usant os valores encontrados por Fernandes et al. (2015a) são bem menores que os reportados por este estudo. Observou-se uma redução dos teores destes compostos com o aumento na idade dos frutos. Apenas os ácidos graxos monoinsaturados obtiveram concentrações levemente maiores com o aumento da idade dos frutos, o que pode ter ocorrido principalmente devido a presença de concentrações maiores do ácido oleico, que é um dos principais representantes do MUFA.

A mudança na ordem dos ácidos graxos encontrada neste estudo pode ter sido pela não identificação do ácido puníco (chamado de PA, do inglês *punicic acid*), também conhecido como C18:3-9c,11t,13c, que é um ácido graxo poliinsaturado de cadeia longa (ω -5) estando presente em altas concentrações no óleo da semente de romã. Sendo assim, os somatórios dos SFA presentes no óleo tornaram-se maioria determinando com isso uma nova ordem, diferentemente da encontrada por outros estudos com óleo de semente de romã, com diferentes

cultivares, tais como, em 'Mollar de Elche' (FERNANDES et al., 2015a), 'Mollar de Elche 16' (HERNANDEZ et al., 2011).

Com relação à razão SFA/(PUFA+MUFA) apresentou oscilações dentre as idades dos frutos iniciando com 0,67 aos 60 dias com aumento aos 70 e 80 dias de 0,73 e redução subsequente para 0,69, aos 90 e 100 dias. Este resultado é superior aos reportados por Fernandes et al. (2015a) 0,079 com 'Mollar de Elche', Hernandez et al. (2011) 0,077 para 'Mollar de Elche 16' e Elfalleh et al. (2011) 0,395 para cultivar 'Sichuan2', pode ter ocorrido devido aos altos valores de SFA encontrados neste estudo.

Em contrapartida, devido à alta proporção de ácidos graxos insaturados (Σ Usant), os óleos de semente de romã cv. 'Molar' estudada no presente trabalho é altamente recomendada para o consumo humano, tendo um perfil de ácidos gordos mais favoráveis do que outros óleos vegetais ricos em SFA. O que já havia sido confirmado em outros estudos com diferentes genótipos de romãs relatados por (MELGAREJO e ARTÉS, 2000; FADAVI et al., 2006; FERRARA et al., 2011).

Para os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), pode-se observar que são compostos basicamente de ômega 3 e ômega 6, que apresentaram comportamento de redução dos 60 a 100 dias, esses ácidos graxos são considerados importantes na ingestão da dieta diária humana, pois desempenham importantes funções na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos. Nas últimas décadas tem-se determinado, em diversos países, que a ingestão média de ácidos graxos resultante da relação Ômega 6/Ômega 3 estejam entre as proporções de 10:1 a 20:1, ocorrendo registros de até 50:1, resultando em benefícios a saúde. No entanto, com relação a Brasil ainda não se tem informações sobre os valores correspondentes a esta relação (MARTIN et al., 2006). Desta forma, pode-se verificar que todos os estádios do óleo estudados encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos por alguns países para ingestão desse ácido, sendo melhor indicado a partir dos 80 dias em que representa uma relação de 10:1.

Foram encontrados 13 ácidos graxos nas amostras de sementes de romã cv. 'Molar', obtidas de frutos com idade entre 60 e 100 dias, mas apenas 11 foram identificados (Tabela 2). Dos ácidos graxos identificados, o palmítico (C 16:0), o

oleico (C 18:1 ω -9), o linoleico (C 18:2 ω -6) e esteárico (C 18:0) tiveram os maiores teores, 4,14% aos 60 dias, 4,43% aos 100 dias, 6,32% aos 60 dias, 1,83% aos 60 e 70 dias, respectivamente. Os demais ácidos identificados tiveram teor inferior a 1%.

Tabela 2. Composição do teor de ácidos graxos (%) na semente de romã cv. Molar (n=20).

