

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

JULIA RABELO VAZ MATHEUS

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES FLEXÍVEIS E  
BIODEGRADÁVEIS À BASE DE CAQUI (*Diospyrus kaki* L. cv. Rama Forte)  
INCORPORADOS DE PECTINA E GLICEROL**

Rio de Janeiro

2019

Julia Rabelo Vaz Matheus

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES FLEXÍVEIS E  
BIODEGRADÁVEIS À BASE DE CAQUI (*Diospyrus kaki* L. cv. Rama Forte)  
INCORPORADOS DE PECTINA E GLICEROL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadoras: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ana Elizabeth Cavalcante Fai  
Buarque de Gusmão  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Roberta Fontanive Miyahira

Rio de Janeiro

2019

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

R114 Rabelo Vaz Matheus, Julia  
Produção, caracterização e aplicação de filmes flexíveis e biodegradáveis à base de caqui (*Diospyros kaki* L. cv. Rama Forte) incorporados de pectina e glicerol / Julia Rabelo Vaz Matheus. -- Rio de Janeiro, 2019.  
152

Orientadora: Ana Elizabeth Cavalcante Fai Buarque de Gusmão.  
Coorientadora: Roberta Fontanive Miyahira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2019.

1. Caqui. 2. Filmes biodegradáveis. 3. Propriedades mecânicas. 4. Embalagem de alimentos.  
I. Cavalcante Fai Buarque de Gusmão, Ana Elizabeth, orient. II. Fontanive Miyahira, Roberta, coorient. III. Título.

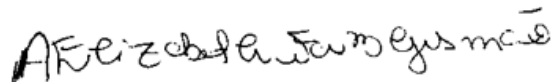
Julia Rabelo Vaz Matheus

**PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES FLEXÍVEIS  
E BIODEGRADÁVEIS À BASE DE CAQUI (*Diospyrus kaki* L. cv. Rama Forte)  
INCORPORADOS DE PECTINA E GLICEROL**

Dissertação de mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Alimentos e Nutrição da Universidade  
Federal do Estado do Rio de Janeiro  
(PPGAN/UNIRIO)

Aprovada em: 16/08/2019.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profª Drª Ana Elizabeth Cavalcante Fai Buarque de Gusmão  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ



---

Profª Drª Nilda De Fátima Ferreira Soares  
Universidade Federal de Viçosa



---

Profª Drª Willian Hermogenes Ferreira  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

À todos que estiveram presentes na minha trajetória, me auxiliando em todos os momentos, em especial ao meu marido, Caio Rabello e à minha família.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela vida e pelas oportunidades de grandes aprendizados.

Ao PPGAN/UNIRIO pela oportunidade.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Agradeço imensamente às minhas orientadoras, Prof<sup>a</sup> Ana Elizabeth e Prof<sup>a</sup> Roberta Fontanive, por todos os ensinamentos, sempre passados com muita competência, paciência e carinho. Obrigada pelo incentivo, pela confiança e amizade e por serem uma das minhas maiores inspirações profissionais!

Agradeço à minha família por todo carinho, amor e suporte. Aos meus amados pais e padrinhos, Marcia e Marcelo; Sandra e José Carlos, por acreditarem em mim e estarem presentes em tantos momentos da minha vida, sempre com muito amor, carinho e aprendizados. Ao meu amado marido, Caio, por também me apoiar nesse momento da vida, sendo meu grande companheiro e amigo. Aos meus “filhos caninos”, Lua e Sol, por alegrarem meus dias com suas atitudes simples e tão verdadeiras. Aos meus queridos avós Nancy e Rabelo; Ivone e Nilton; Belmira e Edi. Ao meu irmão, Gabriel; meus primos, Nathália, Ricardo e Lucas; meu cunhado, Lucas e meus queridos sogros, Fátima e Luiz, por todo apoio e dedicação.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da UNIRIO que contribuíram para meu crescimento profissional. Aos técnicos e professores parceiros, Rebeca Melgaço, Yuki Tako, Michele Silva, Mischelle dos Santos, Yan dos Santos, Raquel Gouvea (Instituto de Nutrição/UERJ); Jessica, Thiago Correia, Prof<sup>a</sup> Mônica Marques, Prof<sup>a</sup> Marcia Leite, Prof<sup>a</sup> Ana Maria Sousa (Instituto de Química/UERJ), Prof<sup>a</sup> Glaucia Pastore, Prof<sup>a</sup> Ana Paula (Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP), Julio (Instituto de Macromoléculas/UFRJ) e Prof<sup>o</sup> Cristiano Andrade (Departamento de Engenharia Química e Alimentos/UFSC) por toda disponibilidade em ajudar e contribuir com esse trabalho.

À feira agroecológica da UERJ, em especial à Angélica.

Ao Departamento de Inovação da UERJ (InovUERJ) e ao Núcleo de Inovação Tecnológica da UNIRIO pelo suporte no depósito da patente oriunda deste estudo.

Agradeço aos meus amigos e colegas que estiveram comigo nessa fase, ajudando no dia-a-dia.

Por fim, agradeço à todos que me auxiliaram, direta ou indiretamente, nesse trabalho.

“Felicidade é quando o que você pensa, o que você diz e o que  
você faz estão em harmonia”

Mahatma Gandhi

## RESUMO

Filmes de purê de caqui (*Diospyros kaki* L. cv. Rama Forte) incorporados com glicerol e pectina foram desenvolvidos pela técnica de *casting*, usando o planejamento experimental de *Plackett-Burman*, e caracterizados. Um filme foi selecionado e aplicado como embalagem para cenoura (*Daucus carota*), beterraba (*Beta vulgaris*) e pepino (*Cucumis sativus*) minimamente processados. O purê mostrou alto teor de carboidratos, compreendendo 0,75 mg.100g<sup>-1</sup> de maltohexose; 15,53 e 1,87 g.100g<sup>-1</sup> de monossacarídeos e fibras, respectivamente. Temperatura, concentração de glicerol e de purê foram as variáveis que mais influenciaram positivamente, respectivamente, a resistência à tração (0,75 - 1,30 MPa), o alongamento na ruptura (17,69 - 26,02 %) e o módulo de Young (3,34 - 10,94 MPa) dos filmes. As amostras apresentaram alta solubilidade em água (68,80 - 80,86 %) e permeabilidade ao vapor [5,77 - 6,63 g.mm.(hm<sup>2</sup>kPa)<sup>-1</sup>]. Microscopia eletrônica de varredura de filmes mostrou superfícies lisas e boa dispersão de plastificantes. A espectroscopia de infravermelho (FTIR) mostrou bandas semelhantes entre as amostras, sugerindo que diferentes formulações não afetaram sua estrutura química. Análises de termogravimetria (TGA) apresentaram curvas com perfis semelhantes, com importantes etapas de degradação: 210 e 335 °C. Os filmes exibiram atividade antimicrobiana, principalmente contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Quanto à sua aplicação como embalagem, os vegetais minimamente processados revestidos com filme de caqui ou com cloreto de polivinila (PVC) (controle positivo) foram semelhantes entre si quanto à evolução da população microbiana, de pH e de parâmetros colorimétricos após armazenamento por 9 dias a 4 °C. Para todos os vegetais cobertos com filme: *Salmonella* sp. esteve ausente em 25 g; a estimativa de coliformes termotolerantes variou de < 3 a 160 NMP.g<sup>-1</sup>; a contagem de psicrófilos e fungos apresentou uma média variando de < 4 a 8,7 log UFC.g<sup>-1</sup>. Para todos vegetais embalados, o valor de pH e de *L\** não apresentou uma oscilação significativa ao longo do tempo. Valores do  $\Delta E^*$  foram significativos ao longo do tempo, apresentando uma tendência de aumento da diferença de cor no final do período de armazenamento, principalmente para a beterraba. Os vegetais mostraram uma diminuição na saturação de cor e este comportamento também foi observado para cenoura e beterraba em relação ao índice de clareamento. No entanto, o PVC provou ser 2,7 vezes mais eficiente para reduzir a perda de peso de vegetais do que o filme de caqui. Os dados obtidos demonstraram o potencial do filme a base de caqui como material para embalagem de alimentos e, até onde nosso conhecimento alcança, este é o primeiro estudo que reporta filmes baseados em purê de caqui. Destacamos que os filmes foram produzidos a partir de frutas inteiras, o que significa que não houve geração de resíduos neste processo, demonstrando seu potencial inovador como produto verde.

**Palavras-chave:** Caqui; Filmes biodegradáveis; Propriedades mecânicas; Embalagem de alimentos



## ABSTRACT

Puree persimmon films (*Diospyros kaki* L. cv. Rama Forte) incorporated with glycerol and pectin by casting technique were formulated, using Plackett-Burman design, and characterized. One film was selected to be applied as coat on minimally processed carrot (*Daucus carota*), beetroot (*Beta vulgaris*) and cucumber (*Cucumis sativus*). Puree showed high carbohydrate content, comprising 0.75 mg.100g<sup>-1</sup> of maltohexaose; 15.53 and 1.87 g.100g<sup>-1</sup> of monosaccharides and fiber, respectively. Temperature, glycerol and puree concentration were the variables that most positively influenced, respectively, tensile strength (0.75 - 1.30 MPa), elongation at rupture (17.69 - 26.02 %) and Young's modulus (3.34 - 10.94 MPa) of films. Samples presented high water solubility (68.80 - 80.86 %) and vapor permeability [5.77 - 6.63 g.mm.(hm<sup>2</sup>kPa)<sup>-1</sup>]. Scanning electron microscopy of films showed smooth surfaces and good plasticizer dispersion. Infrared spectroscopy (FTIR) showed similar bands between the samples, suggesting that different formulations did not affect their chemical structure. Thermogravimetry (TGA) analyzes showed curves with similar profiles, with important degradation steps: 210 and 335 °C. Films exhibited antimicrobial activity, especially against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Concerning its application as a package, either vegetables coated with persimmon film or polyvinyl chloride (PVC) (positive control) were similar to each other regarding microbial population evolution, pH and colorimetric parameters after storage for 9 days at 4 °C. For all vegetables processed coated with film *Salmonella* sp. was absent in 25 g; thermotolerant coliforms estimation ranged from < 3 to 160 MPN.g<sup>-1</sup>; psychrophiles and fungi count presented an average ranging from < 4 to 8.7 log CFU.g<sup>-1</sup>. For all coated vegetables processed pH and L\* value did not show a significant oscillation over time. The  $\Delta E^*$  values were appreciable over time, presenting a trend of increase color difference at the end of the storage period, mainly for beetroot. The vegetables processed showed a decrease in color saturation and this behavior was also observed for carrot and beet in relation to the whitening index. Yet, PVC proved to be 2.7 times more efficient to reduce vegetable weight loss than persimmon film. Data obtained demonstrated the potential of a film based on persimmon as a food packaging material, and, as far as we know, this is the first study reporting films based on persimmon puree. We highlight that the films were produced from whole persimmon fruits, which means there was no residue generated in this process, demonstrating their innovative potential as a green product.

**Keywords:** Persimmon; Biodegradables films; Mechanical properties; Food packing

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figure 1.** Persimmon production in the world (a), in millions of tons, and Brazil (b), in thousands of tons, from 2008 to 2017 57
- Figure 2.** Schematic of the morphological structure of different persimmon cultivars (*Diospyros kaki* L.) 58
- Figure 3.** Main nutritional components present in different plant structures of persimmon (*Diospyros kaki* L.) 58

### CAPÍTULO II

- Figure 1.** Main steps in the process of fruit puree film elaboration and examples of possible characterization analysis 78

### CAPÍTULO III

- Figure 1.** Chemical composition of persimmon puree 89
- Figure 2.** Fourier-transform infrared spectroscopy for biodegradable films 97
- Figure 3.** Thermogravimetric analysis curve of biodegradable films (mean  $\pm$  standard deviation  $^{\circ}\text{C}$  of onset, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> points) 98
- Figure 4.** Scanning electron microscopy images of surface of biodegradable films using a 45x magnitude 100
- Figure 5.** Scanning electron microscopy images of surface of biodegradable films using a 1000x magnitude 101
- Figure 6.** Halo size (mm) of antimicrobial properties analyses of the persimmon films T1, T4, T5 and T9 102

### CAPÍTULO IV

- Figure 1.** Fourier-transform infrared spectroscopy for biodegradable, persimmon-based film 141
- Figure 2.** Thermogravimetric analysis curve of biodegradable, persimmon-based film (mean  $\pm$  standard deviation  $^{\circ}\text{C}$  of onset, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> points) 141
- Figure 3.** Change in physiological weight loss for minimally processed cucumber (a), carrot (b) and beetroot (c) uncoated and coated with persimmon film and PVC throughout storage at 4  $^{\circ}\text{C}$  142
- Figure 4.** Chroma value of minimally processed cucumber (a), carrot (b) and beetroots (c) uncoated and coated with persimmon film and PVC throughout storage at 4  $^{\circ}\text{C}$  144
- Figure 5.** Whiteness index of minimally processed carrot (a) and beetroots (b) uncoated and coated with persimmon film and PVC throughout storage at 4  $^{\circ}\text{C}$  146

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Table 1.</b>	Production, area for harvest, and yield of persimmon production of the major producing countries in 2017 and production of scientific articles related to persimmon from 2009 to 2019	53
<b>Table 2.</b>	Centesimal composition, carbohydrate profile and contents of minerals and vitamin C of different persimmon cultivars analyzed by several authors	54
<b>Table 3.</b>	Technological and biotechnological strategies applied to reuse waste from the processing of persimmon	55

### CAPÍTULO II

<b>Table 1.</b>	Main characterization of fruit puree films and countries/journals involved in the publication of these results	73
<b>Table 2.</b>	Studies reporting fruit puree film incorporated with potential antimicrobial additives	76

