

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e de Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu*

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DA PITANGA (*Eugenia uniflora*
L.) COM BASE NAS SUAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, FÍSICAS E
QUÍMICAS

PONTA GROSSA

2009

ANDREA MARIA PACHECO SIKORSKI

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TECNOLÓGICO DA PITANGA (*Eugenia uniflora*
L.) COM BASE NAS SUAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, FÍSICAS E
QUÍMICAS

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliana Beleski Borba Carneiro

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmem L. de Oliveira Petkowicz

PONTA GROSSA

2009

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

S579a Sikorski, Andrea Maria Pacheco
Avaliação do potencial tecnológico da pitanga (*Eugenia uniflora* L.) com base nas suas características anatômicas, físicas e químicas. / Andrea Maria Pacheco Sikorski. Ponta Grossa, 2010.
121 f.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos.) - Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora : Profa. Dra. Eliana Beleski Borba Carneiro
Co-orientadora : Profa. Dra. Carmem L. de Oliveira Petkowicz

1. *Eugenia uniflora* . 2. Pectinas. 3. Antocianinas. 4. Bebida funcional. I. Carneiro, Eliana Beleski Borba. II. Petkowicz, Carmem L. de Oliveira. III. T

CDD: 634.23

TERMO DE APROVAÇÃO

ANDREA MARIA PACHECO SIKORSKI

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL NUTRICIONAL E TECNOLÓGICO DA PITANGA (*Eugenia uniflora* L.) COM BASE NAS SUAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS E MACROSCÓPICAS

Dissertação aprovada como requisito final para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte Banca Examinadora:

Ponta Grossa, 04 de Fevereiro de 2010

Prof^a. Dr^a Eliana Beleski Borba Carneiro
UEPG / PR

Prof. Dr. Alessandro Nogueira
UEPG / PR

Prof^a. Dr^a Mareci Mendes de Almeida
UEPG / PR

Prof^a. Dr^a. Cintia Mara Ribas de Oliveira
UNIVERSIDADE POSITIVO / CURITIBA

Ponta Grossa
2010

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por estar sempre ao meu lado, guiando-me nos caminhos da vida.

Aos meus pais, Eliana e José Diogo, exemplo de vida e de responsabilidade, pelo amor e educação que me proporcionaram, pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida. Nunca me deixaram desanimar nas adversidades, me deram força para que continuasse sempre de cabeça erguida, buscando alcançar meus objetivos. Por eles tenho enorme carinho, e me orgulho de ser sua filha.

Ao meu esposo, Christian, por ser tão especial em minha vida e estar ao meu lado em todos os momentos, me apoiando emocionalmente, me incentivando e me mostrando o lado positivo das dificuldades.

Ao meu filho Matheus, presente que Deus me deu, pela paciência e compreensão da minha ausência nos dias de semana, finais de semana e feriados, dedicados ao experimento e estudo.

À minha orientadora, Professora Dr^a. Eliana Beleski Borba Carneiro, exemplo de ética e responsabilidade, pela oportunidade de aprendizado, crescimento, confiança, paciência e disponibilidade.

À minha co-orientadora, Professora Dr^a. Carmem de Oliveira Petkowicz, pela atenção, suporte técnico e valiosa contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Dr^a. Maria Eugênia Costa, pelo suporte técnico, disponibilidade, amizade e incentivo quanto à parte de caracterização anatômica dos frutos.

À Professora Msc. Marcia Marcon, pelo apoio e fundamental ajuda na parte de Reologia do trabalho.

Ao Professor Dr. Paulo Borba, pela disponibilidade, entusiasmo, ajuda nas análises de FT-IR, nas colheitas na Embrapa, pelo exemplo de disciplina.

Aos meus irmãos, pelo apoio e incentivo no curso de pós-graduação. Em especial a Isabela, pela torcida na aprovação no exame de seleção e pela amizade, ao Luciano, pelas palavras de incentivo durante todo o curso, ao

Fabício pela amizade, apoio e torcida por um bom resultado, e a Cristine pelas conversas dedicadas a resolução de problemas.

À minha avó, Idalina, pelas orações pedindo a Deus que iluminasse meu caminho.