Composição de Ácidos Graxos (%)	Idade do fruto (dias após a antese)				
	60	70	80	90	100
C 15:1 Cis-10-pentadecanoico	0,14	*	*	*	*
C 16:0 Palmítico	4,14	3,55	2,96	2,96	3,08
C 18:0 Esteárico	1,83	1,83	1,56	1,66	1,68
C 18:1 ω -9 Oleico	4,03	4,23	3,76	4,42	4,43
C 18:2 ω -6 Trans Linoleico	0,29	0,27	0,23	0,23	0,25
C 18:2 ω -6 Linoleico	6,32	4,67	3,99	4,08	4,17
C 20:0 Araquídico	0,48	0,43	0,43	0,42	0,39
C 18:3 ω -3 α -Linolênico	0,42	0,41	0,41	0,40	0,39
C 22:0 Behênico	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11
C 23:0 Tricosanoico	*	0,27	0,14	0,28	0,21
N.I.	69,57	72,65	73,11	72,03	73,74
C 24:0 Lignocérico	0,72	0,66	0,75	0,75	0,69
N.I.	7,53	6,53	8,15	8,26	6,47

*N.I., não identificados.

O conteúdo de ácido palmítico apresentou comportamento de decréscimo até os 80 dias retomando o crescimento aos 100 dias. Aos 80 e 90 dias o conteúdo encontrado para esse ácido foi de 2,96%, valor este superior aos encontrados nos estudos relatados por Ferrara et al. (2011) de 2,689% com genótipos Italianos, Kýralan et al. (2009) de 2,10 – 2,77% na Turquia e Abbasi et al. (2008) com menores valores de 2,0 – 2,5% utilizando solventes orgânicos.

A ingestão deste ácido pode causar desregulação metabólica, devido aos excessos prejudiciais de ácidos graxos não esterificados (NEFAs) ocorrendo à indução de estresse no reticulo endoplasmático provocando uma desregulação lipídica que afeta a sinalização de cálcio, podendo causar a morte celular e atenuar a tradução da proteína. Incluem também o comprometimento da função das organelas celulares. Além disso, o estresse do reticulo endoplasmático induzido por ácido palmítico intercepta o processo inflamatório pela ativação de várias vias pró-inflamatórias, como NF-kB, quinase N-terminal c-Jun (JNK), proteína quinase de duplo núcleo (dsRNA) dependente (PKR), e o inflamassoma NLRP3, causando resistência a insulina, o que precede o desenvolvimento de diabetes tipo 2. No entanto dietas mediterrâneas afirmam efeitos benéficos caso à ingestão de SFA se

limitar a (7 - 8%) e uma alta ingestão de MUFA (20%), principalmente composto de ácido Oleico (PALOMER et al., 2018).

Desta forma, pode-se considerar que aos 80 e 90 dias são as melhores épocas para o consumo de óleo, por apresentar menores concentrações de ácido palmítico, com destaque para 90 dias. Visto que além de menor teor de ácido palmítico, é também encontrado um dos maiores conteúdos de ácido oleico, o que possivelmente pode potencializar seu uso.

O ácido esteárico reduziu aos 80 dias apresentando 1,56%, resultado este bem menor que os reportados por Ferrara et al. (2011) na Itália de 2,865% e no Irã de 1,8 – 2,2% (FADAVI et al., 2006).

Também foi detectado em menores quantidades o ácido araquídico, que se manteve com pequenos decréscimos, com certa estabilidade entre 70 (0,43%), 80 (0,43%), e 90 dias (0,42%). E o ácido behênico com 0,11% a partir dos 70 dias de idade, valores semelhantes foram encontrados em genótipos do Irã de (0,33 – 0,48% para o ácido araquídico e 0,16 – 0,21% para o behênico) relatados por (KÝRALAN et al., 2009)

Nos cromatogramas obtidos para todas as amostras analisadas foi integrado um pico no tempo de retenção de 42,7 minutos que, segundo dados da literatura, corresponde ao ácido punícico (PA). Porém, o mesmo foi considerado como N.I (Não Identificado), pois não foi possível sua identificação e quantificação pela indisponibilidade do padrão correspondente.

