

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO HUMANA**

**ADRIANA BARBOSA COSTA**

**COMPOSTOS FENÓLICOS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E MINERAIS EM  
CASCAS DE MELANCIAS ‘MANCHESTER’ E ‘SMILE’ PROVENIENTES DE  
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO.**

**BRASÍLIA**

**2017**

**ADRIANA BARBOSA COSTA**

**COMPOSTOS FENÓLICOS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E MINERAIS EM  
CASCAS DE MELANCIAS ‘MANCHESTER’ E ‘SMILE’ PROVENIENTES DE  
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Nutrição Humana.

**Orientador: Dr. Celso Luiz Moretti**

**BRASÍLIA**

**2017**

**ADRIANA BARBOSA COSTA**

**COMPOSTOS FENÓLICOS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E MINERAIS EM  
CASCAS DE MELANCIAS ‘MANCHESTER’ E ‘SMILE’ PROVENIENTES DE  
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO.**

Tese defendida e aprovada em 20 de fevereiro de 2017.

**BANCA EXAMINADORA:**

Drº Celso Luiz Moretti  
Presidente da banca/ Embrapa Hortaliças

Profª Drª Dra. Wilma Maria Coelho de Araújo  
Membro Interno/ Universidade de Brasília - UnB.

Profa. Dra. Edilsa Rosa da Silva  
Membro Externo/ Instituto Federal de Brasília

Drª Poliana Cristina Spricigo  
Membro Externo/ ESALQ/ USP

Dra. Grazielle Gebrin  
Membro Externo/ Universidade Federal de Goiânia

Dra. Eliane Maria Molica  
Membro Externo/ Instituto Federal de Brasília - Suplente

## DEDICATÓRIA

*À Luiza Ferreira Barbosa (in memoriam).*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu melhor amigo e Nossa Senhora pela intercessão nos momentos difíceis;  
Aos meus pais, Alaíde e José Costa, que mesmo na distância, me ajudaram a superar os períodos de angústias e solidão através da oração e me ensinar que tudo é possível quando Deus está na frente;  
Ao meu orientador, Dr. Celso Luiz Moretti, pela oportunidade, paciência e generosidade;  
À Embrapa hortaliças pela disponibilização dos laboratórios e ao Programa de Pós Graduação em Nutrição Humana (UNB) na pessoa da professora Dr. Sandra Arruda;  
Aos meus tios, Lúcia e Bartolomeu, pelo acolhimento e por cuidarem de mim quando eu cheguei a Brasília, me dando suporte na minha nova caminhada;  
Aos meus familiares e amigos queridos, principalmente ao que estão em Teresina.  
Aos membros do laboratório de Ciências e Tecnologia dos Alimentos da Embrapa Hortaliças: Ricardo, Deusâneo e João Batista pelo apoio no desenvolvimento das atividades;  
Às amigas que fiz na UNB: Eliane Molica, Grazielle Gebrim, Alessandra, Dyanara e Ana Carla, pela parceria e amizade.

*“Até agora não pedistes nada em meu nome.  
Pedi e recebereis, para que a vossa alegria seja perfeita.”*

Jesus (João 16:24)

## RESUMO

COSTA, ADRIANA BARBOSA. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e minerais em cascas de melancias ‘manchester’ e ‘smile’ provenientes de resíduos de processamento.** 2017. 45 folhas Tese [Doutorado] – Programa de Pós-graduação em Nutrição Humana, Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências da Saúde, UNB, Brasília, 2017. Orientador: Dr. Celso Luiz Moretti. 20/01/2017.

A melancia, *Citrullus lanatus* Schrad., é um fruto rico em fitonutrientes como licopeno, ácidos fenólicos e carotenóides, os quais lhe atribui uma alta capacidade antioxidante, além de vitaminas, minerais e fibras. Está entre as curcubitáceas mais consumidas no mundo e também mais visadas pela indústria de minimamente processados, porém o seu processamento está ligado à grande quantidade de resíduos gerados pelas partes consideradas não comestíveis da fruta, como as cascas e sementes. As partes usualmente consideradas não comestíveis de frutas e hortaliças como a melancia apresentam, na sua maioria, uma maior quantidade de compostos funcionais comparadas com o restante do fruto, além de uma abundante fonte de compostos antioxidantes como os polifenóis, o que justificaria o uso desses resíduos como aditivos alimentares além de diminuir o dano ambiental causado pela quantidade de resíduo orgânico produzido. Este estudo visou quantificar os compostos fenólicos e minerais além de avaliar a capacidade antioxidante das cascas das cultivares de melancia Manchester, mais cultivada no Brasil, e Smile, recém introduzida no mercado nacional. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizados, com 2 tratamentos e 30 repetições. As análises foram feitas em triplicata. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram testadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. As cascas das cultivares de melancias apresentaram diferenças significativas nos valores de pH, sólidos solúveis, % de inibição e fenólicos e sem diferença significativa nos valores de acidez titulável. A cultivar Manchester apresentou valores superiores de pH (5,88), sólidos solúveis (4,17 °Brix) e de açúcares totais (2,09 g kg<sup>-1</sup>) comparada com a cultivar Smile que obteve valor de 5,72, 1,98 e 1,55 para pH, sólidos solúveis e açúcares totais, respectivamente. Os teores de fenólicos totais na cultivar Manchester foram 10,7 vezes maior ao encontrado na cultivar Smile e a capacidade antioxidante da cultivar Smile foi significativamente inferior à Manchester, correspondendo à 20,53% e 31,78% de proteção, respectivamente. Quanto ao conteúdo de minerais, a cultivar Smile obteve maiores concentrações nos teores de Fe (52,32 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (23,98 mg kg<sup>-1</sup>), P (5,85 mg kg<sup>-1</sup>) e Na (1,07 mg kg<sup>-1</sup>) e a cultivar Manchester com concentrações superiores de K (81,87 g kg<sup>-1</sup>), Ca (5,00 g kg<sup>-1</sup>) e Mg (2,34 g kg<sup>-1</sup>). Não houve diferenças significativas entre as cultivares quanto ao teor de Zn. A cultivar Manchester destacou-se em relação a cultivar Smile na maioria dos parâmetros analisados. Apenas no conteúdo de acidez e zinco não houve diferença estatística entre os tratamentos. O conteúdo de minerais de ambas as cultivares foram superiores ao encontrado em outras frutas e corresponde a um percentual considerável das Recomendações Dietéticas de Referência.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus* Schrad., curcubitácea, cultivar, fenólicos totais, DPPH.