### CAPÍTULO III

<b>Table 1.</b>	The Plackett-Burman experimental design of films formulated with persimmon and plasticizers with tensile strength at rupture (TS), elongation at rupture (ER) and Young's modulus (YM) responses	92
<b>Table 2.</b>	Effects of the Plackett-Burman experimental design with tensile strength at rupture (TS), elongation at rupture (ER) and Young's modulus (YM) responses	92
<b>Table 3.</b>	Chemical composition, mechanical properties, physical and color parameters and antimicrobial properties of biodegradable, persimmon-based films	94

### CAPÍTULO IV

<b>Table 1.</b>	Persimmon film characterization: chemical composition, physical, mechanical, optical and antibacterial properties	137
<b>Table 2.</b>	Evolution population of psychrophiles, fungi, thermotolerant coliforms and <i>Salmonella</i> sp. in MPV (cucumber, carrot and beetroot) with different coatings (persimmon film and PVC) throughout storage at 4 °C	138
<b>Table 3.</b>	pH analysis and colorimetric parameters for minimally processed cucumber, carrot and beetroots uncoated and coated with persimmon film and PVC throughout storage at 4 °C	139

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>REFERÊNCIAS</b>	16
<b>2. OBJETIVOS</b>	18
2.1 GERAL	18
2.2 ESPECÍFICOS	18
<b><u>CAPÍTULO I</u></b>	19
<b>Chemical composition, bioactives and potential use of persimmon (<i>Diospyros kaki</i> L.): a review</b>	
ABSTRACT	20
1. Introduction	21
2. Chemical composition and bioactive compounds from persimmon	26
2.1 <u>Secondary metabolites and antioxidant activity of persimmon: phenolic compounds and carotenoids</u>	30
2.2 <u>Process of amuring and designing the persimmon: brief observations</u>	36
3. Persimmon derivatives: importance and motivation for the development of new products	41
4. Technological and biotechnological potential of persimmon use	42
5. Perspectives	43
CONFLICT OF INTEREST	44
ACKNOWLEDGEMENTS	44
REFERENCES	44
<b><u>CAPÍTULO II</u></b>	59
<b>Biodegradable films based on fruit puree: a brief review</b>	
ABSTRACT	60
1. Introduction	61
2. Biodegradable fruit films: Why use puree-based formulations?	62
3. Characterization of puree films	63
3.1 <u>Mechanical and physicochemical properties</u>	63
3.2 <u>Optical properties</u>	65
3.3 <u>Antimicrobial properties</u>	65
4. Perspectives for the application of fruit puree films as food packaging	66
CONFLICT OF INTEREST	67
ACKNOWLEDGEMENTS	67
REFERENCES	68
<b><u>CAPÍTULO III</u></b>	79
<b>Development and characterization of a green and edible film based on persimmon (<i>Diospyros kaki</i> L. cv. Rama Forte) incorporated with glycerol and pectin</b>	
ABSTRACT	80
1. Introduction	81
2. Materials and Methods	82

2.1 <u>Raw material</u>	82
2.2 <u>Proximate composition and physicochemical analysis of persimmon puree</u>	82
2.3 <u>Plackett-Burman experimental design</u>	83
2.4 <u>Preparation of film-forming solution</u>	83
2.5 <u>Preparation of persimmon puree biodegradable films</u>	83
2.6 <u>Film characterization</u>	83
2.6.1 <i>Thickness and density</i>	83
2.6.2 <i>Mechanical properties</i>	84
2.6.3 <i>Water solubility and water vapor permeability</i>	84
2.6.4 <i>Fourier-transform infrared spectroscopy</i>	85
2.6.5 <i>Thermogravimetric analysis</i>	85
2.6.6 <i>Color</i>	85
2.6.7 <i>Scanning electron microscopy</i>	87
2.6.8 <i>Diffusion antimicrobial susceptibility</i>	87
2.6.9 <i>Chemical composition of films</i>	87
2.7 <u>Statistical analysis</u>	88
3. Results and Discussion	88
3.1 <u>Chemical composition and physical-chemical properties of persimmon</u>	88
3.2 <u>Production of various films formulation from persimmon using the Plackett-Burman experimental design</u>	90
3.3 <u>Selected films characterization</u>	93
3.3.1 <i>Thickness and density</i>	93
3.3.2 <i>Mechanical analyses</i>	94
3.3.3 <i>Water solubility and water vapor permeability</i>	95
3.3.4 <i>Fourier-transform infrared spectroscopy</i>	96
3.3.5 <i>Thermogravimetric analysis</i>	97
3.3.6 <i>Color properties</i>	99
3.3.7 <i>Scanning electron microscopy</i>	99
3.3.8 <i>Antimicrobial properties</i>	101
3.3.9 <i>Chemical composition of biodegradable films</i>	102
4. Conclusion	103
CONFLICT OF INTEREST	103
ACKNOWLEDGEMENTS	103
REFERENCES	103
<b><u>CAPÍTULO IV</u></b>	111
<b>Development and evaluation of biodegradable films based on persimmon (Diospyros kaki L. cv. Rama Forte) applied to minimally processed vegetables</b>	
ABSTRACT	112
1. Introduction	113
2. Materials and Methods	114
2.1 <u>Fruit and vegetables</u>	114
2.2 <u>Preparation of film-forming solution</u>	114
2.3 <u>Preparation of persimmon puree biodegradable film</u>	114

2.4 <u>Characterization of persimmon puree biodegradable film</u>	115
2.4.1 <i>Chemical composition</i>	115
2.4.2 <i>Thickness and density</i>	115
2.4.3 <i>Mechanical properties</i>	115
2.4.4 <i>Water solubility and water vapor permeability</i>	115
2.4.5 <i>Fourier-transform infrared spectroscopy</i>	116
2.4.6 <i>Thermogravimetric analysis</i>	117
2.4.7 <i>Optical properties</i>	117
2.4.8 <i>Scanning electron microscopy</i>	118
2.4.9 <i>Diffusion antimicrobial susceptibility</i>	118
2.5 <u>Preparation of minimally processed vegetables</u>	119
2.6 <u>Biodegradable film experiment, packaging and storage</u>	119
2.7 <u>Analysis of minimally processed vegetables</u>	120
2.7.1 <i>Microbiological analysis</i>	120
2.7.2 <i>Weight loss</i>	120
2.7.3 <i>pH analysis</i>	120
2.7.4 <i>Optical properties</i>	120
2.8 <u>Statistical analysis</u>	121
3. Results and Discussion	121
3.1 <u>Film characterization</u>	121
3.1.1 <i>Chemical composition, thickness and density</i>	121
3.1.2 <i>Mechanical properties</i>	122
3.1.3 <i>Water solubility and water vapor permeability</i>	122
3.1.4 <i>Fourier-transform infrared spectroscopy</i>	123
3.1.5 <i>Thermogravimetric analysis</i>	124
3.1.6 <i>Optical properties</i>	124
3.1.7 <i>Scanning electron microscopy</i>	125
3.1.8 <i>Diffusion antimicrobial susceptibility</i>	125
3.2 <u>Analysis of minimally processed vegetables</u>	125
3.2.1 <i>Microbiological analysis</i>	126
3.2.2 <i>Weight loss</i>	127
3.2.3 <i>pH analysis</i>	128
3.2.4 <i>Color measurements</i>	128
4. Conclusion	129
CONFLICT OF INTEREST	129
ACKNOWLEDGEMENTS	130
REFERENCES	130
<b>3. CONCLUSÃO GERAL</b>	147
<b>REFERÊNCIAS DOS CAPÍTULOS</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os anos 90, a produção mundial de frutas e hortaliças vem crescendo, sendo o Brasil um dos maiores produtores e exportadores. Por outro lado, estima-se que cerca de um terço da produção mundial de alimentos para consumo humano é perdido ou desperdiçado, representando cerca de 1,3 bilhão de toneladas por ano. Na América Latina, um dos maiores índices de perda está relacionado a frutas e hortaliças, onde mais de 40 % destas ocorrem na pós-colheita e no processamento (FAO, 2015). No Brasil, é amplamente disseminada a ideia de que as perdas pós-colheita situam-se entre 30 – 45 %. De fato, é difícil precisar um valor de perdas nesse setor, e apesar da modernização dos sistemas produtivos e dos avanços observados na logística de distribuição de frutas e hortaliças nas últimas décadas, as perdas pós-colheita continuam a ser um problema persistente e relevante (HENZ, 2017).

A expressiva perda de vegetais, na etapa pós-colheita impacta diretamente a economia brasileira, uma vez que a atividade do setor agrícola é de grande importância para o resultado do Produto Interno Bruto (GUSTAVSSON et al., 2011; COSTA et al., 2015; HENZ, 2017). Costa et al. (2015) avaliaram o impacto de perdas pós-colheita de diversos produtos agrícolas no Brasil e concluíram que em 2007 a perda deste grupo ultrapassou o valor de 1 bilhão de reais.

Nesse cenário destacamos o caqui (*Diospyros kaki* L.), fruto com grande volume de produção no Brasil, sendo as regiões Sul e Sudeste as principais produtoras e as cultivares Fuyu, Giombo, Kyoto e Rama Forte as mais importantes (PICANÇO, 2009; MAPA, 2017). Em 2015, o rendimento médio da produção nacional de caqui foi acima de 22 mil quilos por hectare, sendo mais de 8 mil hectares destinados à colheita anual. Com isso, a produção total foi cerca de 192 mil toneladas, com valor superior a 290 milhões reais (IBGE, 2015). No contexto mundial, também tem se percebido um aumento na produção de caqui, atingindo cerca de 5,75 milhões de toneladas, em 2017. Porém, se por um lado o Brasil é o maior produtor do fruto de toda a América, por outro, observa-se uma expressiva perda pós-colheita desse cultivo (FAOSTAT, 2019). Alguns fatores que contribuem para esse quadro de desperdício são: falta de informação para o manejo ideal dos frutos, que são altamente perecíveis e perdem rapidamente a firmeza da casca e da polpa, sofrendo danos no armazenamento e transporte; despadronização para a classificação dos frutos; ausência de informações durante comercialização sobre origem, características, classificação, categoria, classe e subgrupo e data de embalagem; safra curta e intensa, desvalorizando o produto, dada a grande oferta (RAMIN;

TABATABAIE, 2003; VIEITES; PICANÇO; DAIUTO, 2012; MENDONÇA *et al.*, 2015; YAQUB *et al.*, 2016). Percebe-se assim, a necessidade não só de aprimorar as técnicas de armazenamento e sistema de distribuição pós-colheita do caqui, mas também de desenvolver novas formas de aproveitar melhor este fruto.

Considerando a composição química do caqui, em especial seu teor de carboidratos, uma das possíveis aplicações tecnológicas para este fruto é a produção de filmes flexíveis, comestíveis e biodegradáveis, com vistas à utilização como embalagem primária para alimentos. O grande interesse no desenvolvimento de filmes biodegradáveis como uma possível alternativa ao plástico de origem petroquímica tem crescido, uma vez que o uso e produção em larga escala desses plásticos convencionais gera impactos para os ecossistemas terrestres e aquáticos (GEYER *et al.*, 2017). Além disso, o uso de filmes biodegradáveis à base de vegetais é considerada uma excelente estratégia de diminuir a perda pós-colheita apresentando, dessa forma, benefício ambiental de duplo impacto (BRITO *et al.*, 2011). Em adicional, essa ação corrobora com o conceito de economia circular que propõe um sistema de ciclos de reaproveitamento, onde a maior eficácia no aproveitamento de materiais, componentes e produtos, provoca redução na exploração de mais recursos naturais, diminuição da emissão de gases associados ao efeito de estufa e geração de resíduos que serão descartados (JURGILEVICH *et al.*, 2016).

Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos, escritos sob forma de artigo científico. O primeiro capítulo, intitulado “*Chemical composition, bioactives and potential use of persimmon (Diospyros kaki L.): a review*”, é uma revisão bibliográfica sobre o caqui (*Diospyros kaki L.*), enfatizando aspectos de sua composição química e de compostos bioativos, da sua importância no desenvolvimento de novos produtos e de suas potencialidades para uso tecnológico e biotecnológico. Este artigo será submetido para a revista *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (ISSN: 1040-8398).

O segundo capítulo, intitulado “*Biodegradable films based on fruit puree: a brief review*”, consiste de uma revisão bibliográfica abordando filmes biodegradáveis a base de purê de frutas. Este artigo teve como ênfase as principais análises de caracterização realizadas para estes filmes, bem como suas propriedades de maior interesse para potencial aplicação como embalagens de alimentos. Este artigo será submetido para a revista *LWT - Food Science and Technology* (ISSN: 0023-6438).

O terceiro capítulo desta dissertação, intitulado “*Development and characterization of a green and edible film based on persimmon (Diospyros kaki L. cv. Rama Forte) incorporated*



*with glycerol and pectin*” é um artigo sobre o desenvolvimento de filmes biodegradáveis e comestíveis a base de purê de caqui incorporado de pectina e glicerol, utilizando planejamento experimental *Plackett-Burman* para identificar as melhores formulações e condições de processamento. Filmes selecionados pelo planejamento experimental foram então, caracterizados quanto suas propriedades mecânicas, físico-químicas, ópticas e antimicrobianas. Este artigo será submetido para a revista *Carbohydrates Polymers* (ISSN: 0144-8617).