A cromatografia sob Conjunto de Condições 1, descrita em Kramer et al. (1997), foi de 80 minutos de duração e resultou em boa separação correspondente aos ácidos graxos de cadeia curta (detectados nos primeiros 30 minutos). O segundo conjunto de condições (CC 2), descrito em Cordain et al. (2002), também conseguiram separar ácidos graxos de cadeia curta, mas não conseguiu separar todos os ácidos graxos no padrão na duração de (~66 minutos). Utilizando-se de cromatografia com tempo de execução mais curto, levou à má separação dos ácidos graxos de cadeia longa, como CLnAs (ácido punícico), que são encontrados principalmente em ÓLEO DA SEMENTE DE ROMÃ. A análise sob o terceiro conjunto de condições (CC3), descritas em Baublits et al. (2007), demorou mais

tempo (93 minutos) e separou com sucesso todos os ácidos graxos, os picos de gordura de cadeia mais longa foram claramente identificados. Estas condições, portanto, provaram pode ser a mais adequada para a análise de ÓLEO DA SEMENTE DE ROMÃ.

Estudos realizados com óleo da semente de diferentes cultivares de romãs promovidos por Fernandes et al. (2015a) e Melo et al. (2016), relataram o ácido púnico como principal ácido no óleo da semente da romã de diferentes cultivares. Diante desta relevância em estudo com administração de ÓLEO DA SEMENTE DE ROMÃ na dieta alimentar de ratos, Arao et al. (2004) observaram que suplementação de ácido púnico pode diminuir o acúmulo de triacilgliceróis no fígado de ratos.

Białek et al. (2017), ao avaliar o comportamento dos ácidos graxos de óleo da semente de romã no fígado de ratos, relataram que no grupo de ratos que ingeriram óleo da semente de romã na dieta, o ácido púnico não foi detectado no tecido hepático, apesar de sua alta ingestão dietética, sugerindo seu efetivo metabolismo, ou seja, conversão para o cis-9, trans-11 CLA, ou ainda que o ácido púnico não se acumula no fígado, o que está de acordo com a suposição de outros pesquisadores tais como, Cao et al. (2009).

Contudo, foi detectado quantidades pronunciadas de ácido rumenico - um dos isômeros do CLA nos fígados de ratos do grupo óleo da semente de romã, enquanto o CLA trans-10, cis-12 foi detectado no tecido hepático do grupo óleo da semente de romã em quantidades bastante pequenas. De acordo com alguns pesquisadores o PA pode ser endogenamente metabolizado em cis-9, trans-11 CLA (YUAN et al., 2009a; YUAN et al., 2009b) e até pode ser uma melhor fonte de CLA, pois os níveis mais altos ácido rumenico foram detectados em tecidos de animais suplementados com comparação com grupos que receberam doses adequadas de cis-9, trans-11 CLA. Foram encontrados conteúdos semelhantes de ácido rumenico em fígados do grupo de óleo da semente de romã.

Comprovando assim, a teoria proposta por Białek et al. (2017) de que o óleo de semente de romã pode se tornar suplemento alimentar e constituir uma melhor fonte alimentar de CLA do que produtos derivados de animais. Pois, o CLA pode

exercer propriedades benéficas através de ambos os seus metabolitos, além de ser convertidos no fígados em RA, ou o seu próprio efeito.

Białek et al. (2017), confirmam que a suplementação dietética com óleo de semente de romã leva a um aumento de conteúdo de cis-9, trans-11 CLA em fígados de ratos. Além disso, entre os fatores que influenciam a atividade das dessaturases em microssomas hepáticos de ratos, o óleo de semente de romã reduz a atividade de Dessaturases 6 Dessaturases e Dessaturases 5 Dessaturases de maneira mais potente. Falta de efeitos colaterais e influência benéfica na gordura perfil de ácidos, bem como peroxidação de lipídios, apontam o óleo de semente de romã para se tornar uma alternativa interessante para suplementos dietéticos CLA.

As diferentes atividades antioxidantes dos óleos essenciais podem ser atribuídas aos seus diferentes perfis químicos qualitativos ou quantitativos. Entretanto, devido à complexidade de suas composições químicas, torna-se difícil fazer correlação entre atividade antioxidante e os componentes presentes nos óleos. Para tentar explicar essa atividade antioxidante, muitas pesquisas referem-se frequentemente a conceitos, como sinergismo, antagonismo e aditividade, sendo a maior parte deles especulativa, poucas vezes experimentalmente suportados. Desta forma, fazem-se necessárias mais pesquisas sobre quais componentes estão correlacionado com sua verdadeira atividade antioxidante (MIRANDA, 2010).