## Abstract

The watermelon, *Citrullus lanatus* Schrad., is a fruit rich in phytonutrients such as lycopene, phenolic acids and carotenoids, which gives it a high antioxidant capacity, as well as vitamins, minerals and fibers. It is among the most consumed cucurbitaceas in the world and also more targeted by the minimally processed industry, but its processing is linked to the large amount of waste generated by the parts considered inedible of the fruit, such as peels and seeds. The parts usually considered inedible of fruits and vegetables like the watermelon present, in the majority, a greater amount of functional compounds compared with the rest of the fruit, in addition to an abundant source of antioxidant compounds as the polyphenols, what would justify the use of these Waste as food additives in addition to reducing the environmental damage caused by the amount of organic waste produced. This study aimed to quantify the phenolic and mineral compounds in addition to evaluating the antioxidant capacity of the bark of the most cultivated Manchester watermelon cultivars in Brazil and Smile, recently introduced in the national market. The experiments were conducted in a completely randomized design with 2 treatments and 30 replicates. The analyzes were done in triplicate. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means were tested by the Tukey test at a significance level of 5%. The bark of the watermelon cultivars presented significant differences in pH, soluble solids, % inhibition and phenolics, with no significant difference in the values of titratable acidity. The highest values of pH (5.88), soluble solids (4.17 °Brix) and total sugars (2.09 g kg<sup>-1</sup>) were found in the Manchester cultivar, compared to the Smile cultivar, which obtained a value of 5.72, 1.98 and 1.55 for pH, soluble solids and total sugars, respectively. The total phenolic content in the Manchester cultivar was 10.7 times higher than that found in the Smile cultivar and the antioxidant capacity of the Smile cultivar was significantly lower than Manchester, corresponding to 20.53% and 31.78% protection, respectively. As regards mineral content, Smile showed higher concentrations of Fe (52.32 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (23.98 mg kg<sup>-1</sup>), P (5.85 mg kg<sup>-1</sup>) and Na (1.07 mg kg<sup>-1</sup>) and Manchester cultivar with higher concentrations of K (81.87 g kg<sup>-1</sup>), Ca (5.00 g kg<sup>-1</sup>) and Mg (2.34 g kg<sup>-1</sup>). There were no significant differences between the cultivars regarding the Zn content. The cultivar Manchester was distinguished in relation to the cultivar Smile in the majority of the analyzed parameters. Only in the acidity and zinc content there was no statistical difference between the treatments. The mineral content of both cultivars was higher than that found in other fruits and corresponds to a considerable percentage of the Dietary Reference Recommendations.

Key words: *Citrullus lanatus* Scharad., Cucurbitácea, cultivar, total phenolics, DPPH.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	133
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	155
2.1 Objetivo Geral .....	155
2.2 Objetivos Específicos .....	155
3.1 A melancia .....	16
3.2 Consumo e comercialização .....	17
3.3 Resíduos orgânicos oriundos de frutas e hortaliças .....	18
3.4 Composição química da melancia: casca, polpa e semente .....	20
3.5 Compostos fenólicos e capacidade antioxidante .....	22
3.5.1 Compostos fenólicos .....	22
3.5.2 Capacidade antioxidante .....	23
3.5.3 Antioxidantes dietéticos ou naturais .....	24
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
4.1 Material vegetal .....	26
4.2 Processamento da melancia .....	26
4.3 Obtenção de material liofilizado .....	26
4.4 Análises químicas e físico-químicas .....	27
4.4.1 pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável .....	27
4.4.2 Determinação de açúcares totais .....	27
4.4.3 Determinação de fenólicos totais .....	28
4.4.4 Determinação da capacidade antioxidante .....	29
4.4.5 Minerais .....	29
4.5 Análise dos dados .....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	35
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores médios de pH, acidez titulável (g 100 g <sup>-1</sup> ), sólidos solúveis totais (°Brix) e de açúcares totais (g kg <sup>-1</sup> ) em cascas de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’ .....	30
<b>Tabela 2.</b> Fenólicos totais (mg 100 g <sup>-1</sup> ) e capacidade antioxidante-DPPH (% de proteção) em cascas de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’ .....	32
<b>Tabela 3.</b> Teores de micronutrientes (boro, ferro, manganês e zinco em mg kg <sup>-1</sup> ) e macronutrientes (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e sódio em g kg <sup>-1</sup> ) de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’ .....	33

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**DPPH:** 2,2-difenil-1-picril-hidrazil

**AEE:** Capacidade antioxidante equivalente ao ácido ascórbico

**ATT:** Acidez titulável total

**RDA:** Recommended Dietary Allowances

**FAOSTAT:** Food and Agriculture Organization of the United Nations

**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**TACO:** Tabela de composição dos alimentos

**AOAC:** Association of official agricultural chemists

**cv. :** Cultivar

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estrutura química dos fenóis .....	25
<b>Figura 2.</b> Cultivares Manchester (A) e Smile (B) .....	28

## INTRODUÇÃO

A melancia, *Citrullus lanatus* Schrad., é um fruto fonte de compostos com propriedades funcionais, em destaque para o licopeno, a vitamina C e os compostos fenólicos, que possuem funções preventivas às doenças degenerativas e cardiovasculares (TARAZONA-DIAZ et al., 2011). Estes compostos são considerados antioxidantes naturais por possuir uma relevante capacidade de destruir espécies reativas de oxigênio, as quais são responsáveis pelo dano oxidativo celular e diminuição da atividade de defesa das células (LIMA, 2007).

A melancia é reconhecida, principalmente, pela elevada capacidade antioxidante natural, um atributo de destaque no fruto. Esta capacidade é atribuída aos compostos fenólicos, que são referidos como sendo os principais compostos que contribuem para a sua atividade antioxidante (TLILI et al., 2011a). Estes compostos apresentam diversas estruturas químicas, razão pela qual apresentam diferentes propriedades funcionais. Neste sentido, é de grande importância analisar a composição e quantificar estes compostos nos alimentos, realizando estudos antes da atribuição de suas respectivas propriedades (ABU-REIDAH et al., 2013).

Os compostos fenólicos estão presentes em grande quantidade em diversas frutas e hortaliças, contudo, estudos apontam que estes compostos também se encontram em alta concentração nas partes usualmente consideradas não comestíveis, como as cascas e sementes, e que estas apresentam, na sua maioria, uma maior quantidade de compostos bioativos comparadas com a polpa. (BALASUNDRAM et al, 2006).

Tarazona-Díaz et al (2010) em um estudo feito com diferentes cultivares de melancia, avaliaram o teor de compostos bioativos (citrulina, licopeno, carotenóides) e atividade antioxidante presente na casca e polpa do fruto além de relacionar o teor desses compostos com atributos de cor, textura e características sensoriais de cada cultivar. O estudo concluiu que além da polpa, a casca da melancia é uma boa fonte de compostos bioativos e que apresenta atividade antioxidante similar à polpa.

Outros estudos apontam a utilização dos resíduos da melancia como fonte alimentar. Nos Estados Unidos a casca desse fruto é muito utilizada na produção de pickles (SIMONNE et al, 2003) que serve como condimento para carnes e saladas. A casca também é aproveitada para a produção de doces (SANTANA ; OLIVEIRA, 2005). O endocarpo (parte branca entre

a casca e a polpa do fruto) já é muito utilizada na produção de farinhas e biscoitos (GUIMARÃES et al., 2010).

Além disso, a utilização dos resíduos provenientes de frutas e hortaliças pode ser uma boa alternativa para a indústria de alimentos de minimamente processados, a qual, por ser um segmento de acelerado desenvolvimento, principalmente no processamento de melão e melancia, gera uma quantidade maior de lixo produzido pelo descarte das porções consideradas não comestíveis dos alimentos. Além disso, essas partes não comestíveis poderiam também ainda ser usadas como aditivos alimentares ou até mesmo aplicados na indústria cosmética (PESCHEL et al., 2006).

Estudos sobre as características nutricionais da casca da melancia e suas potencialidades no uso desse produto como fonte natural de compostos bioativos como os compostos fenólicos, ainda são muito escassos. Nesse contexto, mais pesquisas são necessárias sobre a caracterização nutricional da casca da melancia para que seu consumo seja viabilizado seja como aditivos em bebidas ou outros alimentos ou na produção de fitoterápicos para suplementação dietética desses compostos.

Este estudo objetivou quantificar os teores de compostos bioativos e de minerais na casca da melancia das cultivares Manchester e Smile.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivo Geral**

Quantificar os compostos fenólicos e minerais e avaliar a capacidade antioxidante das cascas das cultivares de melancia Manchester e Smile.