Por fim, o quarto capítulo é um artigo intitulado “*Application of persimmon-based packaging (Diospyros kaki L. cv. Rama Forte): film properties and influence on the quality of minimally processed vegetables*” que avalia o impacto da aplicação de um dos filmes formulados como embalagem para cenoura (*Daucus carota*), beterraba (*Beta vulgaris*) e pepino (*Cucumis sativus*) minimamente processados a partir de parâmetros microbiológicos, ópticos, de perda de peso e de pH, sob armazenamento refrigerado a 4 °C por 9 dias e compara com uma embalagem convencional para este tipo de produto. Este artigo será submetido para a revista *Postharvest Biology and Technology* (ISSN: 0925-5214).

É importante ressaltar que o desenvolvimento destes filmes a base de caqui incorporados de pectina e glicerol possuem caráter inovador. Desta forma, procedeu-se o depósito de pedido de patente deste produto no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (número do protocolo BR1020190133813) (Anexo 1) com o apoio do Departamento de Inovação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e do Núcleo de Inovação Tecnológica (UNIRIO).

## REFERÊNCIAS

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉDLO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes [Biopolymers, biodegradable polymers and green polymers]. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 6, p. 127-139, 2011. Retrieve from <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/222/204>

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; BURNQUIST, H. L. Impactos socioeconômicos de reduções nas perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil. Rev. Econ. Sociol. Rural, v. 53, 2015. doi: 10.1590/1234-56781806-9479005303002

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO).of the United Nations, Rome: FAO, 2015. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>>. Acesso em: 01/08/2019.

FOOD AND AGRUCULTURE ORGANIZATION, FAO: FAOSTAT (2019). Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 01/08/2019.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, v. 3, p. 1-5, 2017.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG C.; SONESSON U.; RAM, V. O. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2011.

HENZ, G. P. Postharvest losses of perishables in Brazil: what do we know so far? Horticultura Brasileira, v. 35, n. 1, p. 6-13, 2017. doi:10.1590/S0102-053620170102

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Brasil, 2015.

JURGILEVICH, A.; BIRGE, T.; KENTALA-LEHTONEN, J.; KORHONEN-KURKI, K.; PIETIÄINEN, J.; SAIKKU, L; SCHÖSLER. H. Transition towards Circular Economy in the Food System. Sustainability, v. 8, p. 69, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Caqui rama forte, o produto da semana na Ceagesp. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/caqui-rama-forte-o-produto-da-semana-na-ceagesp>>. Acesso em 01/08/2019.

MENDONÇA, V. Z.; DAIUTO, E. R.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; FUJITA, E.; VIEITES, R. L.; TECCHIO, M. A.; CARVALHO, L. R. Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva. *Nativa Sinop*, v. 3, p. 16-21, 2015.

PICANÇO, N. F. M. Qualidade de caqui armazenado sob refrigeração: estádios de maturação, destanização e irradiação ionizante. 2009. Dissertação (Mestrado). Disponível em <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0452.pdf> Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista.

RAMIN, A. A; TABATABAIE, T. Effect of Various Maturity Stages at Harvest on Storability of Persimmon Fruits (*Diospyros kaki* L.). *J. Agric. Sci. Technol.* (2003) Vol. 5: 113-123.

VIEITES, R. L.; PICANÇO, N. F. M.; DAIUTO, E. R. Gamma radiation in the conservation of 'Giombo' persimmon, without adstringency stored under refrigeration. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, p. 719-726, 2012.

YAQUB, S.; FAROOQ, U.; SHAFI, A.; AKRAM, K.; MURTAZA, M. A.; KAUSAR, T.; SIDDIQUE, F. Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry*, v. 2016, p. 1-13, 2016.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Desenvolver filmes biodegradáveis à base de caqui da cultivar Rama Forte (*Diospyros kaki* L.), para potencial aplicação como embalagem para alimentos minimamente processados.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Avaliar por planejamento experimental Plackett-Burman a formulação e o processo de elaboração dos filmes.
- Caracterizar os filmes selecionados do planejamento quanto suas propriedades mecânicas, físico-químicas e ópticas.
- Avaliar o potencial antimicrobiano dos filmes selecionados no planejamento.
- Avaliar o impacto da aplicação de um dos filmes formulados na qualidade de cenoura (*Daucus carota*), beterraba (*Beta vulgaris*) e pepino (*Cucumis sativus*) minimamente processados.

### 3. CONCLUSÕES GERAIS

A produção de caqui no Brasil tem crescido nos últimos anos e concomitantemente um aumento pelo interesse no estudo deste fruto. O conhecimento de seus compostos químicos e bioativos é de fundamental importância para a prospecção de novas tecnologias que contribuem para valorização comercial dos frutos entressafra e para redução das perdas pós-colheita. Considerando o perfil de carboidratos do caqui, uma estratégia tecnológica interessante é sua utilização para o desenvolvimento de filmes biodegradáveis. Vale destacar que o uso de purê de caqui como principal matéria-prima para formulação de filmes não gera resíduos, sendo uma produção mais sustentável e alinhada aos preceitos da economia circular, que visa geração de valor dos recursos naturais e redução de resíduos. Até onde nosso conhecimento alcança, este é o primeiro estudo relatando o uso de purê de caqui para desenvolvimento de filmes biodegradáveis e comestíveis.

Diversos purês de fruta vem sendo estudados para elaboração de filmes comestíveis e, em geral, apresentam boas propriedades mecânicas e de barreira. Usar a fruta sob forma de purê na formulação de filmes é vantajoso sob diversos aspectos, dentre eles a praticidade de produção dos mesmos. Em comparação com filmes elaborados a partir de farinha ou extrato de frutas, o filme a base de purê é mais prático e simples, requerendo menos tempo, energia e recursos no preparo e desenvolvimento dos filmes biodegradáveis.

Neste estudo, o purê de caqui provou ser uma matéria-prima adequada e promissora para a formulação de filmes. O delineamento experimental de Plackett-Burman indicou que as variáveis temperatura e pectina afetaram positivamente a tensão na ruptura dos filmes a base de caqui. O glicerol e o purê de caqui tiveram influência positiva sobre o alongamento na ruptura e o Módulo de Young, respectivamente. Vale ressaltar que todas as soluções filmogênicas, contendo purê de caqui (proporção caqui:água de 1:0 a 1:1), pectina (0 a 3 g.100g<sup>-1</sup> purê de caqui) e glicerol (0 a 4 g.100g<sup>-1</sup> purê de caqui), na faixa de temperatura estudada (40 a 60 °C) foram hábeis em formar filmes biodegradáveis por meio da técnica de *casting*.

A caracterização dos filmes desenvolvidos possibilitou o vislumbre da aplicação mais adequada como embalagem de alimentos. Os principais atributos desses filmes, como suficiente alongamento na ruptura, alta solubilidade, cor vívida alaranjada e interessante potencial antimicrobiano contra *S. aureus* e *E. coli*, suscitou a aplicação de um dos filmes desenvolvidos como embalagem para cenoura, beterraba e pepino minimamente processados.

Os vegetais embalados com filme a base de caqui não diferiram significativamente dos embalados com PVC ao longo do período de armazenamento refrigerado, nos parâmetros de crescimento microbiológico, colorimétricos ( $L^*$  e  $\Delta E^*$ ) e de pH. Em relação à perda de peso, vegetais processados embalados com PVC apresentaram menores valores, quando comparados com os embalados com filme biodegradável. Provavelmente, este resultado ocorreu devido ao perfil mais higroscópico do filme e sua alta permeabilidade ao vapor de água. Uma estratégia para melhorar a propriedade de barreira dos filmes a base de caqui é incorporar algum plastificante hidrofóbico na formulação filmogênica.

Vale ressaltar que o filme, diferentemente do PVC sintético, apresenta a vantagem de ser biodegradável e comestível, sendo uma tendência para a área de embalagens de alimentos, uma vez que há crescente preocupação ambiental e maior demanda por tecnologia inserida no contexto da economia circular. Considerando o potencial uso deste filme como embalagem primária para alimentos, no que tange suas características visuais, propriedades mecânicas e antimicrobianas, outros estudos devem ser incentivados, visando melhorar as propriedades mecânicas e, principalmente, de barreira, além de avaliar seu potencial como embalagem ativa.

## **REFERÊNCIAS DOS CAPÍTULOS**

### **CAPÍTULO I**

Akagi, T., Suzuki, Y., Ikegami, A., Kamitakahara, H., Takano, T., Nakatsubo, F., and Yonemori, K. (2010). Condensed tannin composition analysis in persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by acid catalysis in the presence of excess phloroglucinol. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 79 (3):275-281. doi: 10.2503/jjshs1.79.275

Altuntas, E., Cangi, R., and Kaya, C. (2011). Physical and chemical properties of persimmon fruit. *International Agrophysics* 25:89-92.

Ancillotti, C., Caprini, C., Scordo, C., Renai, L., Giordani, E., Orlandini, S., Furlanetto, S., and Bubba, M. D. (2019). Phenolic compounds in Rojo Brillante and Kaki Tipo persimmons at commercial harvest and in response to CO<sub>2</sub> and ethylene treatments for astringency removal. *LWT- Food Science and Technology* 100:99-105. doi: 10.1016/j.lwt.2018.10.031

Ashok, P. K., and Upadhyaya, K. (2012). Tannins are astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 1:45-50.

Ban, Q., Han, Y., He, Y., Jin, M., Han, S., Suo, J., and Rao, J. P. (2018). Functional characterization of persimmon  $\beta$ -galactosidase gene DkGAL1 in tomato reveals cell wall modification related to fruit ripening and radicle elongation. *Plant Science* 274:109-120. doi: 10.1016/j.plantsci.2018.05.014

- Besada, C., Sanchez, G., Salvador, A., and Granel, A. (2013). Volatile compound associated to the loss of astringency in persimmon fruit revealed by untargeted GC-MS analysis. *Metabolomics* 9 (1):123-171. doi: 10.1007/s11306-012-0436-2
- Bolzan, A. B., and Pereira, E. A. (2017). Elaboração e caracterização de doce cremoso de caqui com adição de sementes da araucária [Elaboration and characterization of creamy persimmon sweet with the addition of Araucaria seeds]. *Brazilian Journal of Food Technology* 20:e2016061. doi: 10.1590/1981-6723.6116
- Bubba, M. D., Giordani, E., Pippucci, L., Cincinelli, A., Checchini, L., and Galvan, P. (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar contents in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis* 22:668-677. doi: 10.1016/j.jfca.2009.02.015
- Celik, A., and Ercisli, S. (2008). Persimmon cv. Hachiya (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit: some physical, chemical and nutritional properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59 (7-8):599-606. doi: 10.1080/09637480701538221
- Chitarra, M. I. F., and A. B. Chitarra. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE.
- Colaric, M., Veberic, R., Stampar, F., and Hudina, M. (2005). Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85 (15):2611–2616. doi: 10.1002/jsfa.2316
- Conesa, C., Laguarda-Miró, N., Fito, P., and Seguí, L. (2019). Evaluation of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) industrial residue as a source for value added products. *Waste and biomass valorization* 1:1-12. doi: 1007/s12649-019-00621-0
- Da-Hye, K., Sae-Byuk, L., Jun-Young, J., and Heui-Dong, P. (2019). Development of air-blast dried non-Saccharomyces yeast starter for improving quality of Korean persimmon wine and apple cider. *International Journal of Food Microbiology* 290:193-204. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.10.002
- Dreher, M. L. (2018). Whole fruits and fruit fiber emerging health effects. *Nutrients* 10 (12):e1833. doi: 10.3390/nu10121833
- Embrapa. Ferreira, M. D. (ed). (2017). *Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças [Postharvest instrumentation in fruits and vegetables]*. Brasília.
- Filho, B. B. Principais variedades de caqui comercializadas na CEAGESP [Main varieties of persimmons sold at CEAGESP]. (2017, Oct 10). Retrieved from <http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/caqui>.
- Food and Agriculture Organization, FAO. FAOSTAT (2019). Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Fu, L., Xu, B. T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E. Q., and Li, H. B. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry* 129 (2):345-350. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.04.079

- Gerengi, H., Uygur, I., Solomon, M., Yildiz, M., and Goksu, H. (2016). Evaluation of the inhibitive effect of *Diospyros kaki* (Persimmon) leaves extract on St37 steel corrosion in acid medium. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 4:57-66. doi: 10.1016/j.scp.2016.10.003
- Giordani, E., Doumett, S., Nin, S., and Del Bubba, M. (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International* 44:1752-1767. doi: 10.1016/j.foodres.2011.01.036
- Gonçalves, E. D., Trevisan, R., Scileswski, T., Zanata, J. F., Piana, C. F. B., Silva, J. A., and Rombaldi, C. V. (2006). Armazenamento refrigerado de caqui 'Fuyu' (*Diospyros kaki*) em atmosfera modificada com filme de polietileno [Refrigerated storage of 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki*) in modified atmosphere with polyethylene film]. *Revista Brasileira Agrociência* 12 (2):187-190. doi: 10.18539/CAST.V12I2.4523
- Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M., Weisz, M., Trakhtenberg, S., and Màrtín-Belloso, O. (2001). Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (2):952–957. doi: 10.1021/jf000947k
- Grygorieva, O., Brindza, J., Vietoris, V., Kucelová, L., Tóth, D., Abraham, V., and Hricová, M. (2011). Morphological and organoleptic fruit properties of various persimmon species (*Diospyros* spp.). *Potravinárstvo* 5 (3):11-19. doi: 10.5219/150
- Hernández-Carrión, M., Vázquez-Gutiérrez, J. L., Hernando, I. and Quiles, A. (2014). Impact of high hydrostatic pressure and pasteurization on the structure and the extractability of bioactive compounds of persimmon “*Rojo brillante*”. *Journal Food Science* 79 (1):32–38. doi: 10.1111/1750-3841.12321
- Hidalgo, C., Mateo, E., Mas, A. and Torija, M. J. (2012). Identification of yeast and acetic acid bacteria isolated from the fermentation and acetification of persimmon (*Diospyros kaki*). *Food Microbiology* 30:98-104. doi: 10.1016/j.fm.2011.12.017
- Huang, S. W., Qiao, J. W., Sun, X., Gao, P. Y., Li, L. Z., Liu, Q. B., Sun, B., Wu, D. L. and Song, S. J. (2016). Secoiridoids and lignans from the leaves of *Diospyros kaki* Thunb. with antioxidant and neuroprotective activities. *Journal of Functional Foods* 24:183-195. doi: 10.1016/j.jff.2016.03.025
- Huo, C., Khoshnamvand, M., Liu, P., Liu, C. and Yuan, C. G. (2019). Rapid mediated biosynthesis and quantification of AuNPs using persimmon (*Diospyros Kaki* L. f) fruit extract. *Journal of Molecular Structure* 1178:366-374. doi: 10.1016/j.molstruc.2018.10.044
- Instituto de economia agrícola (IEA). Sato, G. S., and Assumpção, R. Caqui: uma opção para a produção familiar no Estado de São Paulo [Persimmon: An Option for Family Production in the State of São Paulo]. (2002, Apr 29). Retrieved from <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=112>
- Institute of medicine of the national academy. (2002/ 2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. Washington: National Academies Press.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015). *Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes [Municipal agricultural production: temporary and permanent crops]*. Brazil.

Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., and Schösler, H. (2016). Transition towards Circular Economy in the Food System. *Sustainability* 8 (1):69. doi: 10.3390/su8010069

Karaman, S., Toker, O. S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A., and Dogan, M. (2014). Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of Dairy Science* 97 (1):97-110. doi: 10.3168/jds.2013-7111

Kashif, M., Akhtar, N. and Mustafa, R. (2017). An overview of dermatological and cosmeceutical benefits of *Diospyros kaki* and its phytoconstituents. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 27 (5):650-662. doi: 10.1016/j.bjp.2017.06.004

Kluge, R. A., and Tessmer, M. A. (2018). Caqui - *Diospyros kaki*. In S. Rodrigues, E. O. Silva and E. S. Brito (Eds.), *Exotic Fruits* (pp. 113-119). São Paulo: University of São Paulo/ESALQ. doi: 10.1016/B978-0-12-803138-4.00016-2

Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E., and Etherton, T. D. (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine* 113 (9B):71S-88S. doi: 10.1016/S0002-9343(01)00995-0

Lattanzio V. (2013). Phenolic Compounds: Introduction. In: K. G. and J. M. Mérillon (Eds), *Natural Products*. Berlin: Springer.

Lee, J. H., Lee, Y. B., Seo, W. D., Kang, S. T., Lim, J. W., and Cho, K. M. (2012). Comparative studies of antioxidant activities and nutritional constituents of persimmon juice (*Diospyros kaki* L. cv. Gapjubaekmok). *Preventive Nutrition and Food Science* 17 (2):141–151. doi: 10.3746/pnf.2012.17.2.141

Lee, S. Y. and Choi, H. J. (2018). Persimmon leaf bio-waste for adsorptive removal of heavy metals from aqueous solution. *Journal of Environmental Management* 209:382-392. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.12.080

Lima, M. A., Kestekoglou, I., Charalampopoulos, D., and Chatzifragkou, A. (2019). Supercritical Fluid Extraction of Carotenoids from Vegetable Waste Matrices. *Molecules* 24 (3):466. doi: 10.3390/molecules24030466

Liu, M., Yang, K., Qi, Y., Fan, M., and Wei, X. (2018). Physicochemical characteristics and antioxidant activity of persimmon wine by technology of pectinase addition and different pre-macerations. *Journal of Food Processing and Preservation* 42 (2):1-9. doi: 10.1111/jfpp.13452

Liu, M., Yang, K., Wang, J., Zhang, J., Qi, Y., Wei, X., and Fan, M. (2019). Young astringent persimmon tannin inhibits methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from pork. *LWT – Food Science and Technology* 100 (2019):48-55. doi: 10.1016/j.lwt.2018.10.047

- Llácer, G., and Badenes, M. L. (2002). Persimmon production and market. In E. Bellini and E. Giordani (Eds.), *First Mediterranean symposium on persimmon* (pp. 9-21).
- Lobit, P., Genard, M., Soing, P., and Habib, R. (2006). Modelling malic acid accumulation in fruits: relationships with organic acids, potassium, and temperature. *Journal of Experimental Botany* 57 (6):1471–1483. doi: 10.1093/jxb/erj128
- Lucas-Gonzalez, R., Viuda-Martos, M., Álvarez, J. A. P., and Fernández-López, J. (2017). Evaluation of particle size influence on proximate composition, physicochemical, techno-functional and physio-functional properties of flours obtained from persimmon (*Diospyros kaki* Trunb.) coproducts. *Plant Foods for Human Nutrition* 72 (2017):67-73. doi: 10.1007/s11130-016-0592-z
- Lucas-Gonzalez, R., Viuda-Martos, M., Álvarez, J. A. P., and Fernández-López, J. (2018). Changes in bioaccessibility, polyphenol profile and antioxidant potential of flours obtained from persimmon fruit (*Diospyros kaki*) co-products during in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chemistry* 256:252-258. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.02.128
- Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J., and Bäckhed, F. (2018). The Impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. *Cell Host and Microbe* 23 (6):705-715. doi: 10.1016/j.chom.2018.05.012
- Martineli, M., Alves, A. A. R., Figueiredo, G. M. C., Rezende, M., and Fonseca, M. J. O. (2013). Caqui cv. 'Mikado': analysis of volatile compounds in astringent and astringency removal. *Ciência Rural* 43 (8):1516-1521.
- Martineli, M., Rezende, C. M., Fonseca, M. J. O., Soares, A. G., and Deliza, R. (2019). Packagings for the transportation of persimmon and their effects on sensory characteristics. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 54:e00082. doi: 10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00082
- Martínez-Calvo, J., Zuriaga, E., Llácer, G., and Badenes, M. L. (2012). Morphological characterization of the IVIA persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) germplasm collection by multivariate analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60:233–241. doi: 10.1007/s10722-012-9828-4
- Mendonça, V. Z., Daiuto, E. R., Furlaneto, K. A., Ramos, J. A., Fujita, E., Vieites, R. L., Tecchio, M. A., and Carvalho, L. R. (2015). Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva [Physicochemical and biochemical aspects during refrigerated storage of persimmon in passive modified atmosphere]. *Nativa Sinop* 3 (1):16-21.
- Milani, L. I. G., Terra, N. N., Fries, L. L. M., Rezer, A. P. S., Ferreira, S. F., Cichoski, A. J., and Ferreira, C. R. (2010). Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki* L.) e submetida a tratamento térmico [Lipid oxidation, sensory characteristics and color of chicken meat added with persimmon extracts (*Diospyros kaki* L.) and heat treated]. *Brazilian Journal of Food Technology* 13 (4):242-250. doi: 10.4260/BJFT2010130400033
- Milczarek, R. R., Woods, R. D., LaFond, S. I., Breksa, A. P., Preece, J. E., Smith, J. L., Sedej, I., Olsen, C. W. and Vilches, A. M. (2018). Synthesis of descriptive sensory attributes

and hedonic rankings of dried persimmon (*Diospyros kaki* sp.). *Food Science and Nutrition* 6 (1):124–136. doi: 10.1002/fns3.537

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). *Caqui Rama Forte, o produto da semana na Ceagesp [Persimmon strong, the product of the week at Ceagesp]*. (2017, Mar 07). Retrieved from <http://www.agricultura.gov.br/noticias/caqui-rama-forte-o-produto-da-semana-na-ceagesp>

Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. *Guia alimentar para a população brasileira [Food guide for the Brazilian population]* (2nd ed.). Brazil.

Yakushiji, H., and Nakatsuka, A. (2007). Recent Persimmon Research in Japan. *Japanese Journal of Plant Science* 1 (2):42-62.

NEPA – UNICAMP. (2011). *Tabela brasileira de composição de alimentos [Brazilian food composition table]* (4th ed.). Campinas.

Neuwald, D. A., Saquet, A. A., Sestari, I., and Sautter, C. K. (2009). Persimmon production and commercialization in Brazil: an overview. *Acta Horticulturae* 833:51–56. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.833.7

Novillo, P., Besada, C., Tian, L., Bermejo, A., and Salvador, A. (2015). Nutritional composition of ten persimmon cultivars in the "ready-to-eat crisp" stage. Effect of deastringency treatment. *Food and Nutrition Sciences* 6 (14):1296–1306. doi: 10.4236/fns.2015.614135

Park, Y. S., Jung, S. T., Kang, S. G., Delgado-Licon, E., Ayala, A. L. M., Tapia, M. S., Martín-Belloso, O., Trakhtenberg, S., and Gorinstein, S. (2006). Drying of persimmons (*Diospyros kaki* L.) and the following changes in the studied bioactive compounds and the total radical scavenging activities. *LWT–Food Science and Technology* 39 (7): 748–755. doi: 10.1016/j.lwt.2005.05.014

Pê, P. R., Carneiro, G. G., Pê, F. R., Castro, D. S., Silva, D. R. S., and Marques, L. F. (2016). Secagem de polpa de caqui pelo método de camada de espuma [Persimmon pulp drying by the foam layer method]. *Holos* 4:77-85. doi: 10.15628/holos.2016.2444

Pereira, R. J., and Cardoso, M. G. (2012). Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes [Plant secondary metabolites and antioxidant benefits]. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* 3 (4):146-152.

Persic, M., Jakopic, J., and Hudina, M. (2018). The effect of post-harvest technologies on selected metabolites in persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 99 (2):854–860. doi: 10.1002/jsfa.9255

Picanço, N. F. M. Qualidade de caqui armazenado sob refrigeração: estádios de maturação, destanização e irradiação ionizante [Quality of persimmon stored under refrigeration: stages of maturation, detanization and ionizing irradiation]. (2009). Retrieved from <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0452.pdf>

Pio, R., Scarpore Filho, J. A., and Mourão Filho, F. A. A. (2003). *A cultura do caqui* [The persimmon tree culture]. Piracicaba. São Paulo:ESALQ/USP

Poutanen, K. S., Fiszman, S., Marsaux, C. F. M., Pentikäinen, S. P., Steinert, R. E., and Mela, D. J. (2018). Recommendations for characterization and reporting of dietary fibers in nutrition research. *The American Journal of Clinical Nutrition* 108 (3):437–444. doi: 10.1093/ajcn/nqy095

Qi, Y., Liu, X., Zhang, Q., Wu, H., Yan, D., Liu, Y., Zhu, X., Ren, X., and Yang, Y. (2019). Carotenoid accumulation and gene expression in fruit skins of three differently colored persimmon cultivars during fruit growth and ripening. *Scientia Horticulturae* 248:282–290. doi: 10.1016/j.scienta.2018.12.042

Querido, A. F., Silva, C., Pelegrine, D., and Alves, G. L. (2013). Persimmon pulp and jelly: chemical characterization and rheological behavior. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science* 6 (2):97-103. doi: 10.5777/paet.v6i2.2229.

Ramachandraiah, K., Gnoc, N. T. B., and Chin, K. B. (2017). Biosynthesis of silver nanoparticles from persimmon byproducts and incorporation in biodegradable sodium alginate thin film. *Journal of Food Science* 82 (10):2329-2336. doi: 10.1111/1750-3841.13865

Ramin, A. A., and Tabatabaie, F. (2003). Effect of various maturity stages at harvest on storability of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology* 5 (2003):113-123.

Rocha, P., and Benato, E. A. (2006). Sistema produtivo e pós-colheita do caqui Rama forte e Fuyu [Production system and postharvest of persimmon Rama forte and Fuyu]. *Informações Econômicas* 36 (4):58-64.