À minha madrinha, Elaine, pelo incentivo nas horas de dificuldade, a estadia em Curitiba durante as análises, companheirismo e amizade.

À minha sogra, Cássia, pela disponibilidade e fundamental ajuda em todos os sentidos durante todo esse período, você foi o anjo da guarda do meu filho.

À minha amiga, Ana Mery, por sua preciosa amizade, e por estar sempre pronta a ajudar.

Aos amigos que conquistei ao longo desta caminhada, com os quais eu aprendi muito. Em especial, a Francieli, pelos momentos de descontração e sufoco que passamos juntas.

À Sue Ellen, pelas contribuições dadas ao trabalho, pelo companheirismo e pela amizade.

Às laboradoras, Denise e Daniani, pelo suporte técnico e amizade.

A Capes pelo apoio financeiro para a minha total dedicação.

A todos que contribuíram direta e indiretamente, na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho visou avaliar o potencial nutricional e tecnológico da pitanga (*Eugenia uniflora* L.), com base nas suas características anatômicas, físicas, químicas e macroscópicas. A análise anatômica mostrou que o pericarpo, parte comestível do fruto, é formado por mesocarpo parenquimático e, epicarpo e endocarpo epidérmicos. Em corte transversal observou-se que a epiderme é constituída por uma única camada de células, o que justifica a fragilidade do fruto ao manuseio, e revestida por uma camada delgada de cutícula, que confere aspecto lúcido ao fruto. As células do epicarpo apresentam antocianinas e carotenóides, responsáveis pela cor típica do fruto. O mesocarpo não apresenta esclerênquima, sendo constituído por células parenquimáticas volumosas, de paredes delgadas, com espaços intercelulares conspícuos. A avaliação da estabilidade do extrato antocianico de pitanga indicou boa estabilidade em pH ácido, com perspectiva de uso como corante em produtos alimentícios. O suco de pitanga foi obtido por tratamento enzimático, com rendimento de 50% em relação à polpa. Apresentou cor intensa, manteve o sabor e aroma peculiares do fruto e preservou 43,8% do teor de vitamina C e 77% de compostos fenólicos. A adição do suco ao chá verde proporcionou a elaboração de uma bebida funcional com aceitabilidade sensorial. As pectinas de pitanga foram extraídas sequencialmente com água e ácido cítrico 5%, obtendo-se quatro frações, sendo que as provenientes da extração ácida apresentaram maior rendimento. A análise da composição monossacarídica mostrou que todas as frações extraídas foram constituídas pelos mesmos monossacarídeos, em diferentes proporções, com predomínio de ácido galacturônico, principal constituinte da cadeia das pectinas. A presença de arabinofuranose foi comprovada por ressonância magnética nuclear (RMN). Todas as frações apresentaram grau de esterificação inferior a 50%, sendo classificadas como pectinas LM (baixo grau de esterificação). A análise cromatográfica por exclusão estérica acoplada a multidetectores (HPSEC-MALLS) indicou que as frações apresentam-se polidispersas, com predomínio de populações de alta e média massa molar. As análises reológicas de algumas frações obtidas na condição utilizada (concentração 30g.L⁻¹ e 20% de sacarose), demonstraram que os géis formados apresentaram módulo de perda (G'') superior ao módulo de estocagem (G'), caracterizando o comportamento de uma solução viscosa ou gel fraco; entretanto a fração EIV V apresentou caráter sólido. Estes resultados indicam que a pitanga apresenta elevado potencial tecnológico.