### **2.2- Objetivos Específicos**

- i. Analisar os teores de fenólicos totais no extrato metanólico da casca da melancia;
- ii. Avaliar a capacidade antioxidante pelo método DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl);
- iii. Quantificar o teor de macro (Fe, Mn, Zn) e micro minerais (P, K, Ca, Mg, Na);
- iv. Avaliar os atributos físico-químicos, como acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais e açúcares totais).

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 A melancia

A melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), pertencente à família *Cucurbitaceae*, é uma espécie originária das regiões secas da África tropical e teve um centro de diversificação secundário no Sul da Ásia e no século XIII já era cultivada em muitas regiões da Europa (ALMEIDA, 2003).

No Brasil, a cultura da melancia foi introduzida durante o ciclo econômico da cana-de-açúcar e teve as regiões Nordeste e Sul como ponto de partida na expansão para as demais regiões (CASTELLANE e CORTEZ, 1995; QUEIROZ et al., 1999). A produção mundial de melancia em 2012 atingiu 105,4 milhões de toneladas. O Brasil ocupa a quarta posição em produção de melancia no mundo, com 2,08 milhões de toneladas, atrás da China (70,0 milhões de toneladas), Irã (3,8 milhões de toneladas) e Turquia (4,04 milhões de toneladas) (FAOSTAT, 2016).

Em 2014, a produção brasileira de melancia esteve distribuída principalmente nas regiões Nordeste e Sul, que são responsáveis por 28,5% e 25,5%, respectivamente. O principal estado produtor foi o Rio Grande do Sul (19,3%), seguido da Bahia (11,7%), Goiás (10,9%), São Paulo (8,9%) e Tocantins (8,6%) (IBGE, 2016).

A melancia é uma planta herbácea de ciclo vegetativo anual, de clima tropical a temperado, pois apresenta menor tolerância às baixas temperaturas. A polpa corresponde à parte usualmente comestível do fruto (FILGUEIRA, 2000; ALMEIDA, 2003). Os frutos apresentam peso variando de, aproximadamente, 5kg (mini melancias) a 18 kg, como a cultivar Charleston Gray. Quanto ao formato, elas podem ser oblongas (tipo Crimson Sweet, mini melancias), alongadas (tipo Charleston Gray) e redonda (tipo Omaro Yamato). A cor pode variar de verde clara a verde escura com ou sem listras escuras. A ausência de sementes define o grupo das cultivares “sem sementes”. As cultivares de melancia são classificadas em grupos, e dentro de cada grupo, essas são caracterizadas quanto ao tipo, ciclo, Brix, resistência à doenças e resistência ao transporte (SANTOS; NASCIMENTO, 2004).

Os principais parâmetros utilizados para qualificar a melancia são: conteúdo de açúcares, firmeza da polpa, sólidos solúveis, aparência externa e interna e acidez titulável (ELMOSTROM; DAVIS, 1981; BROWN; SUMMERS, 1998).

### **3.2 Consumo e comercialização**

O agronegócio brasileiro da melancia começou a ganhar força no mercado externo por volta do ano 2000, em um ambiente de acirrada competição promovida pela globalização. A partir desse ano, observou-se que a melancia surgiu na balança comercial do Brasil gerando razoáveis superávits (VILELA et al., 2006).

A melancia é apreciada pelos consumidores por sua textura, aroma e sabor refrescante. A excelente qualidade dos frutos, principalmente em homogeneidade de tamanho, cor e sabor foram os principais atributos que proporcionaram competitividade da melancia brasileira no mercado externo (VILELA et al., 2006). Dados da Pesquisa de Orçamento Familiar mostram que no Brasil a média de consumo é de 3,49 kg/per capita/ano. No meio urbano, a região Centro-Oeste é a maior consumidora, com 4,29 kg/per capita/ano. Já no meio rural, o consumo da região Sul é o maior com 6,99 kg/per capita/ano; e o estado de Santa Catarina destaca-se como o consumidor majoritário (IBGE, 2016). Para essa cultura, o agronegócio no País possui mercados com tendência a expansão. A produção em escala comercial é destinada tanto para o consumo interno quanto para a exportação e as lavouras empregam diferentes graus tecnológicos (VILELA et al., 2006).

Dentre as cultivares de melancia mais comercializadas no mercado nacional, a Crimson Sweet e tipos semelhantes, como a cv. Manchester correspondem a 54% da produção total das variedades comercializadas no país. Esse destaque deve-se a maior resistência que essa variedade de melancia possui ao transporte, o que se justifica pelo fato de ela ser produzida em regiões afastadas dos grandes centros de comercialização, além de possuir o formato, tamanho e peso que agradam o mercado (SANTOS; NASCIMENTO, 2004).

Atualmente, outras diferentes cultivares são encontradas no mercado. As melancias de grande porte ainda são as mais produzidas e destinadas ao mercado interno, enquanto melancias triplóides sem sementes e mini melancias, como a cultivar Smile têm sua produção

direcionada a atender um mercado diferenciado (“nichos de mercado”) (AUMONDE et al., 2011).

As mini melancias são também chamadas “ice box” ou melancia de geladeira apresentam frutos pequenos, pesando aproximadamente 1,5 a 4 kg, sendo esses frutos destinados a consumidores mais exigentes e com alto poder aquisitivo. Além de se diferenciarem pelo tamanho reduzido, algumas cultivares produzem frutos de polpa amarela e outras não apresentam semente (CAMPAGNOL et al., 2016).

As mini melancias também apresentam elevado valor de comercialização, ganhando expressão no mercado de exportação e atraindo consumidores oriundos de famílias pequenas. Aliado a isso, a praticidade no transporte, o reduzido tamanho e a facilidade de acondicionamento, além da boa coloração de polpa são importantes fatores que influem no bom preço de mercado e na tendência de aumento da área cultivada (GRANJEIRO; CECÍLIO FILHO, 2006).

A primeira produção nacional em escala comercial de mini melancia se deu em 2005, na região do nordeste brasileiro com sua comercialização centrada no mercado paulista. A região sul do Rio Grande do Sul é tradicionalmente grande produtora desse tipo de melancia, enviando, na safra, grandes quantidades do produto para as regiões Sudeste e Centro-oeste. Do ponto de vista climático, os dias longos no período primavera/verão, juntamente com baixos índices pluviométricos em dezembro e janeiro, favorecem a produção de frutos com boa coloração e grande concentração de açúcar (GONÇALVES et al., 2016).

### **3.3 Resíduos orgânicos oriundos de frutas e hortaliças**

Curcubitáceas como melão e melancia estão entre as hortaliças mais visadas pela indústria de minimamente processados, porém, o processamento dessas frutas e também de outras hortaliças está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade (PINTO, 2002).

As indústrias de alimentos são responsáveis por gerar toneladas de resíduos que, dependendo do tipo de fruta a ser processada, pode ser derivados de cascas, sementes, caroços e polpa, acarretando sérios problemas ambientais devido à produção de lixo orgânico (FILHO e FRANCO, 2015). Esses resíduos causam um considerável impacto ambiental além do

aumento nos custos do processamento para o fabricante. No caso da melancia, a parte não comestível corresponde a 53% do fruto, do qual 43,7% são cascas (SANTOS; NASCIMENTO, 2004).

Atualmente as agroindústrias têm investido cada vez mais na capacidade de processamento, gerando quantidades enormes de subprodutos, sendo parte reaproveitada como ração animal. Todavia em muitos casos os subprodutos são considerados custo operacional para as empresas, dessa forma grande quantidade é descartado e atua como fonte de contaminação (MELO et al., 2011).