Rodriguez-Concepcion, M., Avalos, J., Bonet, M. L., Boronat, A., Gomez-Gomez, L., Hornero-Mendez, D., Limon, M. C., Melendez-Martinez, A. J., Olmedilla-Alonso, B., Palou, A., Ribot, J., Rodrigo, M. J., Zacarias, L., and Zhu, C. (2018). A global perspective on carotenoids: metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. *Progress in Lipid Research* 70:62–93. doi: 10.1016/j.plipres.2018.04.004

Ryu, S., Furihata, K., Koda, M., Wei, F., Miyakawa, T., and Tanokura, M. (2016). NMR-based analysis of the chemical composition of Japanese persimmon aqueous extracts. *Magnetic Resonance in Chemistry* 54:213–221. doi: 10.1002/mrc.4364

Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., and Lobo, M. G. (2018). Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17 (3):512-531. doi: 10.1111/1541-4337.12330

Santos, A. D. D. C., Fonseca, F. A., Dutra, L. M., Santos, M. F. C., Menezes, L. R. A., Campos, F. R., Nagata, N., Ayub, R., and Barison, A. (2018). <sup>1</sup>H HR-MAS NMR-based metabolomics study of different persimmon cultivars (*Diospyros kaki*) during fruit development. *Food Chemistry* 239:511–519. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.133

Sapper, M., Palou, L., Pérez-Gago, M. B., and Chiralt, A. (2019). Antifungal starch–gellan edible coatings with thyme essential oil for the postharvest preservation of apple and persimmon. *Coatings* 9 (5):333. doi: 10.3390/coatings9050333

SEBRAE. O cultivo e o mercado do caqui [Persimmon cultivation and market]. (2016, Jan 07). Retrieved from <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-caqui,727b9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>

Sentandreu, E., Cerdán-Calero, M., and Navarro, J. L. (2015). Metabolite profiling of pigments from acid-hydrolysed persimmon (*Diospyros kaki*) extracts by HPLC-DAD/ESI-MS<sup>n</sup> analysis. *Journal of Food Composition and Analysis* 38:55–61. doi: 10.1016/j.jfca.2014.10.010

Siqueira de Campos, S. (2014). *Fenologia, estudo da biologia floral, fertilidade do pólen e produção em cultivares de caqui (Diospyros kaki L. e Diospyros virginiana L.)* [Phenology, study of floral biology, pollen fertility and production in persimmon cultivars (*Diospyros kaki L. and Diospyros virginiana L.*)] (Master's thesis). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Teixeira, A. J. (2006). A cultura do caqui na região serrana fluminense [The persimmon tree culture in the mountainous region of Rio de Janeiro]. Retrieved from [http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/frutas/A\\_cultura\\_do\\_caqui\\_na\\_Regiao\\_Serrana\\_Fluminense.pdf](http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/frutas/A_cultura_do_caqui_na_Regiao_Serrana_Fluminense.pdf)

Tian, Y., Bo, Z., Chun-mei, L., Jie, Y., Shu-fen, X., and Ann, E. H. (2012). High molecular weight persimmon tannin is a potent antioxidant both ex vivo and in vivo. *Food Research International* 45 (1):26–30. doi: 10.1016/j.foodres.2011.10.005

Tomiyama, K., Mukai, Y., Saito, M., Watanabe, K., Kumada, H., Nihei, T., Hamada, N., and Teranaka, T. (2016). Antibacterial action of a condensed tannin extracted from astringent persimmon as a component of food additive pancil PS-M on oral polymicrobial biofilms. *BioMed Research International* 7:1-7. doi: 10.1155/2016/5730748

Ubeda, C., Hidalgo, C., Torija, M. J., Mas, A., Troncoso, A. M., and Morales, M. L. (2011). Evaluation of antioxidant activity and total phenols index in persimmon vinegars produced by different processes. *LWT - Food Science and Technology* 44 (7):1591-1596. doi: 10.1016/j.lwt.2011.03.001

United Nations (UN) (2015, Oct 13). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável* [Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development]. Retrieved from <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

USDA Food Composition Databases: USDA national nutrient database for standard reference legacy release. USDA (2019). Retrieved from <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list/?manu=&fgcd=&ds=&qlookup=Persimmons,%20japanese,%20raw>

Vázquez-Gutiérrez, J. L., Hernando, I., and Quiles, A. (2013). Changes in tannin solubility and microstructure of high hydrostatic pressure-treated persimmon cubes during storage at 4

°C. *European Food Research and Technology* 237 (2013):9-17. doi: 10.1007/s00217-013-2010-1

Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., and Schmitzer, V. (2010). Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry* 119 (2010):477–483. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.06.044

Vieites, R. L., Picanco, N. F. M., and Daiuto, E. R. (2012). Gamma radiation in the conservation of 'Giombo' persimmon, without adstringency stored under refrigeration. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34 (3):719-726. doi: 10.1590/s0100-29452012000300010

Wang, I., Hossain, D., Perry, P. L., Adams, B., and Lin, J. (2012). Characterization of volatile and aroma-impact compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L., var. Triumph) fruit by GC-MS and GC-O analyses. *Flavour and Fragrance Journal* 27 (2):141-148. doi: 10.1002/ffj.2094

Xie, C., Xie, Z., Xu, X., and Yang, D. (2015). Persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves: a review on traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties. *Journal of Ethnopharmacology* 163:229-240. doi: 10.1016/j.jep.2015.01.007

Yahia, E. M. (2010). The contribution of fruits and vegetables to human health. In: De La Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E. and Gonzalez-Aguilar, G. A. (Eds.) *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability*. Iowa: Wiley-Blackwell Publishing.

Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., and Siddique, F. (2016). Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry* 2016:1-13. doi: 10.1155/2016/3424025

Zaghdoudi, K., Pontvianne, S., Framboisier, X., Achard, M., Kudaibergenova, R., Ayadi-Trabelsi, M., Kalthoum-Cherif, J., Vanderesse, R., Frochot, C., and Guiavarc'h, Y. (2015). Accelerated solvent extraction of carotenoids from: Tunisian Kaki (*Diospyros kaki* L.), peach (*Prunus persica* L.) and apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Food Chemistry* 184:131-139. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.03.072

Zhao, D., Zhou, C., and Tao, J. (2011). Carotenoid accumulation and carotenogenic genes expression during two types of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) development. *Plant Molecular Biology Reporter* 29 (3):646–654. doi: 10.1007/s11105-010-0272-3

Zhou, Z., Huang, Y., Liang, J. Ou, M., Chen, J., and Li, G. (2016). Extraction, purification and anti-radiation activity of persimmon tannin from *Diospyros kaki* L. f. *Journal of Environmental Radioactivity* 162:182–188. doi: 10.1016/j.jenvrad.2016.05.034

Zhu, J. C., Niu, Y. W., Feng, T., Liu, S. J., Cheng, H. X., Xu, N., Yu, H. Y., and Xiao, Z. B. (2014). Evaluation of the formation of volatiles and sensory characteristics of persimmon (*Diospyros kaki* L. f.) fruit wines using different commercial yeast strains of *Saccharomyces cerevisiae*. *Natural Product Research* 28:1887-1893. doi: 10.1080/14786419.2014.955492

Zhu, W., Zhu, B., Li, Y., Zhang, Y., Zhang, B., and Fan, J. (2016). Acidic electrolyzed water efficiently improves the flavor of persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan) wine. *Food Chemistry* 197 (2016):141-149. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.10.106

## **CAPÍTULO II**

Azeredo, H. M. C., Miranda, K. W. E., Rosa, M. F., Nascimento, D. M., & Moura, M. R. (2012). Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. *LWT - Food Science and Technology*, 46 (1), 294-297.

Banerjee, J., Singh, R., Vijayaraghavan, R. MacFarlane, D., Patti A. F., & Arora, A. (2017). Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chemistry*, 225, 10-22.

Barros-Alexandrino, T. T., Tosi, M. M., & Assis, O. B. D. (2017). Aproveitamento de rejeitos da cadeia hortofrutícola no processamento de plásticos biodegradáveis [Harnessing waste from the horticultural chain in the processing of biodegradable plastics]. *Rev. Gest. Industr.*, 13, 215-229. doi: 10.3895/gi.v13n2.5089.

Barros-Alexandrino, T. T., Tosi, M. M., & Assis, O. B. G. (2018). Comparison Between Chitosan Nanoparticles and Cellulose Nanofibers as Reinforcement Fillers in Papaya Puree Films: Effects on Mechanical, Water Vapor Barrier, and Thermal Properties. *Polymer Engineering & Science*. doi:10.1002/pen.24938

Brito, G. F., Agrawal, P., Araújo, E. M., & Mélo, T. J. A. (2011) Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes [Biopolymers, biodegradable polymers and green polymers]. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 6 (2), 127-139. Retrieve from <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/222/204>

Brito, T. B., Carrajola, J. F., Gonçalves, E. C. B. A., Martelli-Tosi, M., & Ferreira, M. S. L. (2019). Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. *Food Research International*, 121, 412-421. doi: 10.1016/j.foodres.2019.03.058

Capitani, M. I., Matus-Basto, A., Ruiz-Ruiz, J. C., Santiago-García, J. L., Betancur-Ancona, D. A., Nolasco, S. M., ... Segura-Campos, M. R. (2016) Characterization of Biodegradable Films Based on *Salvia hispanica* L. Protein and Mucilage. *Food and Bioprocess Technology*, 9 (8), 1276-1286. doi: 10.1007/s11947-016-1717-y

Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136–148. doi:10.1016/j.foodhyd.2016.09.009

Comaposada, J., Marcos, B., Bou, R., & Gou, P. (2018). Influence of surfactants and proteins on the properties of wet edible calcium alginate meat coatings. *Food Research International*, 108, 539–550. doi:10.1016/j.foodres.2018.04.002.

- Delgado, J. F., Peltzer, M. A., Wagner, J. R., & Salvay, A. G. (2018). Hydration and water vapour transport properties in yeast biomass based films: A study of plasticizer content and thickness effects. *European Polymer Journal*, *99*, 9-17. doi:10.1016/j.eurpolymj.2017.11.051
- Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., Levin, C. E., & Friedman, M. (2008)a Antibacterial activity against *E. coli* O157:H7, physical properties, and storage stability of novel carvacrol-containing edible tomato films. *J Food Sci.* *73*(7), 378-383. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00892.x
- Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., Mchugh, T. H., Levin, C. E., & Mendel-Friedman. (2008)b. Storage stability and antibacterial activity against *escherichia coli* O157:H7 of carvacrol in edible apple films made by two different casting methods. *Journal Agric. Food Chem.*, *56* (9), 3082–3088. doi: 10.1021/jf703629s
- Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., Mchugh, T. H., Levin, C. E., & Mendel-Friedman. (2009)a. Effects of allspice, cinnamon, and clove bud essential oils in edible apple films on physical properties and antimicrobial activities. *Journal of Food Science*, *74* (7), 372- 378. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01282.x
- Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., Mchugh, T. H., Levin, C. E., & Mendel-Friedman. (2009)b. Antibacterial effects of allspice, garlic, and oregano essential oil in tomato films determined by overlay and vapor-phase methods. *Journal of Food Science*, *74*(7), 390-397. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01289.x
- Du, W. X., Avena-Bustillos, R. j., Woods, R., Breksa, A. P., McHugh, T. H., Friedman, M., Levin, C. E., & Mandrell, R. (2012). Sensory evaluation of baked chicken wrapped with antimicrobial apple and tomato edible films formulated with cinnamaldehyde and carvacrol. *J. Agric. Food Chem.*, *60* (32), 7799-7804. doi: 10.1021/jf301281a
- Espitia, P. J. P., Avena-Bustillos, R. J., Du, W.-X., Teófilo, R. F., Soares, N. F. F., & McHugh, T. H. (2014). Optimal antimicrobial formulation and physical–mechanical properties of edible films based on açai and pectin for food preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, *2*(1), 38–49. doi:10.1016/j.fpsl.2014.06.002
- Fai, A. E. C., de Souza, M. R. A., de Barros, S. T., Bruno, N. V., Ferreira, M. S. L., & de Andrade Gonçalves, É. C. B. (2016). Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *Postharvest Biology and Technology*, *112*, 194-204.
- Fai, A. E. C., Simiqueli, A. P. R., Ghiselli, G., & Pastore, G. M. (2015). Sequential optimization approach for prebiotic galactooligosaccharides synthesis by *Pseudozyma tsukubaensis* and *Pichia kluyveri*. *LWT - Food Science and Technology*, *63* (2), 1214-1219. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.064>
- Fakhouri, F. M., Martelli, S. M., Caon, T., Velasco, J. I., & Mei, L. H. I. (2015). Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology*, *109*, 57–64. doi:10.1016/j.postharvbio.2015.05.015



- Ferreira, M. S. L., Fai, A. E. C., Andrade, C. T., Picciani, P. H., Azero, E. G., & Gonçalves, E. C. B. A. (2016). Edible films and coatings based on biodegradable residues applied to acerolas (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 634–1642. doi: 10.1002/jsfa.7265
- Ferreira, M. S., Santos, M. C., Moro, T. M., Basto, G. J., Andrade, R. M., & Gonçalves, E. C. (2015) Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *J Food Sci Technol.*, 52, 822–830. doi: 10.1007/s13197-013-1061-4
- Gonçalves, S. M., Santos, D. C., Motta, J. F. G., Santos, R. R., Chávez, D. W. H., & Melo, N. R. (2019). Structure and functional properties of cellulose acetate films incorporated with glycerol. *Carbohydrate Polymers*, 209 (2019), 190–197. doi: 10.1016/j.carbpol.2019.01.031
- Jirukkakul, N. (2016) The study of edible film production from unripened banana flour and ripened banana puree. *International Food Research Journal*, 23(1), 95-101.
- Lorevice, M. V., Moura, M. R., Aouada, F. A., & Mattoso, L. H. C. (2012). Development of Novel Guava Puree Films Containing Chitosan Nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 12, 2711-2717. doi: 10.1166/jnn.2012.5716
- Maniglia, B.C., Tessaro, L., Ramos, A.P., & Tapia-Blácido, D.R. (2019). Which plasticizer is suitable for films based on babassu starch isolated by different methods? *Food Hydrocolloids*, 89, 143-152. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.10.038.
- Martelli, M. R., Barros, T. T., & Assis, O. B. G. (2014). Filmes de polpa de banana produzidos por batelada: propriedades mecânicas e coloração [Banana pulp films produced by batch: mechanical properties and coloration]. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 24 (1), 137-142. doi: 10.4322/polimeros.2014.062
- Martelli, M. R., Barros, T. T., de Moura, M. R., Mattoso, L. H., & Assis, O. B. G. (2013). Effect of chitosan nanoparticles and pectin content on mechanical properties and water vapor permeability of banana puree films. *J Food Sci*, 78 (1), 98-104. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.03006.x
- Martucci, J. F., Gende, L. B., Neira, L. M., & Ruseckaite, R. A. (2015). Oregano and lavender essential oils as antioxidant and antimicrobial additives of biogenic gelatin films. *Industrial Crops and Products*, 71, 205–213. doi:10.1016/j.indcrop.2015.03.079
- Matheus, J. R. V., Brito, T. B., Pereira, A. P. A., Correia, T. R., Marques, M. R. C., Leite, M. C. A. M., Souza, A. M. F., Pastore, G. M. Miyahira, R. F., and Fai, A. E. C. Development and characterization of a green and edible film based on persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Rama Forte) incorporated with glycerol and pectin. (*Submitted to publication*).
- McHugh, T. H., & Krochta, J. M. (1994). Water vapor permeability properties of edible whey protein-lipid emulsion films ter vapor Permeability Properties of Edible Whey Protein-Lipid Emulsion Films. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71 (3), 307-312. doi: 10.1007/bf02638058