Os compostos fenólicos são considerados os importantes na atividade antioxidante dos frutos de romã, em virtude de serem antioxidantes primários, possuem maior facilidade de doar hidrogênio ao radical livre impedindo o início do processo oxidativo. Os compostos fenólicos apresentaram efeito significativo a 1% quanto à idade dos frutos, verifica-se na (Figura 1), comportamento cúbico, no qual aos 60 dias o óleo apresenta valor de $192,43 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, seguido de redução aos 70 e 80 dias, com maior valor aos 90 dias de $193,14 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e novamente redução e menor valor dentre todas as idades de $148,51 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

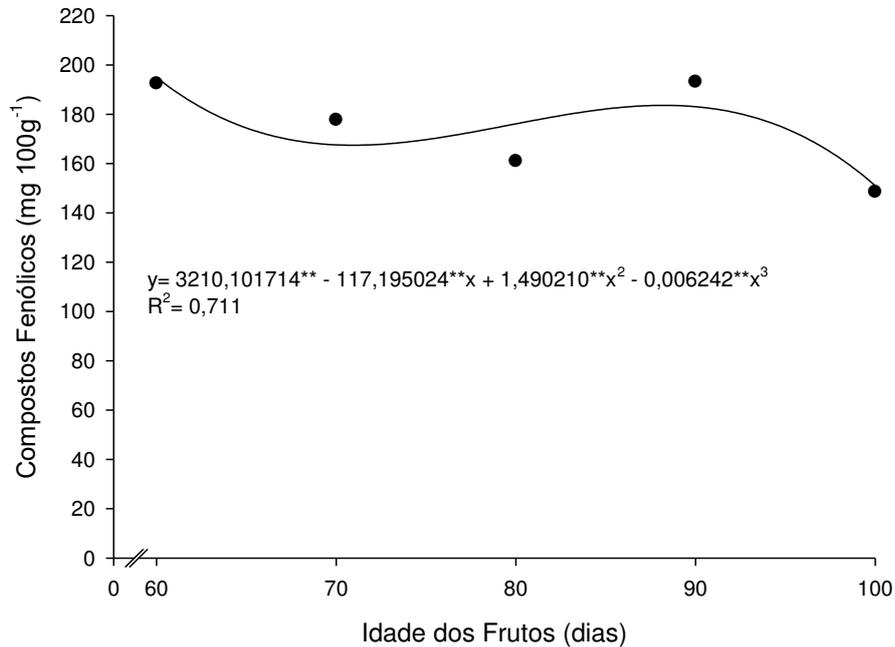


Figura 2. Compostos Fenólicos no óleo de semente de romã cv. 'Molar' durante o desenvolvimento do fruto.

Furtunato (2016) relatou que os fenólicos no suco dos frutos apresentaram comportamento cúbico tendendo a aumento até os 70 dias, no entanto apresentaram declínio até os 90 dias e posterior acréscimo dos valores aos 100 dias. Nos frutos durante o amadurecimento os fenólicos estão associados com sabor (acidez, adstringência, amargor), desta forma pode-se observar que de acordo com o amadurecimento e aumento dos dias os valores tendem a reduzir.

No entanto com relação ao óleo das sementes de romã esse comportamento não se aplica, em vez de reduzir os valores tendem a aumentar até os 90 dias, o que pode ser explicado pelo fato desses compostos serem consumidos durante o amadurecimento e passam a ser armazenados principalmente na casca, pois como se sabe os compostos são produzidos como forma de defesa da planta, e em menor quantidade na semente. Não se tem na literatura relatos dos compostos fenólicos no óleo de semente de romã.

Para tanto, adotou-se o método de DPPH, com fins de identificar o potencial antioxidante do óleo da semente de romã cv. 'Molar', o qual apresentou efeito significativo a 1%, cujos dados estão apresentados na Figura 2. Pode-se observar

comportamento cúbico, com variação entre 60 a 80 dias, sendo considerado como maior capacidade antioxidante aos 70 dias com valor EC50 de 59,54 g/g de DPPH. No entanto, no decorrer do amadurecimento do fruto o seu potencial antioxidante vai reduzindo, com menor capacidade verificada aos 90 dias em que os valores de EC50 apresentam 315,96 g/g de DPPH, ou seja, necessita de uma maior quantidade de óleo para redução de 50% de DPPH.