Um aspecto importante do reaproveitamento dos resíduos e sub produtos de frutas está relacionado ao fato de cascas e sementes serem boas fontes de fibras, minerais, compostos funcionais, como os polifenóis e outros compostos bioativos com função antioxidante ou seja, as frações de pericarpo, epicarpo e sementes de alguns frutos possuem maior poder antioxidante do que as próprias polpas (BALASUNDRAM et al.; 2006). Assim, as partes eliminadas pelas indústrias podem conter, quantitativa ou qualitativamente, mais antioxidantes que as partes usualmente utilizadas. Bagchi et al (2000) em um estudo sobre a atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo* do extrato de sementes de uva, observou o alto potencial antioxidante desse resíduo quando comparado com antioxidantes como a vitamina C, E e  $\beta$  – caroteno. Outros estudos mostram o potencial antioxidante de vários tipos de resíduos, como do caju (BROINIZI et al., 2007) e casca da manga (INFANTE et al., 2013), de resíduos de polpas de frutas como acerola, goiaba, abacaxi e graviola (SOUSA et al., 2011) e acerola (CAETANO et al., 2008). Outros estudos mostram a utilização dos resíduos para produção de produtos alimentícios com alto teor de fibras e minerais, como farinhas de cascas de frutas como abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina (Gondim et al., 2005), acerola, umbu (ABUD, NARAIN, 2009).

Estudos mostram que a casca e a semente da melancia possuem consideráveis níveis de compostos funcionais, como aminoácidos e compostos fenólicos, além de boa capacidade antioxidante comparado com a polpa do fruto o que justifica a utilização desses resíduos como fontes de nutrientes bioativos (TARAZONA, et al., 2010; RIMANDO; PERKINS-VEAZIE, 2005).

Várias regiões do mundo utilizam a melancia e seus subprodutos de diversas formas. Na Índia, faz-se pão de farinha de semente de melancia. As sementes de melancia são muito

consumidas em diversas regiões da Ásia, no Oriente Médio comem-se as sementes assadas (SANTANA, 2005).

Além disso, estudos mostram que a casca ainda pode ser utilizada para fabricação de geléias (SOUAD et al., 2012) e como um ingrediente para aumentar o potencial nutracêutico de produtos alimentares. Pode também ser utilizados na alimentação animal, como ração para peixes aves, bovinos, suínos, ou como combustível em caldeiras ou extração de pectina e fibras (FERREIRA et al., 2016; OBEROI; SOGI, 2015).

A geração de resíduos agroindustriais encontra-se em diversas etapas da cadeia produtiva. O Brasil encontra-se em terceiro lugar do *rank* mundial em produção na área de alimentos (FAOSTAT, 2016). O reaproveitamento de resíduos gerados pela agroindústria tem sido alvo de vários estudos (FILHO; FRANCO, 2015), o que contribui para o acúmulo de informações sobre o grande potencial e valor nutricional desse resíduo, uma vez que os mesmos apresentam uma grande taxa de nutrientes essenciais, que agem no combate contra diversas doenças degenerativas, melhorando a saúde humana, entretanto ainda há necessidade de se efetuar mais estudos para potencializar o uso destes subprodutos e agregar valor ao produto final.

### **3.4 Composição química da melancia: casca, polpa e semente**

As cucurbitáceas, principalmente a melancia, desempenham um importante papel na alimentação humana, especialmente nas regiões tropicais, onde o consumo é elevado. É consumida quase que exclusivamente "in natura", mas, também, na forma de sucos, geléias, doces, molhos e em saladas (RESENDE; DIAS, 2006).

Estudos apontam que a casca da melancia é rica em L-citrulina, um aminoácido que atua como vasodilatador e dependendo da cultivar, pode ser fonte de compostos fenólicos além de possuir baixa concentração de macronutrientes (PERKINS-VEAZIE; RIMANDO, 2004; TARAZONA-DÍAZ et al., 2010).

Souad et al. (2012), com o objetivo de diminuir a quantidade de resíduo gerado por hospitais no Sudeste da Ásia, elaborou sucos da casca da melancia com 5 diferentes concentrações de açúcar além de 5 diferentes sabores e um sem sabor. A pesquisa

demonstrou que os sucos da casca da melancia podem ser uma alternativa viável e comercializável para as indústrias de alimentos. Ainda sobre o reaproveitamento da casca para consumo humano, Lima et al. (2015) elaborou farinha do endocarpo da melancia a fim de contribuir para o aumento dos teores de fibra insolúvel na dieta humana. Porém a utilização da casca da melancia na alimentação humana ainda é bastante restrita bem como estudos sobre sua composição nutricional.

Além da casca, as sementes das cucurbitáceas também são utilizadas em algumas culturas de alguns países (RESENDE; DIAS, 2006) por ser ricas em gordura, proteína, vitaminas como a tiamina e niacina e minerais como o cálcio, fósforo, ferro e magnésio.

Quanto ao conteúdo calórico, a melancia apresenta reduzido valor de calorias. Os açúcares frutose, glicose e sacarose estão presentes em diferentes proporções na polpa, de acordo com cada cultivar, definindo a sua qualidade (YATIV et al., 2010).

Esse fruto é constituído essencialmente por água, em torno de 91% da parte comestível. O restante corresponde a macronutrientes, vitaminas e minerais, especialmente cálcio, magnésio e em maior quantidade, potássio, em torno de  $104 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  (TACO, 2011).

Na polpa estão presentes vários compostos com propriedades funcionais, tais como os carotenoides, entre eles, o licopeno, que confere a cor vermelha à melancia, os compostos fenólicos e a vitamina C, que atuam de forma preventiva às doenças degenerativas e cardiovasculares (TLILI et al., 2011; ROLDÁN-GUTIÉRREZ; CASTRO, 2007; MAIANI et al., 2009) além de ser fonte de um aminoácido biológico não essencial, a l- citulina (PERKIN-VEAZIE et al., 2001).

É importante ressaltar que estes compostos funcionais presentes em frutas e hortaliças podem sofrer influência de vários fatores externos e internos, como o tipo da cultivar/genótipo, condições climáticas adversas, maturidade, condições climáticas pré-colheita e métodos e procedimentos de manejo pós-colheita (forma de transporte, armazenamento, etc) (PERKINS-VEAZIE et al., 2001; LEE; KADER, 2000).

### **3.5 Compostos fenólicos e capacidade antioxidante em frutas e hortaliças**

#### **3.5.1 Compostos fenólicos**

A melancia contém antioxidantes com diversos benefícios relatados para a saúde. É rica em carotenóides como o licopeno e  $\beta$ -caroteno (TLILI et al., 2011b). Além disso, é uma excelente fonte de vitamina C e E em vitaminas do complexo B, principalmente B1 e B6, bem como sais minerais, designadamente potássio, magnésio, cálcio e ferro (TLILI et al., 2011a). Contém ainda compostos fenólicos, principalmente derivados do ácido hidroxicinâmico (RAWSON et al., 2010).

Os compostos fenólicos também têm recebido especial atenção devido às suas funções na saúde humana. Tal como o licopeno, estes compostos atuam na prevenção de doenças degenerativas, cancros, doenças cardiovasculares e doenças neuro degenerativas (TSAO, 2010), e ajudam ainda a combater a diversas doenças como o diabetes e os transtornos gastrointestinais (BYSTROM, 2008).