- McHugh, T.H., Senesi, E. (2008). Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 65 (3), 480-485. doi: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb16032.x
- McHugh, T.H., Huxsoll, C.C., & Krochta, J.M. (1996). Permeability properties of fruit puree edible films. *Journal of Food Science*, 61 (1), 88–91. doi:10.1111/j.1365-2621.1996.tb14732.x
- Moliner, C., Aguilar, K., Bosio, B., Arato, E., & Ribes, A. (2016) Thermo-oxidative characterisation of the residues from persimmon harvest for its use in energy recovery processes. *Fuel Processing Technology*, 152, 421-429. doi: 10.1016/j.fuproc.2016.07.008
- Monteiro, M., Oliveira, V., Santos, F., Neto, E. B., Silva, K., Silva, R., Henrique, J., & Chibério, A. (2017) Optimization of factors to obtain cassava starch films with improved mechanical properties. *Journal of Physics: Conf. Series*, 885, 2017.
- Nouraddini, M., Esmalli, M., & Mohtarami, F. (2018). Development and characterization of edible films based on eggplant flour and corn starch. *Int J Biol Macromol*, 120, 1639-1645. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.126.
- Otoni, C. G., Avena-Bustillos, R. J., Azeredo, H. M. C., Lorevice, M. V., Moura, M. R., Mattoso, L. H. C., & McHugh, T. H. (2017). Recent advances on edible films based on fruits and vegetables — a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 1151-1169. doi: 10.1111/1541-4337.12281
- Otoni, C. G., Moura, M. R., Aouda, F. A., Camillota, G. P., Cruz, R. S., Lorevice, M. V., Soares, N. F. F., & Mattoso, L. H. C. (2014). Antimicrobial and physical-mechanical properties of pectin/papaya puree/cinnamaldehyde nanoemulsion edible composite films. *Food Hydrocolloids*, 41, 188-194. doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.04.013
- Parreidt, T. S., Schott, M., Schmid, M., & Müller, K. (2018). Effect of presence and concentration of plasticizers, vegetable oils, and surfactants on the properties of sodium-aginate-based edible coatings. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3). doi:10.3390/ijms19030742
- Pelissari, F. M., Andrade-Mahecha, M. M., Sobral, P. J. A., & Menegalli, F. C. (2017). Nanocomposites based on Banana Starch Reinforced with Cellulose Nanofibers Isolated from Banana Peels. *Journal of Colloid and Interface Science*, 505 (1), 154-167.
- Peltzer, M. A., Salvay, A. G., Delgado, J. F., & Wagner, J. R. (2017). Use of edible films and coatings for functional foods developments: A review, in: D.L. Nelson (Ed.), *Functional foods sources, health effects and future perspectives*. Nova Science Publishers Inc, New York, 2017, pp. 1–26.
- Pitak, N., & Rakshit, S. K. (2011). Physical and antimicrobial properties of banana flour/chitosan biodegradable and self sealing films used for preserving Fresh-cut vegetables. *LWT - Food Science and Technology*, 44 (10), 2310-2315. doi:10.1016/j.lwt.2011.05.024

- Ravishankar, S., Jaroni, D., Zhu, L., Olsen, C., McHugh, T., & Friedman, M. (2012). Inactivation of *Listeria monocytogenes* on ham and bologna using pectin-based apple, carrot, and hibiscus edible films containing carvacrol and cinnamaldehyde. *J Food Sci* 77(7), 377–382. doi: 10.1111/j. 1750-3841.2012.02751.x
- Reis, L. C. B, de Souza, C. O., da Silva, J. B. A., Martins, A. C., Nunes, I. L., & Druzian, J. I. (2015). Active biocomposites of cassava starch: the effect of yerba mate extract and mango pulp as antioxidant additives on the properties and the stability of a packaged product. *Food and Bioproducts Processing*, 94 (2015), 382-391. doi:10.1016/j.fbp.2014.05.004
- Rojas-Graü, M. A., Avena-Bustillos, R. J., Friedman, M., Henika, P. R., Martin-Belloso, O., & McHugh, T. H. (2006). Mechanical, barrier, and antimicrobial properties of apple puree edible films containing plant essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9262-9267. doi: 10.1021/jf061717u
- Salgado, P. R., Ortiz, C. M., Musso, Y. S., Di Giorgio, L., & Mauri, A. N. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Current Opinion in Food Science*, 5, 86–92. doi:10.1016/j.cofs.2015.09.004
- Song, Y., & Zheng, Q. (2014). Ecomaterials based on food proteins and polysaccharides. *Polymer Reviews*, 54(3), 514–571. doi:10.1080/15583724.2014.887097
- Sothornvit, R. & Rodsamran, P. (2008). Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. *Postharvest Biology and Technology*, 47 (2008) 407–415. doi:10.1016/j.postharvbio.2007.08.005
- Suppakul, P., Boonlert, R., Buaphert, W., Sonkawe, P., & Luckanatinvong, V. (2016). Efficacy of superior antioxidant Indian gooseberry extract incorporated edible Indian gooseberry puree/methylcellulose composite films on enhancing the shelf life of roasted cashew nut. *Food Control*, 69, 51-60.
- Tulamandi, S., Rangarajan, V., Rizvi, S. S. H., Singhal, R. S., Chattopadhyay, S. K., & Saha, N. C. (2016). A biodegradable and edible packaging film based on papaya puree, gelatin, and defatted soy protein. *Food Packaging and Shelf Life*, 10, 60-71. doi: 10.1016/j.fpsl.2016.10.007
- Wikström, F., Williams, H., Verghese, K., & Clune, S. (2014). The influence of packaging attributes on consumer behaviour in food-packaging life cycle assessment studies - a neglected topic. *Journal of Cleaner Production*. 73, 100-108. doi: 10.1016/j.jclepro.2013.10.042
- Zhu, L., Olsen, C., McHugh, T., Friedman, M., Jaroni, D., Ravishankar, S. (2014). Apple, carrot, and hibiscus edible films containing the plant antimicrobials carvacrol and cinnamaldehyde inactivate *Salmonella* Newport on organic leafy greens in sealed plastic bags. *J Food Sci*, 79(1), 61–66. doi:10.1111/1750-3841.12318

### **CAPÍTULO III**

- Altuntas, E., Cangi, R., & Kaya, C. (2011). Physical and chemical properties of persimmon fruit. *International Agrophysics*, 25, 89-92.
- Andrade, R. M. S., Ferreira, M. S. L., & Gonçalves, E. C. B. A. (2016). Development and characterization of edible films based on fruit and vegetable residues. *Journal of food science*, 81 (2), 412-418.
- AOAC (2006). In W. Horwitz (Ed.). Official method of analysis of AOAC international (18th ed.). Gaithersburg, MD: The Association of Official Analytical Chemists International.
- Arquelau, P. B. F., Silva, V. D. M., Garcia, M. A. V. T., Araújo, R. L. B., & Fante, C. A. (2019). Characterization of edible coatings based on ripe “Prata” banana peel flour. *Food Hydrocolloids*, 89, 570-578.
- ASTM D882-12. (2012). Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM International, West Conshohocken, PA. Retrieved from [www.astm.org](http://www.astm.org)
- ASTM E96 / E96M-16. (2016). Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA. Retrieved from [www.astm.org](http://www.astm.org)
- Azeredo, H. M. C., Miranda, K. W. E., Rosa, M. F., Nascimento, D. M., & Moura, M. R. (2012). Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. *LWT - Food Science and Technology*, 46 (1), 294-297.
- Basiak, E., Lenart, A., & Debeaufort, F. (2018). How Glycerol and Water Contents Affect the Structural and Functional Properties of Starch-Based Edible Films. *Polymers*, 10 (4), 412. doi:10.3390/polym10040412
- Brito, G. F., Agrawal, P., Araújo, E. M., & Mélo, T. J. A. (2011) Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes [Biopolymers, biodegradable polymers and green polymers]. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 6 (2), 127-139. Retrieve from <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/222/204>
- Brito, T. B., Carrajola, J. F., Gonçalves, E. C. B. A., Martelli-Tosi, M., & Ferreira, M. S. L. (2019). Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. *Food Research International*, 121, 412-421. doi: 10.1016/j.foodres.2019.03.058
- Cao, L., Liu, W., & Wang, L. (2018) Developing a green and edible film from Cassia gum: the effects of glycerol and sorbitol. *Journal of Cleaner Production*, 175, 276-282. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.064
- Capitani, M. I., Matus-Basto, A., Ruiz-Ruiz, J. C., Santiago-García, J. L., Betancur-Ancona, D. A., Nolasco, S. M., ... Segura-Campos, M. R. (2016) Characterization of Biodegradable Films Based on *Salvia hispanica* L. Protein and Mucilage. *Food and Bioprocess Technology*, 9 (8), 1276-1286. doi: 10.1007/s11947-016-1717-y
- Celik, A., & Ercisli, S. (2008). Persimmon cv. Hachiya (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit: some physical, chemical and nutritional properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59, 599-606 doi: 10.1080/09637480701538221

Chang, P. R., Jian, R., Zheng, P., Yu, J., & Ma, X. (2010) Preparation and properties of glycerol plasticized-starch (GPS)/cellulose nanoparticle (CN) composites. *Carbohydrate Polymers*, 79 (2), 301-305. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.08.007>

Conesa, C., Laguarda-Miró, N., Fito, P., & Seguí, L. (2019). Evaluation of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) industrial residue as a source for value added products. *Waste and biomass valorization*, 1, 1-12. doi: 10.1007/s12649-019-00621-0

Costa, C. C., Guilhoto, J. J. M., & Burnquist, H. L. (2015). Impactos socioeconômicos de reduções nas perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil [Socioeconomic impacts of reductions in post harvest losses of agricultural products in Brazil]. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, 53 (3). <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005303002>

Silva, M. J. R., Ferreira, T. E., Domiciano, S., Paiva, A. P. M., Tecchio, M. A., & Leonel, S. (2016). Phenology, yield and fruit quality of four persimmon (*Diospyros kaki* L.) cultivars in São Paulo's Midwest countryside, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 11(52), 5171-5177. doi: 10.5897/AJAR2016.11670

Du, R., Zhao, F., Peng, Q., Zhou, Z., & Han, Y. (2018). Production and characterization of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter xylinus* isolated from Chinese persimmon vinegar. *Carbohydr Polym.*, 15 (194), 200-207. doi: 10.1016/j.carbpol.2018.04.041

Du, W. X., Olsen, C. W., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., Levin, C. E., & Friedman, M. (2008) Antibacterial activity against *E. coli* O157:H7, physical properties, and storage stability of novel carvacrol-containing edible tomato films. *J Food Sci.* 73(7), 378-383. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00892.x

Ewelina, B. Andrzej, L., & Frédéric, D. (2018). How Glycerol and Water Contents Affect the Structural and Functional Properties of Starch-Based Edible Films. *Polymers*, 10 (4), 412. doi: 10.3390/polym10040412.

Fai, A. E. C., de Souza, M. R. A., de Barros, S. T., Bruno, N. V., Ferreira, M. S. L., & Gonçalves, É. C. B. A. (2016). Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 112, 194-204.

Fai, A. E. C., Simiqueli, A. P. R., Ghiselli, G., & Pastore, G. M. (2015). Sequential optimization approach for prebiotic galactooligosaccharides synthesis by *Pseudozyma tsukubaensis* and *Pichia kluyveri*. *LWT - Food Science and Technology*, 63 (2), 1214-1219. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.064>

Fakhouri, F. M., Martelli, S. M., Caon, T., Velasco, J. I., & Mei, L. H. I. (2015). Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 57-64. doi:10.1016/j.postharvbio.2015.05.015

Fakhouri, F.M., L.C.B. Fontes, P.V.M. Goncalvs, C.R. Milanez, C.J. Steel and F.P. Collares-Queiroz. (2007). Films and edible coatings based on composite native starches and gelatin in the conservation and acceptability of grapes Crimson. *Cienc. Tecnol. Alimentos*, 25: 369-375.