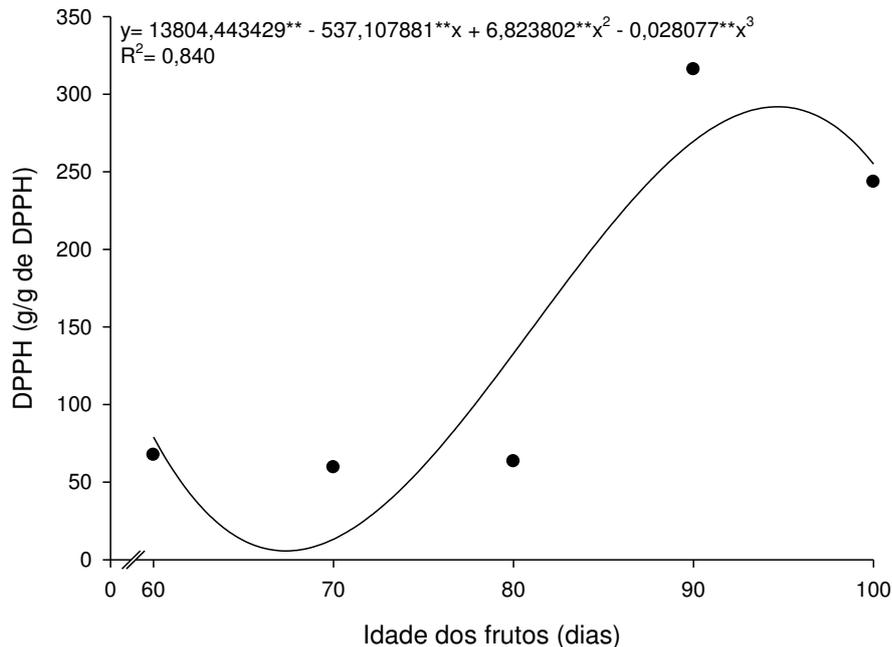


Figura 3. Atividade antioxidante pelo método DPPH no óleo de semente de romã cv. ‘Molar’ durante o desenvolvimento do fruto.

Melo et al., (2016) relataram bons resultados para óleo da semente de romã utilizando esse método, com valores de EC50 de 3,77 mg. No entanto, de acordo com Andrade et al. (2012) ao testar a atividade antioxidante de óleos essenciais, tais como, *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale* afirmam que devido a baixa solubilidade do óleo essencial e seus compostos e devido a sua natureza lipofílica, o teste de DPPH não deve ser aplicado para óleos essenciais e sim para compostos hidrofílicos como o ácido ascórbico. Entretanto, o estudo demonstrou a existência de antioxidantes no óleo da semente de romã durante o desenvolvimento do fruto.

Guimarães et al. (2011) relataram também em estudo com óleo essencial de capim limão pequena atividade antioxidante pelo método de DPPH, atribuído a não facilidade de doação de um hidrogênio por parte destes compostos, para neutralizar o radical DPPH, uma vez, que esta metodologia se baseia no descoramento de uma solução composta por radicais estáveis DPPH de cor violeta quando na presença de substâncias que podem ceder um átomo de hidrogênio, neutralizando assim o radical. Relatando ainda que outros autores obtiveram alta atividade antioxidante com esse método devido emulsificação do óleo essencial em Tween 20.

Diante disso são necessários mais estudos que avaliem a atividade antioxidante no óleo da semente da romã, tais como o método beta linoleico que é mais indicado no caso de substâncias lipofílicas, para que se tenha mais embasamento para discutir sobre a atividade antioxidante do mesmo.

5 CONCLUSÃO

As melhores épocas para o consumo do óleo da semente da romã estão entre 80 e 90 dias, por apresentar maior quantidade de ácidos insaturados, e menores concentrações de ácido palmítico.

O método de DPPH, com extrator de metanol, consegue identificar a atividade antioxidante do óleo da semente de romã, no entanto não de forma eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, H.; REZAEI, K.; RASHIDI, L. Extraction of essential oils from the seeds of pomegranate using organic solvents and supercritical CO₂. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 85, p. 83–89, 2008.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p. 399-408, 2012.

ANDREU SEVILLA, A. J.; Signes-Pastor, A. J.; Carbonell-Barrachina, A. A. **La granada**: Producción, Composición y Propiedades Beneficiosas para la Salud., Informe de la Universidad Miguel Hernández, p. 1–4, 2009.