Os fenóis (figura 1) são antioxidantes que complementam as funções de vitaminas antioxidantes e de enzimas na defesa contra o stress oxidativo causado por excesso de espécies reativas de oxigênio. Dividem-se em vários grupos, como por exemplo, ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxicinâmicos, antocianinas, proantocianidinas, flavonóis, flavonas, flavonóides, flavanonas, isoflavonas, estilbenos e lignanos (TSAO, 2010; PANTELIDIS et al, 2007). Silveira (2013) validou métodos para a determinação de compostos fenólicos na melancia. Foram detectados quatro compostos fenólicos e a quantificação de ácido ferúlico nas cultivares de melancia Crimson sweet, Augusta, Crimstar, Romeria e Romalinda.

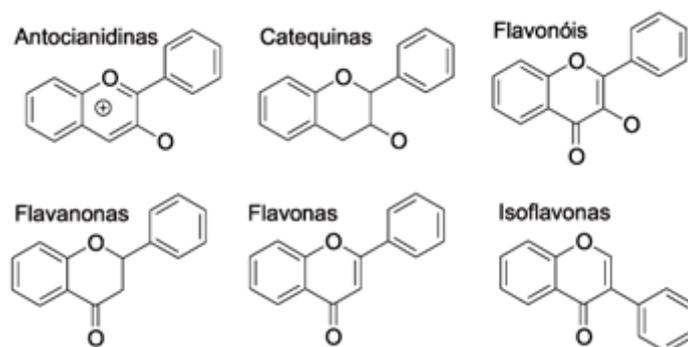


Figura 1: Estrutura química dos fenóis. Fonte: Molnár-Perl; Fuzfai (2005).

Considerando-se que os resíduos agroindustriais de frutas e hortaliças são capazes de atuar como antioxidantes naturais, estes poderiam ser empregados em substituição aos antioxidantes sintéticos, colaborando para fins de segurança alimentar e agregando valor aos subprodutos. Além disso, sua utilização permite reduzir a quantidade de resíduos descartada no ambiente.

### 3.5.2 Capacidade antioxidante

Os estudos sobre a capacidade antioxidante em alimentos de origem vegetal se iniciaram com o trabalho de CHIPAULT (1952), que apresentou uma avaliação sistemática da atividade antioxidante em especiarias. Anos mais tarde, em 1964, Pratte Watts identificaram o flavanóide quercetina no extrato aquoso de especiarias e de outros vegetais. Devido à relação existente entre a atividade antioxidante e ação contra doenças, a capacidade antioxidante dos alimentos vem sendo determinada *in vitro*, fazendo a correlação com as concentrações das substâncias bioativas no alimento. No entanto, é necessário diferenciar o efeito antioxidante no alimento propriamente dito e o efeito de antioxidante na saúde (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Quanto aos métodos de mensuração da capacidade antioxidante '*in vitro*' de extratos e de substâncias isoladas, um dos mais usados é o método de sequestro de radicais livres utilizando o radical sintético DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila, de coloração púrpura, que absorve em um comprimento de onda de 516 nm). A descoloração do radical púrpura indica sua redução e conseqüente decréscimo da absorção. A partir dos resultados obtidos,

determina-se a porcentagem de atividade antioxidante, ou seja, quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante (HUANG; OUEPRIOR, 2005).

O método DPPH tem sido muito utilizado pela facilidade de execução e baixo custo, além de obtenção de resultados confiáveis. Foi proposto por Brand-Williams et al (1995) e se baseia na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorvância a 515 nm,. Esse método foi modificado por Sanchez-moreno et al., (1998) para medir os parâmetros cinéticos. O DPPH é um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente em meio orgânico. A vantagem desse método se dá pela disponibilidade em se obter comercialmente o radical DPPH, o que evita sua geração por formas distintas, facilitando seu uso, porém, por ser um método que utiliza metanol para gerar a reação, seu uso se torna inapropriado para amostras biológicas, devido à ocorrência de precipitação das proteínas em meio alcoólico (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

Um estudo feito com a casca e polpa de melancias de diversas cultivares (TARAZONA-DIAZ et al., 2010) mostrou que a capacidade antioxidante pelo método DPPH da casca da melancia foi similar a encontrada na polpa (46.96 vs 43.46 mg AAE kg<sup>-1</sup> f.w). Outros pesquisadores encontraram uma maior capacidade antioxidante na pele do que na polpa de determinada cultivar de maçã, kiwi e outras frutas (WIJNGAARD et al., 2009). Estes estudos corroboram com o fato de que esses resíduos alimentares possuem compostos antioxidantes similares ou superiores a polpa das diversas frutas usualmente consumidas.

Portanto, o interesse pelo papel dos antioxidantes na saúde humana tem promovido diversas investigações sobre o seu conteúdo e atividade e como pode ser mantida ou até mesmo melhorada através de novas culturas, práticas culturais e pós-colheita, manuseamento e processamento (ARTÉS-HERNÁNDEZ et al., 2010).

### **3.5.3 Antioxidantes dietéticos ou naturais**

O sistema de defesa humano contra os radicais livres não seria completo sem os antioxidantes provenientes da dieta, o que confirma a importância da ingestão diária desses compostos, proporcionando vários benefícios como melhoria na qualidade de vida da população (RATMAN et al., 2006). Os componentes da dieta podem, no entanto, alterar o

balanço antioxidante do organismo, seja pelo aumento no consumo de alimentos ricos em substâncias antioxidantes. No entanto, há várias lacunas no que se refere aos antioxidantes em geral, como por exemplo, a inexistência de uma recomendação específica para cada antioxidante, a falta de padronização dos valores antioxidantes dos alimentos e os efeitos tóxicos que venham a existir pela administração de dose excessivas de antioxidantes (LIMA, 2008).

Os compostos antioxidantes da dieta, dependendo do tipo, podem ou não produzir efeitos sinérgicos de difícil avaliação. A complexidade da dieta deve ser avaliada e considerada, pois as interações entre seus constituintes podem ocasionar efeitos que não representam diretamente as propriedades dos seus constituintes individuais (RICE-EVANS, 1999). Portanto, a ingestão de antioxidantes dietéticos é a principal forma de obtenção pelo organismo de antioxidantes e os principais nutrientes são as vitaminas (C e E), carotenóides ( $\beta$ -caroteno e licopeno) e entre os não nutrientes incluem-se os compostos fenólicos (flavanóides e ácidos fenólicos).

As vitaminas C, E e o  $\beta$ -caroteno são consideradas excelentes antioxidantes pois são capazes de seqüestrar os radicais livres com grande eficiência, porém, o uso de medicamentos, álcool, a poluição atmosférica e muitos outros fatores interferem negativamente nos níveis de antioxidantes celulares, porém, o organismo pode ter suas defesas restabelecidas tendo como fonte de antioxidantes, dietas apropriadas e suplementos a base de vitaminas com expressiva atividade antioxidante. (ROE, 1992; CARAGAY, 1992; ANDERSON, 1996)

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material Vegetal

As melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’ foram obtidas no Município de Uruana, GO, e no mercado varejista do DF, respectivamente. Foram adquiridos 30 frutos de cada cultivar, de pesos uniformes e transportados ao Laboratório de Ciências e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

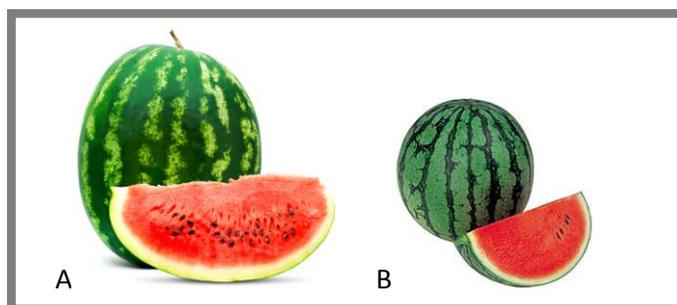


Figura 2: Cultivares Manchester (A) e Smile (B) Fonte: Acervo pessoal

### 4.2 Processamento da melancia

As 60 melancias foram higienizadas manualmente em água corrente, sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (100 mg L<sup>-1</sup>) por 10 min. As melancias foram cortadas manualmente e as cascas foram separadas das polpas com  $\pm 2,5$  cm de espessura e individualmente, foram trituradas em processador Phillips, colocadas em embalagens de polietileno e armazenadas em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  até serem liofilizadas.