- FAO. (2016). Key Facts on Food Loss and Waste You Should Know!. Retrieved from <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/>
- Farahnaky, A., Saberi, B., & Majzoobi, M. (2013). Effect of glycerol on physical and mechanical properties of wheat starch edible films. *Journal of Texture Studies*, *44* (2013), 176–186. doi:10.1111/jtxs.12007
- Farias, M. G., Fakhouri, F. M., Carvalho, C. W. P., & Ascheri, J. L. R. (2012). Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) [Physicochemical characterization of edible starch films added with acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)] *Quim. Nova*, *35* (3), 546-552. doi: 10.1590/S0100-40422012000300020.
- Favati, F., Cappiello, F., Lardo, P., Ancillotti, C., Bubba, M. Del, & Giordani, E. (2018). Evaluation of pomological and nutritional characteristics of ‘Kaki Tipo’ and ‘Rojo Brillante’ persimmon fruits at the ripe-stage eating quality. *International Society for Horticultural Science (ISHS)*. 211–218. doi: 10.17660/actahortic.2018.1195.33.
- Ferreira, M. S. L., Fai, A. E. C., Andrade, C. T., Picciani, P. H., Azero, E. G., & Gonçalves, E. C. B. A. (2016). Edible films and coatings based on biodegradable residues applied to acerolas (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *96*, 634–1642. doi: 10.1002/jsfa.7265
- Gonçalves, S. M., Santos, D. C., Motta, J. F. G., Santos, R. R., Chávez, D. W. H., & Melo, N. R. (2019). Structure and functional properties of cellulose acetate films incorporated with glycerol. *Carbohydrate Polymers*, *209* (2019), 190–197. doi:10.1016/j.carbpol.2019.01.031
- Goyeneche, R., Roura, S., & Di Scala, K. (2014). Principal component and hierarchical cluster analysis to select hurdle technologies for minimal processed radishes. *LWT - Food Science and Technology*, *57*(2), 522–529. doi:10.1016/j.lwt.2014.02.022
- Gustavsson, J., Cederberg C., Sonesson U., & Ram, V. O. (2011). *Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Hajji, S., Younes, I., Affes, S., Boufi, S., & Nasri, M. (2018). Optimization of the formulation of chitosan edible coatings supplemented with carotenoproteins and their use for extending strawberries postharvest life. *Food Hydrocolloids*, *83* (2018), 375-392. doi:10.1016/j.foodhyd.2018.05.013
- Jagadish, R. S., & Baldev, R. (2011). Properties and sorption studies of polyethylene oxide-starch blended films. *Food Hydrocolloids*, *25* (6), 1572-1580. doi: 10.1016/j.foodhyd.2011.01.009
- Khazaei, N., Esmaili, M., Djomeh, Z. E., Ghasemlou, M., & Jouki, M. (2014). Characterization of new biodegradable edible film made from basil seed (*Ocimum basilicum* L.) gum. *Carbohydr Polym.*, *102*, 199-206. doi: 10.1016/j.carbpol.2013.10.062.

- Liu, H., Adhikari, R., Guo, Q., & Adhikari, B. (2013). Preparation and characterization of glycerol plasticized (high-amylose) starch–chitosan films. *Journal of Food Engineering*, 116 (2), 588-597. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.12.037
- Lorevice, M. V., Moura, M. R., & Mattoso, L. H. C. (2014) Nanocompósito de polpa de mamão e nanopartículas de quitosana para aplicação em embalagens [Papaya pulp nanocomposite and chitosan nanoparticles for packaging application]. *Quim Nova*, 37 (6), 931-936.
- Maniglia, B. C., Tessaro, L., Lucas, A. A., & Tapia-Blácido, D. R. (2017). Bioactive films based on babassu mesocarp flour and starch. *Food Hydrocolloids*, 70, 383-391. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.04.022
- Martelli, M. R., Barros, T. T., & Assis, O. B. G. (2014). Filmes de polpa de banana produzidos por batelada: propriedades mecânicas e coloração [Banana pulp films produced by batch: mechanical properties and coloration]. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 24 (1), 137-142. doi: 10.4322/polimeros.2014.062
- Martelli, M. R., Barros, T. T., & Assis, O. B. G. (2015). Produção de filmes plásticos a partir de polpa de frutas sobremaduras [Production of plastic films from overripe fruit pulp]. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 17 (3), 301-308.
- Martelli, M. R., Barros, T. T., de Moura, M. R., Mattoso, L. H., & Assis, O. B. G. (2013). Effect of chitosan nanoparticles and pectin content on mechanical properties and water vapor permeability of banana puree films. *J Food Sci*, 78 (1), 98-104. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.03006.x
- Martelli, M. R., Barros, T. T., de Moura, M. R., Mattoso, L. H., & Assis, O. B. G. (2013). Effect of chitosan nanoparticles and pectin content on mechanical properties and water vapor permeability of banana puree films. *J Food Sci*, 78 (1), 98-104. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.03006.x
- Jirukkakul, N. (2016). The study of edible film production from unripened banana flour and ripened banana puree. *International Food Research Journal*, 23(1), 95-101.
- Mendonça, V. Z., Daiuto, E. R., Furlaneto, K. A., Ramos, J. A., Fujita, E., Vieites, R. L., Tecchio, M. A., & Carvalho, L. R. (2015). Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva [Physicochemical and biochemical aspects during refrigerated storage of persimmon in passive modified atmosphere]. *Nativa Sinop*, 3 (1), 16-21.
- Moliner, C., Aguilar, K., Bosio, B., Arato, E., & Ribes, A. (2016) Thermo-oxidative characterisation of the residues from persimmon harvest for its use in energy recovery processes. *Fuel Processing Technology*, 152, 421-429. doi: 10.1016/j.fuproc.2016.07.008
- Moore, G. R. P., Martelli, S. M., Gandolfo, C., Sobral, P. J. A., & Laurindo, J. B. (2006). Influence of the glycerol concentration on some physical properties of feather keratin films. *Food Hydrocolloids*, 50 (7), 975-982. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.11.001

- Nanda, S., Isen, J., Dalai, A. K., Kozinski, J. A. (2016) Gasification of fruit wastes and agro-food residues in supercritical water. *Energy Conversion and Management*, 110 (15), 296-306. doi: 10.1016/j.enconman.2015.11.060
- Nouraddini, M., Esmalli, M., & Mohtarami, F. (2018). Development and characterization of edible films based on eggplant flour and corn starch. *Int J Biol Macromol*, 120, 1639-1645. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.126.
- Novillo, P., Besada, C., Tian, L., Bermejo, A., & Salvador, A. (2015). Nutritional composition of ten persimmon cultivars in the "ready-to-eat crisp" stage. Effect of deastringency treatment. *Food and Nutrition Sciences* 6 (14), 1296–1306.
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*, 122 (1), 161-166. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.033
- Otoni, C. G., Avena-Bustillos, R. J., Azeredo, H. M. C., Lorevice, M. V., Moura, M. R., Mattoso, L. H. C., & McHugh, T. H. (2017). Recent advances on edible films based on fruits and vegetables — a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 1151-1169. doi: 10.1111/1541-4337.12281
- Pereira, A. P. A., Angolini, C. F. F., Paulino, B. N., Lauretti, L. B. C., Orlando, E. A., Silva, J. G. S., Numa, I. A. N., Souza, J. D. R. P., Pallone, J. A. L., Eberlin, M. N., & Pastore, G. M. (2018). A comprehensive characterization of *Solanum lycocarpum* St. Hill and *Solanum oocarpum* Sendtn: Chemical composition and antioxidant properties. *Food Research International*, (September), 1- 9.
- Pires, C., Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I., Nunes, M. L., & Marques, A. (2013). Hake proteins edible films incorporated with essential oils: Physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 30 (1), 224-231.
- Querido, A. F., Silva, C., Pelegrine, D., and Alves, G. L. (2013). Persimmon pulp and jelly: chemical characterization and rheological behavior. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 6 (2), 97-103.
- Reddy, J. P., & Rhim, J. W. (2014) Characterization of bionanocomposite films prepared with agar and paper-mulberry pulp nanocellulose. *Carbohydr Polym*, 110, 480-488. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.04.056.
- Reis, L. C. B., de Souza, C. O., da Silva, J. B. A., Martins, A. C., Nunes, I. L., & Druzian, J. I. (2015). Active biocomposites of cassava starch: the effect of yerba mate extract and mango pulp as antioxidant additives on the properties and the stability of a packaged product. *Food and Bioproducts Processing*, 94 (2015), 382-391. doi: 10.1016/j.fbp.2014.05.004
- Rodrigues, M. I., & Iemma, A. F. (2014). *Experimental Design and Process Optimization*. Boca Raton, Florida, USA: Publisher CRC Press. doi: 10.1201/b17848
- Rojas-Graü, M. A., Avena-Bustillos, R. J., Friedman, M., Henika, P. R., Martin-Belloso, O., & McHugh, T. H. (2006). Mechanical, barrier, and antimicrobial properties of apple puree



edible films containing plant essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9262-9267. doi: 10.1021/jf061717u

Schmidt, V. C. R., Porto, L. M., Laurindo, J. B., & Menegalli, F. C. (2013). Water vapor barrier and mechanical properties of starch films containing stearic acid. *Industrial Crops and Products*, 41, 227-234. doi:10.1016/j.indcrop.2012.04.038

Seslija, S., Nešić, A., Ružić, J., Krušić, M. K., Veličković, S., Avolio, R., ... Malinconico, M. (2018). Edible blend films of pectin and poly(ethylene glycol): Preparation and physico-chemical evaluation. *Food Hydrocolloids*, 77, 494-501. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.10.027

Sothornvit, R., & Rodsamran, P. (2008). Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. *Postharvest Biology and Technology*, 47 (3), 407-415. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.08.005

Stoll, L., Costa, T. M. H., Jablonski, A., Flôres, S. H., & Rios, A. O. (2016). *Food Bioprocess Technol*, 9, 172-181. doi:10.1007/s11947-015-1610-0

Telis, V.R.N., Gabas, A.L., Menegalli, F.C., & Telis-Romero, J. (2000) Water sorption thermodynamic properties applied to persimmon skin and pulp, *Thermochimica Acta*, 343, 49-56. doi:10.1016/S0040-6031(99)00379-2

Tulamandi, S., Rangarajan, V., Rizvi, S. S. H., Singhal, R. S., Chattopadhyay, S. K., & Saha, N. C. (2016). A biodegradable and edible packaging film based on papaya puree, gelatin, and defatted soy protein. *Food Packaging and Shelf Life*, 10, 60-71. doi:10.1016/j.fpsl.2016.10.007

Unicamp. (2011). *Tabela de composição centesimal (TACO)* [centesimal composition table], (4th ed.). Campinas, São Paulo: Unicamp

USDA Food Composition Databases: USDA national nutrient database for standard reference legacy release. USDA (2018). Retrieved from <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>

Vieites, R. L., Picanco, N. F. M., & Daiuto, E. R. (2012). Gamma radiation in the conservation of 'Giombo' persimmon, without adstringency stored under refrigeration. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34 (3), 719-726

Wang, Z., Zhou, J., Wang, X., Zhang, N., Sun, X., & Ma, Z. (2014). The effects of ultrasonic/microwave assisted treatment on the water vapor barrier properties of soybean protein isolate-based oleic acid/stearic acid blend edible films. *Food Hydrocolloids*, 35, 51–58. doi:10.1016/j.foodhyd.2013.07.006

Wang, X., Guo, C., Hao, W., Ullah, N., Chen, L., Li, Z., & Feng, X. (2018). Development and characterization of agar-based edible films reinforced with nano-bacterial cellulose. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 722-730. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.06.089

Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T. and Siddique, F. (2016). Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry*, 2016, 1-13.

Zenebon, O., Pascuet, N. S., & Tiglea, P. (2008) *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos* [Physical-Chemical Methods for Food Analysis] (4th ed.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

## **CAPÍTULO IV**

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2001. RDC n. 12. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

Al-Juhaimi, F. Y., Babiker, E. E., Ghafoor, K., 2012. Effect of gum Arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit during storage. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (4): 1439-1444.

Altuntas, E., Cangı, R., Kaya, C., 2011. Physical and chemical properties of persimmon fruit. *International Agrophysics*, 25, 89-92.

American public health association (APHA), 2015. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washinton: APHA. <https://doi.org/10.2105/MBEF.0222>

Andrade, R.M.S., Ferreira, M.S.L., Gonçalves, E.C.B.A., 2016. Development and characterization of edible films based on fruit and vegetable residues. *Journal of food science*, 81 (2), 412-418.

AOAC (2006). In W. Horwitz (Ed.). *Official method of analysis of AOAC international* (18th ed.). Gaithersburg, MD: The Association of Official Analytical Chemists International.

Arquelau, P.B.F., Silva, V.D.M., Garcia, M.A.V.T., Araújo, R.L.B, Fante, C.A., 2019. Characterization of edible coatings based on ripe “Prata” banana peel flour. *Food Hydrocolloids*, 89, 570-578.

ASTM D882-12 (2012). *Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*. ASTM International, West Conshohocken, PA. [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM E96 / E96M-16. (2016). *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*, ASTM International, West Conshohocken, PA. [www.astm.org](http://www.astm.org)

Atarès, L., Jesús, C., Talens, P., Chiralt, A., 2010. Characterization of SPI-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. *Journal of Food Engineering*, 99 (3), 384-391.

Azeredo, H.M.C., Miranda, K.W.E., Rosa, M.F., Nascimento, D.M., & Moura, M.R., 2012. Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. *LWT - Food Science and Technology*, 46 (1), 294-297.]

Barros-Alexandrino, T. T., Tosi, M. M., & Assis, O. B. G., 2018. Comparison Between Chitosan Nanoparticles and Cellulose Nanofibers as Reinforcement Fillers in Papaya Puree

Films: Effects on Mechanical, Water Vapor Barrier, and Thermal Properties. *Polymer Engineering & Science*. doi:10.1002/pen.24938

Basiak, E., Lenart, A., & Debeaufort, F., 2018. How Glycerol and Water Contents Affect the Structural and Functional Properties of Starch-Based Edible Films. *Polymers*, 10(4), 412. doi:10.3390/polym10040412

Bravin, B., Peressini, D., Sensidoni, A., 2004. Influence of emulsifier type and content on functional properties of polysaccharide lipid-based edible films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(21), 6448–6455. doi:10.1021/jf040065b

Cao, L., Liu, W., Wang, L., 2018. Developing a green and edible film from Cassia gum: the effects of glycerol and sorbitol. *Journal of Cleaner Production*, 175, 276-282. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.064

Capitani, M.I., Matus-Basto, A., Ruiz-Ruiz, J.C., Santiago-García, J.L., Betancur-Ancona, D.A., Nolasco, S.M., Tomás, M.C. Segura-Campos, M.R., 2016. Characterization of Biodegradable Films Based on *Salvia hispanica* L. Protein and Mucilage. *Food and Bioprocess Technology*, 9 (8), 1276-1286. doi: 10.1007/s11947-016-1717-y

CIE, 1978. Recommendations on Uniform Color Spaces – Color Difference Equations. Psychometric Color Terms. *Color research and application*, 2 (1), 5-6. doi:10.1002/j.1520-6378.1977.tb00102.x

Cisneros-Zevallos, L., Saltveit, M. E. and Krochta, J. M., 1997. Hygroscopic Coatings Control Surface White Discoloration of Peeled (Minimally Processed) Carrots During Storage. *Journal of Food Science*, 62 (2): 363 – 399.