ARAO, K.; WANG, Y. M.; INOUE, N.; HIRATA, J.; CHA, J.Y.; NAGAO, K.; YANAGITA, T. Dietary effect of pomegranate seed oil rich in 9cis, 11trans, 13cis conjugated linolenic acid on lipid metabolism in obese, hyperlipidemic OLETF Rats. **Lipids Health Dis**, v. 3, p. 1–7, 2004.

BAUBLITS, R. T.; POHLMAN, F. W.; BROWN, A. H. Jr.; JOHNSON, Z. B.; PROCTOR, A.; SAWYER, J.; DIAS-MORSE, P.; GALLOWAY, D. L. Injection of conjugated linoleic acid into beef strip loins. **Meat Science**, v. 75, n.1, p. 84-93, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.006>. PMID:22063415.

BIAŁEK, A.; STAWARSKA, A.; BODECKA, J.; BIAŁEK, M.; TOKARZ, A. Pomegranate seed oil influences the fatty acids profile and reduces the activity of desaturases in livers of Sprague-Dawley rats. **Prostaglandins & other lipid mediators**, v. 131, p. 9-16, 2017.

BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; TRIPLER, E.; HARARI, 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**, v. 22, p. 189-195, 2009.

BOUROSHAKI, M.T.; SADEGHNIA, H.R.; BANIHASAN, M.; YAVARI, S. Protective effect of pomegranate seed oil on hexachlorobutadiene-induced nephrotoxicity in rat. **Renal Failure**, v.32, p.612-617, 2010.

BOUSSETTA, T.; RAAD, H.; LETTÈRON, P.; GOUGEROT-POCIDALO, M.A.; MARIE, J.C.; DRISS, F.; EL-BENNA, J. Punicic acid a conjugated linolenic acid inhibits TNF α -induced neutrophil hyperactivation and protects from experimental colon inflammation in rats. **PLoS ONE**, v.4, p. 6458-6469, 2009.

CALIGIANI, A.; BONZANINI, F.; PALLA, G.; CIRLINI, M.; BRUNI, R. Characterization of a potential nutraceutical ingredient: Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil unsaponifiable fraction. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.65, p.277-283, 2010.

CAO, Y.; CHEN, J.; YANG, L.; CHEN, Z.Y. Differential incorporation of dietary conjugated linolenic and linoleic acids into milk lipids and liver phospholipids in lactating and suckling rats. **J. Nutr. Biochem**, v. 20, p. 685–693, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora UFLA, 2005, 785p.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP). Dados de cotação: Romã. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/entrepotos/servicos/cotacoes/>. Data de acesso: 05 de janeiro de 2017.

CORDAIN, L.; WATKINS, B. A.; FLORANT, G. L.; KELHER, M.; ROGERS, L.; LI, Y. Fatty acid analysis of wild ruminant tissues: evolutionary implications for reducing diet-related chronic disease. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n.3, p. 181-191, 2002. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601307>.

CZELUSNIAK, C.; OLIVEIRA, M. C. S.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C.; WOSIACKI, G. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físico-químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n. 1 p.25-31, 2003.

DE LIMA GUIMARÃES, L. G.; DAS GRAÇAS CARDOSO, M.; SOUZA, P. E.; DE ANDRADE, J.; VIEIRA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 464-472, 2011.

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

DONADIO, L. C.; RUGGIERO, C. Todafruta. 2015. 7p. (Boletim Frutícola, 5).

EIKANI, M. H.; GOLMOHAMMAD, F.; HOMAMI, S. S. Extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil using superheated hexane. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 1, p. 32-36, 2012.

ELFALLEH, W.; YING, M.; NASRI, N.; SHENG-HUA, H.; GUASMI, F.; FERCHICHI, A. Fatty acids from Tunisian and Chinese pomegranate (*Punica granatum* L.) seeds. **International journal of food sciences and nutrition**, v.62, n.3, p.200-206, 2011.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 412p.

FADAVI, A.; BARZEGAR, M.; AZIZI, M. H.; BAYAT, M. Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran. **Food Science and Technology International**, v.11, p.113-119, 2005.