### 4.3 Obtenção do material liofilizado

As cascas das melancias foram liofilizadas (Liotop<sup>®</sup>, São Carlos, SP, Brasil) em temperatura média de  $-55^{\circ}$  (inicial) a  $26$  a  $30^{\circ}$  (final) por 72 h, a uma pressão de 82 mmHg. Após a secagem, as amostras foram reduzidas a pó, pesadas, transferidas para embalagens de polietileno, identificadas e submetidas a vácuo.

## 4.4 Análises químicas e físico-químicas

### 4.4.1 pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável

O pH foi determinado por leitura direta das amostras liofilizadas das cascas de melancias (0,5 g) homogeneizadas em água destilada (50 mL) em titulador automático TitroLine® easy (SI Analytics, Germany).

Para determinação do conteúdo dos sólidos solúveis totais, as amostras *in natura* foram levadas diretamente em refratômetro digital de bancada (Atago PAL-1, Tokyo, Japão), à temperatura de 25 °C, previamente calibrado com água destilada. Os resultados foram expressos em °Brix.

Para acidez titulável, as amostras foram tituladas com solução de hidróxido de sódio a 0,2 mol L<sup>-1</sup> em titulador automático TitroLine® easy (SI Analytics, Germany). Para o cálculo, foi utilizada a fórmula  $V \times F \times M \times Eq/10 \times P \times n$ , onde: V é o volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL; F é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio; M é a molaridade da solução de hidróxido de sódio (0,2N); PM é o peso molecular do ácido correspondente em g (ácido málico); P é a massa da amostra em g; e n é o número de hidrogênios ionizáveis do ácido. Os resultados foram expressos em equivalente de ácido málico, em g 100 g<sup>-1</sup> (AOAC, 2010).

### 4.4.2 Determinação de açúcares totais

A quantificação dos açúcares solúveis totais foi realizada de acordo com Dubois et al. (1956). Foi diluído 0,5 g de amostra liofilizada em 50 mL de água destilada, homogeneizadas em agitador de mesa (marca Marconi, Piracicaba, SP, Brasil) por 30 min e centrifugadas por 10 min a 12.000 rpm, a 15 °C. O sobrenadante foi filtrado em funil de vidro com lã de vidro, em balão volumétrico de 50 mL. O volume foi completado com água destilada. Foi pipetado 0,2 mL da amostra em três tubos de ensaio, adicionado 0,5 mL de fenol 5% e agitado. Após, 2,5 mL de ácido sulfúrico foi acrescentado e novamente agitado. Para o branco utilizou-se água destilada. A absorbância foi realizada em espectrofotômetro (Bioespectro® SP220, Brasil) a 490nm.

Para determinação espectrofotométrica dos açúcares solúveis totais, a curva padrão foi preparada com D-glicose 100 mg L<sup>-1</sup> e diluída nas diferentes concentrações (20, 40, 60, 80 e 100 mg L<sup>-1</sup>). Em tubos de ensaio, foram colocadas alíquotas de 0,5 mL de cada ponto, em triplicata, adicionado de 1 mL de água destilada e 0,5 mL de fenol 5%. Os tubos de ensaio foram agitados e logo após foi adicionado 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos foram deixados em repouso em local escuro e fresco, a fim de que a temperatura dos mesmos atingisse a do ambiente. A equação da curva de calibração da D-glicose foi  $A = 0,0009x - 0,0041$ , onde x é a concentração da D-glicose, A é a absorbância e o coeficiente de correlação  $R = 0,9907$ .

Após as diluições, foi pipetado 0,2 mL de cada solução (em triplicata), e adicionado 0,5 mL de fenol 5% e agitado. Foram acrescentados 2,5 mL de ácido sulfúrico e agitado novamente. O branco foi preparado com água destilada. A absorbância foi lida a 490 nm em espectrofotômetro.

#### **4.4.3 Determinação de fenólicos totais**

Os extratos da casca da melancia foram preparados a partir de 2 gramas de amostra liofilizada que foram homogeneizadas com 30 mL de metanol a 70% e submetidas à filtração e o volume obtido completado em balão volumétrico de 30mL.

A análise de fenólicos totais seguiu a metodologia proposta por Singleton, 1965 adaptado por Nuutila, 2003. Em tubos de ensaio foram adicionados em triplicata, 400 µL extrato, 400 µL de água destilada, 400 µL de Folin-Ciocalteu e 2000 µL da solução de carbonato de sódio anidro a 10%. A solução permaneceu em repouso por 20 minutos à temperatura ambiente e, logo após, foram realizadas as leituras de absorbâncias em espectrofotômetro a 735 nm. A leitura do branco foi realizada contendo os mesmos reagentes menos a amostra.

O teor de fenólicos totais foi determinado por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com padrão de ácido gálico (10 a 100 mg L<sup>-1</sup>). A Equação da curva de calibração do ácido gálico foi  $A = 0,8301 + 0,02539x$ , onde A é a absorbância a 720 nm e x é a concentração do ácido gálico e o coeficiente de correlação  $R = 0,990$ . Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram expressos como equivalente de ácido gálico (EAG), em mg 100 g<sup>-1</sup>.

#### 4.4.4 Determinação da capacidade antioxidante

Para a determinação da capacidade antioxidante, seguiu-se o proposto por Blois (1958) adaptado por Brand-Willians (1995).

O ensaio de captura de radicais DPPH•, tem por base a redução do radical [2,2 difenil-1-picril-hidrazil (DPPH•)], que após fixar um H•, removido do antioxidante em estudo, propicia uma diminuição da absorbância, permitindo calcular, após o estabelecimento do equilíbrio da reação, a quantidade de antioxidante gasta para reduzir 50 % do radical DPPH•.

Para a avaliação da capacidade antioxidante da casca da melancia foi adicionado a 1,5 mL de solução metanólica de DPPH• (6X10<sup>-5</sup>M) uma alíquota de 0,5 mL do extrato metanólico a 70% da casca da melancia. A leitura de absorbância foi realizada em espectrofotômetro (Bioespectro<sup>®</sup> SP220, Brasil) a 517 nm no tempo de 50 min após o início da reação. Todas as leituras foram feitas em triplicata e acompanhadas de um controle (sem o antioxidante). A porcentagem de descoloração do radical DPPH foi calculada de acordo com a fórmula: % de proteção = (Abs controle – Abs amostra)/ Abs controle.

#### 4.4.5 Minerais

A análise de minerais se deu por espectrofotometria de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada (ICP/ OES).

Foram pesadas 0,5 gramas das amostras e colocadas em solubilização ácida com 8 mL HNO<sub>3</sub> e 2 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em forno de micro-ondas ( por 30 minutos. Após resfriamento, a solução foi filtrada em papel filtro e o volume completado com água deionizada em balão volumétrico de 50 mL.

Para a leitura dos macrominerais em espectrofotometria de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada (ICP/ OES), diluiu-se 1 mL de solução em 9 mL de água deionizada e de microminerais utilizou-se a solução sem diluição. Os valores foram expressos em mg kg<sup>-1</sup> para os microminerais e em g kg<sup>-1</sup> para os macrominerais.