Comaposada, J., Marcos, B., Bou, R., Gou, P., 2018. Influence of surfactants and proteins on the properties of wet edible calcium alginate meat coatings. *Food Research International*, 108, 539–550. doi:10.1016/j.foodres.2018.04.002

Conesa, C., Laguarda-Miró, N., Fito, P., Seguí, L., 2019. Evaluation of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante) industrial residue as a source for value added products. *Waste and biomass valorization*, 1, 1-12. doi: 10.1007/s12649-019-00621-0

Cortez-Vega, W.R., Pizato, S., Souza, J.T.A., Prentice, C., 2014. Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut ‘Formosa’ papaya. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22, 197-202.

Du, W.X., Olsen, C.W., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Levin, C.E., Friedman, M., 2008. Antibacterial activity against *E. coli* O157:H7, physical properties, and storage stability of novel carvacrol-containing edible tomato films. *J Food Sci.* 73(7), 378-383. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00892.x

Eça, K. S., Machado, M. T. C., Hubinger, M. D., & Menegalli, F. C., 2015. Development of Active Films From Pectin and Fruit Extracts: Light Protection, Antioxidant Capacity, and Compounds Stability. *Journal of Food Science*, 80(11), C2389–C2396. doi:10.1111/1750-3841.13074

- Fai, A.E.C., de Souza, M.R.A., de Barros, S.T., Bruno, N.V., Ferreira, M.S.L., Gonçalves, E.C.B.A., 2016. Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 112, 194-204.
- Fakhouri, F.M., Fontes, L.C.B., Gonçalves, P.V.M., Milanez, C.R., Steel, C.J., Collares-Queiroz, F.P., 2007. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson [Edible films and toppings composed of native starch and gelatin in the conservation and sensory acceptance of Crimson grapes]. *Food Science and Technology*, 27(2), 369-375. doi:10.1590/S0101-20612007000200027
- Fakhouri, F. M., Martelli, S. M., Caon, T., Velasco, J. I., & Mei, L. H. I., 2015. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 57–64. doi:10.1016/j.postharvbio.2015.05.015
- Farahnaky, A., Saberi, B., Majzoobi, M., 2013. Effect of glycerol on physical and mechanical properties of wheat starch edible films. *Journal of Texture Studies*, 44 (2013), 176–186. doi:10.1111/jtxs.12007
- Ferreira, M.S.L., Fai, A.E.C., Andrade, C.T., Picciani, P.H., Azero, E.G., Gonçalves, E.C.B.A., 2016. Edible films and coatings based on biodegradable residues applied to acerolas (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 634–1642. doi: 10.1002/jsfa.7265
- Gonçalves, S.M., Santos, D.C., Motta, J.F.G., Santos, R.R., Chávez, D.W.H., Melo, N.R., 2019. Structure and functional properties of cellulose acetate films incorporated with glycerol. *Carbohydrate Polymers*, 209 (2019), 190–197.
- Goyeneche, R., Agüero, M.V., Roura, S.I., Di Scala, K.C., 2014. Application of citric acid and mild heat shock to minimally processed sliced radish: Color evaluation. *Postharvest Biology and Technology*, 93, 106-113.
- Hajji, S., Younes, I., Affes, S., Boufi, S., Nasri, M. 2018. Optimization of the formulation of chitosan edible coatings supplemented with carotenoproteins and their use for extending strawberries postharvest life. *Food Hydrocolloids*, 83 (2018), 375-392. doi:10.1016/j.foodhyd.2018.05.013
- Hussein, Z., Caleb, O. J., & Opara, U. L., 2015. Perforation-mediated modified atmosphere packaging of fresh and minimally processed produce — A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 6, 7–20. doi:10.1016/j.foodpsl.2015.08.003
- Zenebon, O., Pascuet, N. S., Tiglea, P., 2008. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos [Physical-Chemical Methods for Food Analysis] (4th ed.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- Jagadish, R. S., Baldev, R., 2011. Properties and sorption studies of polyethylene oxide-starch blended films. *Food Hydrocolloids*, 25 (6), 1572-1580. doi: 10.1016/j.foodhyd.2011.01.009

Jirukkakul, N., 2016. The study of edible film production from unripened banana flour and ripened banana puree. *International Food Research Journal*, 23 (1), 95-101.

Khazaei, N., Esmaili, M., Djomeh, Z.E., Ghasemlou, M., Jouki, M., 2014. Characterization of new biodegradable edible film made from basil seed (*Ocimum basilicum* L.) gum. *Carbohydr Polym.*, 102, 199-206. doi: 10.1016/j.carbpol.2013.10.062.

Lai, T.Y., Chen, C.H., Lai, L.S., 2013. Effects of Tapioca Starch/Decolorized Hsian-Tsao Leaf Gum Based Active Coatings on the Quality of Minimally Processed Carrots. *Food Bioprocess Technology*, 6, 249-258.

Lorevice, M.V., Moura, M.R., Mattoso, L.H.C., 2014. Nanocompósito de polpa de mamão e nanopartículas de quitosana para aplicação em embalagens [Papaya pulp nanocomposite and chitosan nanoparticles for packaging application]. *Quim Nova*, 37 (6), 931-936.

Lucera, A., Costa, C., Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M.A., 2010. Influence of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Cucurbita pepo*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 361-368.

Maniglia, B.C., Tessaro, L., Lucas, A.A., Tapia-Blácido, D.R., 2017. Bioactive films based on babassu mesocarp flour and starch. *Food Hydrocolloids*, 70, 383-391. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.04.022

Martelli, M.R., Barros, T.T., de Moura, M.R., Mattoso, L.H., Assis, O.B.G., 2013. Effect of chitosan nanoparticles and pectin content on mechanical properties and water vapor permeability of banana puree films. *J Food Sci*, 78 (1), 98-104. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.03006.x

Martelli, M.R., Barros, T.T., Assis, O.B.G., 2014. Filmes de polpa de banana produzidos por batelada: propriedades mecânicas e coloração [Banana pulp films produced by batch: mechanical properties and coloration]. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 24 (1), 137-142. doi: 10.4322/polimeros.2014.062

Matheus, J. R. V., Brito, T. B., Pereira, A. P. A., Correia, T. R., Marques, M. R. C., Leite, M. C. A. M., Souza, A. M. F., Pastore, G. M. Miyahira, R. F., and Fai, A. E. C. Development and characterization of a green and edible film based on persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Rama Forte) incorporated with glycerol and pectin. (*submitted to publication*).

Moliner, C., Aguilar, K., Bosio, B., Arato, E., Ribes, A., 2016. Thermo-oxidative characterisation of the residues from persimmon harvest for its use in energy recovery processes. *Fuel Processing Technology*, 152, 421-429. doi: 10.1016/j.fuproc.2016.07.008

Nanda, S., Isen, J., Dalai, A.K., Kozinski, J.A., 2016. Gasification of fruit wastes and agro-food residues in supercritical water. *Energy Conversion and Management*, 110 (15), 296-306. doi: 10.1016/j.enconman.2015.11.060

Nouraddini, M., Esmalli, M., Mohtarami, F., 2018. Development and characterization of edible films based on eggplant flour and corn starch. *Int J Biol Macromol*, 120, 1639-1645. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.09.126.

- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H., 2010. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*, 122 (1), 161-166. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.033
- Olawuyi, I. F., Park, J. J., Lee, J. J., & Lee, W. Y., 2019. Combined effect of chitosan coating and modified atmosphere packaging on fresh-cut cucumber. *Food Science & Nutrition*. doi:10.1002/fsn3.937
- Otoni, C.G., Avena-Bustillos, R.J., Azeredo, H.M.C., Lorevice, M.V., Moura, M.R., Mattoso, L.H.C., McHugh, T.H., 2017. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables — a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16,1151-1169. doi: 10.1111/1541-4337.12281
- Parreidt, T.S., Schott, M., Schmid, M., Müller, K., 2018. Effect of Presence and Concentration of Plasticizers, Vegetable Oils, and Surfactants on the Properties of Sodium-Alginate-Based Edible Coatings. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), 742. doi:10.3390/ijms19030742
- Pires, C., Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I., Nunes, M.L., Marques, A., 2013. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: Physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 30 (1), 224-231.
- Pitak, N., & Rakshit, S. K., 2011. Physical and antimicrobial properties of banana flour/chitosan biodegradable and self sealing films used for preserving Fresh-cut vegetables. *LWT - Food Science and Technology*, 44 (10), 2310-2315. doi:10.1016/j.lwt.2011.05.024
- Rangel-Marrón, M., Mani-López, E., Palou, E., & López-Malo, A., 2018. Effects of alginate-glycerol-citric acid concentrations on selected physical, mechanical, and barrier properties of papaya puree-based edible films and coatings, as evaluated by response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*. doi:10.1016/j.lwt.2018.11.005
- Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2009. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh-cut fruit and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8 (3), 157- 180. doi:10.1111/j.1541-4337.2009.00076.x
- Reddy, J.P., Rhim, J.W., 2014. Characterization of bionanocomposite films prepared with agar and paper-mulberry pulp nanocellulose. *Carbohydr Polym*, 110, 480-488. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.04.056.
- Reis, L.C.B, de Souza, C.O., da Silva, J.B.A., Martins, A.C., Nunes, I.L., Druzian, J.I., 2015. Active biocomposites of cassava starch: the effect of yerba mate extract and mango pulp as antioxidant additives on the properties and the stability of a packaged product. *Food and Bioproducts Processing*, 94 (2015), 382-391. doi: 10.1016/j.fbp.2014.05.004
- Rodríguez, M., Osés, J., Ziani, K., Maté, J.I., 2006. Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. *Food Research International*, 39(8), 840–846. doi:10.1016/j.foodres.2006.04.002

- Rojas-Graü, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuny, R.C., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Martín-Belloso, O., 2006. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (2), 254-264. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.01.017.
- Rojas-Graü, M.A., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2009. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruit: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 20, 438-447.
- Schmidt, V. C. R., Porto, L. M., Laurindo, J. B., Menegalli, F. C., 2013. Water vapor barrier and mechanical properties of starch films containing stearic acid. *Industrial Crops and Products*, 41, 227-234. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.04.038
- Seslija, S., Nešić, A., Ružić, J., Krušić, M. K., Veličković, S., Avolio, R., ... Malinconico, M., 2018. Edible blend films of pectin and poly(ethylene glycol): Preparation and physico-chemical evaluation. *Food Hydrocolloids*, 77, 494-501. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.10.027
- Silva, N., Junqueira, V.C.A., Silveira, N.F.A., Taniwaki, M.H., Santos, R.F.S., Gomes, R.A.R., 2010. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água [Food and water microbiological analysis methods manual]. 4th ed. São Paulo: Varela.
- Sothornvit, R., Rodsamran, P., 2008. Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. *Postharvest Biology and Technology*, 47 (3), 407-415. doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.08.005
- Stoll, L., Costa, T.M.H., Jablonski, A., Flôres, S.H., Rios, A.O., 2016. *Food Bioprocess Technol*, 9, 172-181. doi: 10.1007/s11947-015-1610-0
- TEIXEIRA, A. J. (2006). A cultura do caqui na região serrana fluminense [The persimmon tree culture in the mountainous region of Rio de Janeiro]. Retrieved from [http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/frutas/A\\_cultura\\_do\\_caqui\\_na\\_Regiao\\_Serrana\\_Fluminense.pdf](http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/frutas/A_cultura_do_caqui_na_Regiao_Serrana_Fluminense.pdf)
- Tulamandi, S., Rangarajan, V., Rizvi, S.S.H., Singhal, R.S., Chattopadhyay, S.K., Saha, N.C., 2016. A biodegradable and edible packaging film based on papaya puree, gelatin, and defatted soy protein. *Food Packaging and Shelf Life*, 10, 60-71. doi: 10.1016/j.foodpsl.2016.10.007
- Unicamp. (2011). *Tabela de composição centesimal (TACO)* [centesimal composition table], 4th ed.). Campinas, São Paulo: Unicamp
- USDA Food Composition Databases: USDA national nutrient database for standard reference legacy release. USDA (2018). Retrieved from <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>
- Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Schmitzer, V., 2010. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki L.*). *Food Chemistry*, 119 (2010), 477-483.
- Viana, R. M., Sá, N. M. S. M., Barros, M. O., Borges, M. de F., & Azeredo, H. M. C., 2018. Nanofibrillated bacterial cellulose and pectin edible films added with fruit purees. *Carbohydrate Polymers*, 196, 27-32. doi:10.1016/j.carbpol.2018.05.017

Wang, X., Guo, C., Hao, W., Ullah, N., Chen, L., Li, Z., Feng, X., 2018. Development and characterization of agar-based edible films reinforced with nano-bacterial cellulose. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 722-730. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.06.089

Wang, Z., Zhou, J., Wang, X., Zhang, N., Sun, X., & Ma, Z., 2014. The effects of ultrasonic/microwave assisted treatment on the water vapor barrier properties of soybean protein isolate-based oleic acid/stearic acid blend edible films. *Food Hydrocolloids*, 35, 51–58. doi:10.1016/j.foodhyd.2013.07.006

Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T. and Siddique, F., 2016. Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon. *Journal of Chemistry*, 2016, 1-13.