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

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

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

FERNANDES, L.; PEREIRA, J. A.; LOPÉZ-CORTÉS, I.; SALAZAR, D. M.; RAMALHOSA, E.; CASAL, S. Lipid composition of seed oils of different pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars from Spain. **International Journal of Food Studies**, v.4, p.95-103, 2015a.

FERNANDES, L.; PEREIRA, J. A.; LOPÉZ-CORTÉS, I.; 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**, v. 39, p. 13-22, 2015b.

FERRARA, G.; CAVOSKI, I.; PACIFICO, A.; TEDONE, L.; MONDELLI, D. Morpho-pomological and chemical characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes in Apulia region, Southeastern Italy. **Scientia horticulturae**, v. 130, n. 3, p. 599-606, 2011.

FERREIRA, A. F. A. **Propagação vegetativa de Romãzeira** (*Punica granatum* L.). 2017. 79p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017

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

FIRESTONE, D. (Ed.). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. 6th ed., 3rd printing, Urbana: AOCS, 2014, 1-13p.

FURTUNATO, T. C. **Propriedades físicas, químicas e capacidade antioxidante da romã (cv. Molar) durante o desenvolvimento do fruto**. 2016. 68p. Dissertação. (Mestrado em Horticultura Tropical), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-CCTA, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.

GOMES, L.N. **Mudanças na biometria da Roma (Cv. Molar) durante o desenvolvimento do fruto**. 2015. 32p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-CCTA, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 2015.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. A method for pomegranate seed application in food industries: seed oil encapsulation. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 4, p. 639-652, 2012.

GUIMARÃES, L. G. de L.; CARDOSO, M. D. G.; ZACARONI, L. M.; LIMA, R. K.; PIMENTEL, F. A.; MORAIS, A. R. Influência de luz e temperatura na oxidação de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1476-1480, 2008.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Pract.**, v. 22, n. 8, p. 494-495, 1973.

HERNÁNDEZ, F.; MELGAREJO, P.; MARTÍNEZ, J. J.; MARTÍNEZ, R.; LEGUA, P. Fatty acid composition of seed oils from important Spanish pomegranate cultivars. **Journal of Food Biosciences and Technology**, v. 2, p. 35–40, 2011.

HOLLAND, D.; HATIB, K., BAR-YA'AKOV, I. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. **Hortic. Rev.**, v. 35, p. 127–191, 2009.

INIFArms. Market for pomegranates. Disponível em: <http://www.inifarms.com/market.html>. Acesso em: 05 de dezembro de 2017.

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

JOHANNINGSMEIER, S.D.; HARRIS, G.K. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. **The Annual Review of Food Science and Technology**, v. 2, p.181-201, 2011.

KRAMER, J. K. G.; FELLNER, V.; DUGAN, M. E. R.; SAUER, F. D.; MOSSOBA, M. M.; YURAWECZ, M. P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans

fatty acids. **Lipids**, v. 32, n. 11, p. 1219-1228, 1997. <http://dx.doi.org/10.1007/s11745-997-0156-3>.

KÝRALAN, M.; GÖLÜKCÜ, M.; TOKGÖZ, H. Oil and conjugated linolenic acid contents of seeds from important pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. **Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS)**, v. 86, p. 985-990, 2009.

LANSKY, E.P.; NEWMAN, R.A. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 109, p. 177-206, 2007.

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.

MARTIN, C. A.; DE ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; DE SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MELGAREJO, P.; ARTÉS, F. Total lipid content and fatty acid composition of oilseed from lesser known sweet pomegranate clones. **J. Sci. Food Agric.**, v. 80, p. 1452–1454, 2000.

MELO, I. L. P. **Avaliação em ratos do efeito do óleo da semente de romã (*Punica granatum* L.) sobre o perfil lipídico tecidual e sua influência sobre parâmetros bioquímicos em processos oxidativos**. 2012. 198p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012.

MELO, I. L. P.; CARVALHO, E. B. T. D.; YOSHIME, L. T.; SATTLER, J. A. G.; PAVAN, R. T.; MANCINI-FILHO, J. Characterization of constituents, quality and stability of pomegranate seed oil (*Punica granatum* L.). **Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 132-139, 2016.

MIR, M. M.; UMAR, I.; MIR, S. A.; REHMAN, M. U.; RATHER, G. H.; BANDAY, S. A. Quality evaluation of pomegranate crop-a review. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 14, n. 4, 2012.