#### **4.5 Análise dos dados**

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizados, com 2 tratamentos e 30 repetições. As análises foram feitas em triplicata. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram testadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas evidências de diferenças significativas, ao nível de 5 % de probabilidade, com exceção dos valores de acidez titulável total (ATT), que não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Verificou-se diferenças significativas entre as duas cultivares para as variáveis estudadas, com exceção da acidez titulável (Tabela 1).

**Tabela 1. Valores médios de pH, acidez titulável ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e de açúcares totais ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em cascas de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’.**

Cultivares	pH	Acidez titulável ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ )	Sólidos solúveis (SS - $^{\circ}\text{Brix}$ )	Açúcares totais ( $\text{g kg}^{-1}$ )
Manchester	5,88 a	3,22 a	4,17 a	2,09 a
Smile	5,72 b	3,29 a	1,98 b	1,55 b

pH: Potencial hidrogeniônico ; SS: sólidos solúveis

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observou-se que a cultivar Manchester apresentou maiores valores de pH e sólidos solúveis ( $p < 0,05$ ) comparados com a cultivar Smile, essa diferença não foi observada para a acidez titulável, na qual não houve diferença estatística entre os tratamentos.

O conteúdo de ácidos orgânicos presentes nas frutas é um importante indicador de sabor e qualidade nutricional além de estimular o apetite e facilitar a digestão. (DAVIS; HOBSON, 1981; ROBERTSON et al., 1989; SALLES, 2003). Esses ácidos também aumentam a absorção de potássio no organismo e promove a dissolução e metabolismo de cobre, zinco e cálcio. Ao facilitar a utilização desses elementos, os ácidos promovem o aumento da resistência do organismo às doenças. (RUSSELL, 1992; SCHEIBLEW et al., 1997).

Nas hortaliças, os teores de ácidos livres na matéria fresca, podem variar entre 0,2 a 0,4  $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ , o que representa valores de pH elevado (5,5 a 6,5), com algumas exceções (NAWIRSKA-OLSZANÓSKA et al., 2014).

Tarazona-Diaz et al (2010), encontrou valores de pH para casca de melancia das cultivares Fashion, Azabache, Motril, Kudam e Boston variando de 5,10 a 5,37, valores similares aos encontrados nas cultivares deste estudo e inferiores ao encontrado por Lima et al. (2015) que foi de 7,14.

Quanto à acidez, para a matéria liofilizada e em outras cultivares foram encontrados valores de 8,45 (LIMA et al, 2015) e 6,32 (PORTELA, 2009), superiores ao deste estudo.

Na maioria dos frutos, os sólidos solúveis representam de 85 a 90% dos açúcares, sendo o restante constituído de vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos (ALVES et al., 2010). Visando ao processamento, é interessante ter teores de sólidos solúveis mais elevados, já que esse processo ocasiona perda do suco celular por extravasamento do corte o qual irá ocasionar menor sabor doce do produto (SASAKI et al., 2006)

Os valores obtidos para sólidos solúveis na cultivar Manchester foram significativamente maiores que os da cultivar Smile. Os valores deste estudo para a cultivar Manchester encontraram-se dentro do intervalo de variação reportada por outros autores nas cultivares Azabache (4,02), Kudam (4,8) e Boston (5,0) de acordo com Tarazona- Diaz et al. (2010).

Ainda, o conteúdo de açúcares pode variar em diferentes cultivares de acordo com a região anatômica do fruto e sua concentração decresce com o aumento da temperatura de armazenamento (CHISHOLM; PICHA, 1986; RISSE et al., 1990).

Portanto, os valores obtidos neste estudo para pH, acidez total e sólidos solúveis mostram que a casca da melancia seria um substrato susceptível para o crescimento de muitos micro-organismos, tanto bactérias como fungos (BRACKETT, 1987) mas se mantidas boas condições de temperatura de congelamento e/ou refrigeração, as cascas podem ser reutilizadas para obtenção de subprodutos fontes de compostos bioativos, sem perda desses compostos durante o processo de armazenamento (TARAZONA, 2010).

Verificou-se que houve diferença significativa para fenólicos totais e capacidade antioxidante quando comparadas as cultivares Manchester e Smile.

**Tabela 2. Fenólicos totais (mg 100 g<sup>-1</sup>) e capacidade antioxidante-DPPH (% de proteção) em cascas de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’.**

<b>Cultivares</b>	<b>Fenólicos totais (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Capacidade antioxidante (% de proteção)</b>
<b>Manchester</b>	3,97 a	31,78 a
<b>Smile</b>	0,37 b	20,53 b

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A cultivar Manchester apresentou valores superiores a cultivar ‘Smile’ (p< 0,05) em compostos fenólicos e na capacidade antioxidante que pode ser explicado devido à variabilidade genética entre as cultivares, isto é, tais características diferem do ponto de vista genético.

Estudos têm demonstrado que existe uma forte relação positiva entre fenólicos totais e a capacidade antioxidante de frutas e hortaliças (KAUR; KAPOOR, 2002; ABDILLE et al., 2005), enquanto outras não têm evidenciado tal correlação. A correlação entre fenólicos totais e a capacidade antioxidante pode depender do método escolhido e também das características hidrofóbicas ou hidrofílicas do sistema teste e dos antioxidantes testados. (KAHKONEN et al., 1999; ISMAIL et al., 2004)

Tarazona-Dias et al (2010), encontrou maiores teores de fenólicos totais e maior capacidade antioxidante na casca que na polpa da melancia de diversas cultivares, o que corrobora com o fato das partes habitualmente não comestíveis das hortaliças serem fontes em potencial de compostos bioativos, o que justifica o seu consumo.

Na análise de micro e macronutrientes (Tabela 3), foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em todos os macro e micronutrientes com exceção dos teores de zinco, no qual não se teve diferença significativa entre as cultivares estudadas.

**Tabela 3. Teores de micronutrientes (boro, ferro, manganês e zinco em  $\text{mg kg}^{-1}$ ) e macronutrientes (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e sódio em  $\text{g kg}^{-1}$ ) de melancias ‘Manchester’ e ‘Smile’.**

Cultivares	Fe	Mn	Zn	P	K	Ca	Mg	Na
	----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----			----- $\text{g kg}^{-1}$ -----				
Manchester	34,00 b	15,25 b	26,72 a	3,02 b	81,87 a	5,00 a	2,34 a	0,97 b
Smile	52,32 a	23,98 a	27,37 a	5,85 a	73,81 b	2,99 b	1,28 b	1,07 a

B = boro, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, S = enxofre, e Na = sódio.

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Frutas e hortaliças são importantes fontes de elementos essenciais como os minerais. Estes desempenham uma função vital no desenvolvimento e boa saúde do corpo humano e as frutas e hortaliças são consideradas as principais fontes de minerais necessários na dieta humana (HARDISSON, 2001).

O teor de ferro na cultivar Manchester foi inferior ao encontrado na cultivar Smile, porém ambas as cultivares apresentaram teores desse micro mineral superiores aos encontrados por Gondim et al (2005) nas cascas de frutas como o abacate ( $2,18\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ), banana ( $1,26\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) e mamão ( $1,10\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ). O teor de zinco foi similar nas duas cultivares, Manchester de  $2,67\text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  e Smile de  $2,73\text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  e similar ao encontrado em casca de tangerina ( $2,83\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) e

superior ao encontrado em cascas de outras frutas como o abacate e abacaxi, cujo os teores de zinco foram de 123,94 e 76,44100g<sup>-1</sup>, respectivamente (GONDIM et al., 2005).