Palavras-chave: *Eugenia uniflora*, pectinas, antocianinas, bebida funcional

Abstract

This study evaluated the nutritional and technological potential in pitanga (*Eugenia uniflora* L.), based on its anatomical, physical, chemical, and macroscopic features. Anatomical analysis showed that the pericarp, the edible part of the fruit, consists of parenchymatous mesocarp and exocarp and endocarp epidermis. In cross section it was observed that the epidermis is composed of a single layer of cells, which explains the fragility of the fruit handling, and coated with a thin layer of cuticle, which gives sleek appearance to the fruit. The epicarp cells presented anthocyanins and carotenoids, responsible for the typical color of the fruit. The mesocarp didn't have sclerenchyma, consisting of parenchyma cells bulky, thin walls, with conspicuous intercellular spaces. The evaluation of the anthocyanin extracts stability of pitanga indicated good stability in acidic pH, with the perspective of use as a colorant in food products. The pitanga juice was obtained by enzymatic treatment yielding 50% , in relation to the pulp. Showed intense color, flavor and kept the peculiar aroma of the fruit and preserved 43.8% of the vitamin C and 77% of phenolic compounds. The addition of juice to green tea provided the development of a functional beverage with sensory acceptance. The pectins were extracted sequentially with water and citric acid 5%, resulting four fractions, while those from acid extraction had a high yield. The monosaccharide composition analysis showed that all pectic fractions were performed by the same monosaccharides, in different proportions, with a predominance of galacturonic acid, the main constituent of the pectin chain. The presence of arabinofuranose was confirmed by nuclear magnetic resonance (NMR). All fractions showed a degree of esterification below 50% were classified as LM pectin (low degree of esterification). High pressure size exclusion chromatography coupled with multidetection system (HPSEC-MALLS/RI/UV) indicated that the fractions are polydisperse, with a predominance of populations with high and medium molar mass. The rheological behavior of the fractions at concentration 30g.L⁻¹ and 20% sucrose, demonstrated that viscous solution or weak gels were obtained in the most of analysis. However, for fraction EIV V, storage modulus (G') showed a weak dependence on frequency and was always higher than loss modulus (G'') over all frequency range, characteristic of typical, gel-like system. These results indicate that the pitanga has a high technological potential.

Key-words: *Eugenia uniflora*, pectins, anthocyanins, functional beverage

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 Estrutura dos carotenóides luteína e zeaxantina	22
Figura 02 Representação da estrutura do licopeno	22
Figura 03 Estrutura química geral das antocianinas	24
Figura 04 Pitangueira (<i>Eugenia uniflora</i> L.); folhas e flores	26
Figura 05 Fruto da pitangueira	27
Figura 06 Estrutura geral da parede celular de vegetais	30
Figura 07 Representação esquemática das estruturantes de pectinas	32
Figura 08 Estrutura das pectinas de alto e baixo grau de esterificação.....	33
Figura 09 Modelo de placas paralelas utilizadas por Newton para explicar a viscosidade de um líquido	36
Figura 10 Classificação dos fluidos de acordo com seu comportamento reológico	38
Figura 11 Fluxograma da extração de pectinas dos frutos de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	50
Figura 12 Frutos de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	58
Figura 13 Detalhe do aspecto dos sulcos do fruto (variedade vermelha)	59
Figura 14 Aspecto das sementes de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	60
Figura 15 Constituição da pitanga vermelha (<i>E. uniflora</i>)	61
Figura 16 Estádios de maturação da variedade roxa de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	61
Figura 17 Frutos de pitanga em diferentes estádios de maturação	62
Figura 18 Anatomia do pericarpo de <i>Eugenia uniflora</i> L	63
Figura 19 Frutos submetidos à refrigeração, com e sem filme PVC	69
Figura 20 Frutos submetidos a temperatura ambiente, com e sem filme de PVC	70
Figura 21 Perda de massa dos frutos avaliados em diferentes condições ...	71
Figura 22 Interpretação geométrica do resultado do planejamento fatorial 2 ²	72
Figura 23 Suco de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	73
Figura 24 Frequência de notas atribuídas pelos provadores à amostra de chá verde sabor pitanga	77