MIRANDA, C. A. S. F. **Atividade antioxidante de óleos essenciais de folhas de diversas plantas**. 2010. 151p Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2010.

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

OLIVEIRA, A. M. F. de; FURTUNATO, T. C. de S.; ARAÚJO, R. H. C. R.; LIMA, J. F. de; ONIAS, E. A. Rendimento de óleo e amido da semente de romã durante o desenvolvimento do fruto. In: DANTAS, C. de O.; SILVA FILHO, C. R. M. da; SANTIAGO NETO, J. F.; MEDEIROS, J. A. (Org.). **Encontro nacional da Agroindústria: desafios da agroindústria no Brasil**. Bananeiras: Universidade Federal da Paraíba. 2016. 1556p.

OLIVEIRA, L. M. **Uso de *Spirulina plantensis* sob a qualidade pós-colheita de romã em duas condições de armazenamento**. 2018. 43p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar-CCTA, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 2018.

OZGEN, M.; DURGAÇ, C.; SERÇE, S.; KAYA, C. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. **Food Chemistry**, v. 111, p. 703-706, 2008.

PALOMER, X.; PIZARRO-DELGADO, J.; BARROSO, E.; VÁZQUEZ-CARRERA, M. Palmitic and Oleic Acid: The Yin and Yang of Fatty Acids in Type 2 Diabetes Mellitus. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, 2017.

PANDE, G.; AKOH, C. C. Antioxidant capacity and lipid characterization of six Georgia-grown pomegranate cultivars. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 20, p. 9427-9436, 2009.

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

PINTO, P. A. C.; CHOUDHURY, M. M. LINS, J. A.; HOMMA, S.; PINTO, A. C. C.; SILVA, C. P.; OLIVEIRA, R. S. Qualidade pós-colheita de frutos de mangueira (*Mangifera indica* L.) var. 'Tommy Atkins' sob sistema orgânico no submédio São Francisco (Brasil). **Recursos Rurais**, v. 1, n. 4, p. 5-12, 2008.

ROBERT, P.; GORENA, T.; ROMERO, N.; SEPULVEDA, E.; CHAVEZ, J. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, n.7, p.1386-1394, 2010.

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, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, N. 127).

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**, v. 58, p. 6804-6808, 2010.

SERRANO, M. et al. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, n. 2, p. 155-167, 2013.

SERRANO, M. **La Granada:** maduración y post-recolección. In: I Jornadas Nacionales sobre el granado. 2012. Disponível em: <www.poscosecha.com>. Acesso em: 20 de março de 2018.

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

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.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia:** da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. 1104p.

SUZUKI, E. T. **Avaliação fenológica, análise econômica e estudo da cadeia produtiva da romã** (*Punica granatum* L.). 2016. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.

USEP. Fac. Cs. Agronómicas. U de CHILE, El granado. 2013. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/81279365/El-Granado-u-de-Chile>>. Acesso em Julho de 2018.

VROEGRIJK, I. O.; VAN DIEPEN, J. A.; VAN DEN BERG S.; WESTBROEK, I.; KEIZER, H.; GAMBELLI, L.; HONTECILLAS, R.; BASSAGANYA-RIERA, J.; ZONDAG, G. C.; ROMIJN, J. A.; HAVEKES, L. M.; VOSHOL, P. J. Pomegranate seed oil, a rich source of punicic acid, prevents diet-induced obesity and insulin resistance in mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, p. 1426-1430, 2011.

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/folincioalteaumicromethod-for-total-phenol-in-wine>>. Acesso em: 03 de agosto, 2017.

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**, v. 10, n. 3, pag. 104-111, 2008.

YUAN, G. F.; SINCLAIR, A. J.; ZHOU, C. Q.; LI, D. α -Eleostearic acid is more effectively metabolized into conjugated linoleic acid than punicic acid in mice. **J. Sci. Food Agric.**, v. 89, p. 1006–1011, 2009a.

YUAN, G. F.; YUAN, J. Q.; LI, D. Punicic acid from *Trichosanthes kirilowii* seed oil is rapidly metabolized to conjugated linoleic acid in rats. **J. Med. Food**, v. 12, p. 416–422, 2009b.