Figura 25 Percentual de frequência de notas atribuídas pelos provadores à amostra de chá verde sabor pitanga	77
Figura 26 Frequência de respostas dos provadores a pergunta se comprariam ou não o produto.....	78
Figura 27 Extratos antociânicos ácidos de frutos de pitanga de ambas as variedades	79
Figura 28 Variação do teor de antocianinas dos extratos obtidos da polpa de pitanga em função do tempo	79
Figura 29 Porcentagem de perda de absorbância do extrato ácido de pitanga submetido à presença de luz (ambas as variedades)	81
Figura 30 Porcentagem de perda de absorbância do extrato alcalino de pitanga submetida à presença de luz (ambas as variedades)	83
Figura 31 Porcentagem de perda de absorbância do extrato ácido de pitanga de ambas as variedades mantida sob congelamento e submetida à presença de luz	84
Figura 32 Porcentagem de perda de absorbância do extrato ácido obtido com frutos frescos e estocados (ambas as variedades).....	85
Figura 33 Possíveis transformações estruturais das antocianinas em meio aquoso em função do pH	86
Figura 34 Espectro de infravermelho (FT-IR) das amostras de pectinas da variedade vermelha.....	91
Figura 35 Espectro de infravermelho (FT-IR) das amostras de pectinas da variedade roxa	92
Figura 36 Cromatogramas em HPSEC-MALLS das amostras de pectina da variedade vermelha	94
Figura 37 Cromatogramas em HPSEC-MALLS das amostras de pectina variedade roxa	95
Figura 38 Espectro de RMN de ^{13}C da fração EIII R	97
Figura 39 Espectro de RMN de ^{13}C da fração EIV R	97
Figura 40 Espectro de RMN de ^{13}C da fração EIV V	98
Figura 41 Espectro de RMN de ^{13}C da fração EV V	98
Figura 42 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a fração EII V	100

Figura 43 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a fração EIV R	101
Figura 44 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a fração EIV V	102
Figura 45 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a fração EV R	103
Figura 46 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a fração EV V	103
Figura 47 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a polpa de pitanga da variedade roxa	104
Figura 48 Efeito da frequência sobre os módulos de armazenamento (G') e de perda (G'') para a polpa de pitanga da variedade vermelha	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Proporções testadas para elaboração do produto	47
Tabela 02	Caracterização físico-química do fruto maduro de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.)	65
Tabela 03	Caracterização físico-química do fruto maduro de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.) da região dos Campos Gerais (PR); Valinhos (SP) e Areia (PB)	67
Tabela 04	Composição físico-química do suco extraído da polpa de pitanga (<i>E. uniflora</i> L.)	74
Tabela 05	Teor de antocianinas totais e perda de absorbância do extrato de pitanga roxa submetida à presença de luz	80
Tabela 06	Teor de antocianinas totais e perda de absorbância do extrato de pitanga vermelha submetida à presença de luz	80
Tabela 07	Teor de antocianinas totais e perda de absorbância do extrato alcalino de pitanga roxa submetida à presença de luz	82
Tabela 08	Teor de antocianinas totais e perda de absorbância do extrato alcalino de pitanga vermelha submetida à presença de luz	82
Tabela 09	Teor de antocianinas totais e perda de absorbância do extrato ácido de pitanga roxa submetida ao congelamento sob presença de luz	83
Tabela 10	Teor de antocianinas totais e perda de absorbância do extrato ácido de pitanga vermelha submetida ao congelamento sob presença de luz	83
Tabela 11	Rendimento das frações de pectinas obtidas da polpa de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.) ambas as variedades.....	88
Tabela 12	Composição monossacarídica das frações de pectina obtidas da polpa de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.) da variedade vermelha	89
Tabela 13	Composição monossacarídica das frações de pectina	

obtidas da polpa de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.) da variedade roxa	89
---	----

Tabela 14	Grau de esterificação das frações de pectina de ambas as variedades	93
------------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

TFA	Ácido trifluoracético
AM	Atmosfera modificada
PVC	Cloreto de polivinila
HPSEC	Cromatografia de exclusão estérica de alta pressão
GLC	Cromatografia gasosa
σ	Desvio padrão
LS	Espalhamento de luz
MALLS	Espalhamento de luz em multiângulos
MALLS	Espalhamento de luz em multiângulos
E II V, EIII V	Frações de pectinas obtidas por extração com água da variedade vermelha
EIV V, EV V	Frações de pectinas obtidas por extração com ácido cítrico 5% da variedade vermelha
E II R, EIII R	Frações de pectinas obtidas por extração com água da variedade roxa
EIV R, EV R	Frações de pectinas obtidas por extração com ácido cítrico 5% da variedade roxa
F	Frequência
DE	Grau de esterificação
Hz	Hertz
IR	Índice de refração
G'	Módulo de armazenamento
G''	Módulo viscoso ou de perda
D ₂ O	Óxido de deutério
Pa	Pascal

Pa.s	Pascal por segundo
LM	Pectina de baixo grau de esterificação
HM	Pectina de alto grau de esterificação
FRAP	Poder antioxidante pela redução do ferro
RG-I	Ramnogalacturonana do tipo I
RG-II	Ramnogalacturonana do tipo II
¹³ C-RMN	Ressonância magnética nuclear de carbono treze
$\dot{\gamma}$	Taxa de cisalhamento
τ	Tensão de cisalhamento
η	Viscosidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	Frutas nativas	19
2.2	Compostos Fitoquímicos.....	21
2.3	A pitangueira (<i>Eugenia uniflora</i> L.)	25
2.4	Aproveitamento Tecnológico	28
2.5	Pectinas	29
2.6	Reologia	34
3	OBJETIVOS	41
3.1	Objetivo gerais	41
3.2	Objetivos específicos	41
4	MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1	Material	42
4.2	Métodos.....	42
4.2.1	Caracterização morfológica do fruto	42
4.2.2	Caracterização física do fruto.....	42
4.2.3	Caracterização anatômica do fruto	43
4.3	Preparo e caracterização da polpa de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>).....	43
4.3.1	Pré-tratamento dos frutos	43
4.3.2	Preparo da polpa	43
4.3.3	Caracterização da polpa de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	44
4.4	Conservação do fruto <i>in natura</i>	45
4.5	Extração e caracterização do suco de pitanga (<i>E. uniflora</i>).....	45
4.5.1	Obtenção do suco de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	45
4.5.2	Caracterização físico-química	46
4.5.3	Análises microbiológicas	46
4.6	Elaboração da bebida funcional: chá verde sabor pitanga	47
4.6.1	Análise sensorial	47
4.7	Extração e avaliação da estabilidade de antocianinas da pitanga	48
4.7.1	Obtenção do extrato antociânico	48
4.7.2	Avaliação da estabilidade	48
4.8	Extração de pectinas	48
4.8.1	Inativação enzimática	48
4.8.2	Extração aquosa	49
4.8.3	Extração ácida	49
4.9	Análise de pectinas	51
4.9.1	Métodos cromatográficos	51
4.9.1.1	Cromatografia em papel	51
4.9.1.2	Cromatografia gasosa	51
4.9.1.3	Cromatografia de exclusão estérica acoplada a	

	multidetectores (HPSEC-MALLS)	54
4.9.2	Métodos espectroscópicos	54
4.9.2.1	Espectroscopia de infravermelho (FT-IR)	54
4.9.2.2	Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (¹³ C-RMN)	55
4.10	Preparo de géis de pectina de pitanga e determinação de seu perfil reológico	55
4.10.1	Preparo dos géis	55
4.10.2	Perfil reológico	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1	Caracterização do fruto maduro	58
5.1.1	Caracterização morfológica	58
5.1.2	Caracterização anatômica	62
5.1.3	Caracterização físico-química	64
5.2	Conservação do fruto <i>in natura</i>	68
5.3	Extração e caracterização do suco de pitanga (<i>Eugenia uniflora</i>).....	73
5.3.1	Obtenção do suco	73
5.3.2	Análises microbiológicas	75
5.3.3	Elaboração da bebida funcional: chá verde sabor pitanga	75
5.3.4	Análise sensorial do chá verde sabor pitanga (<i>E. uniflora</i>)	76
5.4	Estudo da estabilidade dos extratos de antocianinas de frutos de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	78
5.5	Pectinas extraídas da polpa de pitanga (<i>E. uniflora</i>)	87
5.5.1	Obtenção e caracterização das pectinas	87
5.5.2	Análises espectroscópicas de infravermelho (FT-IR)	91
5.5.3	Análise cromatográfica por exclusão estérica acoplada a multidetectores (HPSEC-MALLS)	93
5.5.4	Espectroscopia de ressonância magnética nuclear (¹³ C-RMN)	96
5.6	Análises reológicas	99
6	CONCLUSÕES	106
	REFERÊNCIAS	108
	ANEXO A – Termo de aprovação da COEP	119
	ANEXO B – Ficha de análise sensorial	120
	ANEXO C – Publicações	121