A Ingestão Diária Recomendada (DRI) é a quantidade de vitaminas, minerais e proteínas que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia (BRASIL, 1998.)

Os valores médios de minerais foram expressivos do ponto de vista nutricional, quando comparado ao recomendado pelas DRI's para a faixa etária de 9 a 70 anos de ambos os sexos (DRI, 2011). Considerando uma porção de 100g, para micronutrientes em 'Manchester' e 'Smile' os teores de Fe correspondem a 24 e 37% respectivamente, das recomendações diárias; manganês 65 e 104%; zinco 38 e 38,5%. Para os macronutrientes, os teores de fósforo assume de 42,8% e 83,5%, cálcio de 50% a 30% e magnésio de 90% a 49,6% da DRI; O potássio está compreendido entre 8,1 mg e 7,3 mg para 'Manchester' e 'Smile' respectivamente. Já o sódio, o teor foi de 970 mg para cultivar Manchester e de 1.000 mg para a cultivar Smile comparado com a indicação da RDA (Recommended Dietary Allowances) que é de 1,5.

## **6 CONCLUSÕES**

Para a maioria dos parâmetros analisados, a cultivar Manchester destacou-se em relação a cultivar Smile. Apenas no conteúdo de acidez e zinco não houve diferença estatística entre os tratamentos. O conteúdo de minerais de ambas as cultivares corresponde a um percentual considerável das Recomendações Dietéticas de Referência.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da carência de dados na literatura sobre a caracterização nutricional da casca da melancia, são necessários mais estudos sobre as potencialidades no uso desse resíduo alimentar como produto alimentício, seja como adicionado a outros produtos ou mesmo no enriquecimento de farinhas, sucos ou outros preparados de frutas como forma de ingestão de compostos bioativos e minerais;

Não obstante a diversidade de métodos para avaliar a capacidade antioxidante e por não existir um procedimento metodológico universal seria oportuno avaliar a capacidade antioxidante da casca da melancia por diferentes ensaios, com fundamentos e diferentes mecanismos de ação.

## REFERÊNCIAS

- ABDILLE, M.D.H. , SINGH, R.P. , JAYAPRAKASHA, G.K. , JENA, B.S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**. v. 90, Issue 4, p. 891–896, 2005.
- ABU-REIDAH, I. M., ARRÁEZ-ROMÁN, D., SEGURA-CARRETERO, A., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Profiling of phenolic and other polar constituents from hydromethanolic extract of watermelon (*Citrullus lanatus*) by means of accurate mass spectrometry (HPLC–ESI–QTOF–MS). **Food Research International**, 51, 354–362, 2013.
- AGNES, M.; RIMANDO, A.; PENELOPE, M.; PERKINS-VEAZIE. Determination of citrulline in watermelon rind. **Journal of Chromatography A**, v. 1078, p.196–200, 2005.
- AKASHI, K.; MIYAKE, C.; YOKOTA, A. **FEBS Letters**, v. 508, p.438, 2011.
- ALMEIDA D.P.F. **Cultura da Melancia**. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. 2003.
- ALONSO, J. B.; NIETO, J. S.; LÓPEZ, V. N.; GÁLVEZ, A. B.; VICIOSO, I.; GALLEGO, B. C.; PÉREZ, P. O.; SALINAS, C. S. Citrulina plasmática como marcador de pérdida de masa enterocitaria en la enfermedad celíaca en la infancia. **Nutrición Hospitalaria**, v. 26, n. 4, p. 807-813, 2011.
- ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, Amsterdam, v.350, n.1, p.103-108, 1996.
- AOAC (2010). Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 17 ed. Gaythersburg, M.D.
- BAHRI, S.; ZERROUK, N; AUSSEL, C; MOINARD, C; CRENN, P.; CURIS, E.; CHAUMEIL, J.C; CYNOBER, L.; SFAR, S. Citrulline: From metabolism to therapeutic use. **Nutrition**, 2012.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.
- BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v.56, n.11, p.317-333, 1998.

BROWN Jr, A.C.; SUMMERS, W.L. Carbohydrate accumulation and color development in watermelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.110, n.5, p.683-687, 1998.

BYSTROM, L. M. Characterisation of phenolics by LC-UV/VIS, LC-MS/MS and sugars by GC in *Melicoccus bijugatus* Jacq. 'Montgomery' fruits. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 1017-1024, 2008.

CAMPAGNOL, R.; MATSUZAKI, R. T.; MELLO, S. C. Condução vertical e densidade de plantas de mini melancia em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, p.137-143, 2016.

CARAGAY, A.B. Cancer preventive foods and ingredients. **Food Technology**, Chicago, v.46, p.65-68, 1992.

CASTELLANE, P.D.; CORTEZ, G. E. **A cultura da melancia**. Jaboticabal: FUNEP, p.64, 1995.

CHIPAULT, J. R.; MIZUN, G. K.; HAWKINS, J. M.; LUNDBERG, W. O. The antioxidant properties of natural spices. *Food Res.*, v. 17, p. 46-55, 1952.

COLLINS J.K., WU G., PERKINS-VEAZIE P., SPEARS K., CLAYPOOL P.L., BAKER R.A. E CLEVIDENCE B.A. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. **Nutrition**, v.23, p.261-266, 2007.

CRENN, P.; MESSING, B.; CYNOBER, L. Citrulline as a biomarker of intestinal failure due to enterocyte mass reduction. **Clinical nutrition**, v. 27, n. 3, p. 328-339, 2008.

DAVIES J. N; HOBSON, G. E. The constituents of tomato fruit-the influence of environment, nutrition, and genotype. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 15(3), p.205-280, 1981.

DIAS, R. C.; BARBOSA, G. da S.; SOUZA, F. F.; QUEIROZ, M. A. de; RESENDE, G. M. DE; COSTA, N. D. Cultivares. In: **Sistema de produção de melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistema de produção, 6) Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/cultivares.htm>>. Acesso em: setembro de 2016.

DI MASCIO P; SIES, K; SIES, H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. **Archive of Biochemistry and Biophysics**, v.1;p. 274(2):532, 1989.

DRI (DIETARY REFERENCE INTAKES). Estimated average requirements. Beltsville. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, **National Academies**, p. 8, 2011.

ELMOSTROM, G.W.; DAVIS, P.L. Sugar in developing and mature fruits of several watermelon cultivars. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Mount Vernon, VA, v. 106, n.3, p.330-333, 1981.

FANG Y.Z.; YANG, S.; WU, G. **Nutrition**, v.18, p.872, 2002.

FAO. **Produção mundial de melancia, 2006 a 2010**. Roma. Disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en>. Acesso em: setembro de 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 402p. 2000.

GUIMARÃES, R. R; FREITAS, M. C. J; SILVA, V. L. M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, vol.30 no.2 . Campinas Apr./June, 2010.

GONÇALVES, M. M; SCHIEDECK, G; MEDEIROS, C. A. B. **Produção de Mini melancia em Sistema orgânico no Sul do Rio Grande do Sul como alternativa para a diversificação das áreas de tabaco**. Disponível em: <https://embrapa.br/hortalicas/busca-epublicacoes/publicacao/780883/dinamica-do-agronegocio-brasileiro-da-melancia-producao-consumo-e-comercializacao>. Acesso em: novembro de 2016.

HARDISSON, A. et al. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island of Tenerife. *Food Chemistry*, 2001, vol. 73, p. 153-161.

HARTMAN, W.J.; TORRE, P.M.; PRIOR, R.L. Dietary citrulline but not ornithine counteracts dietary arginine deficiency in rats by increasing splanchnic release of citrulline. **Journal of Nutrition**. v. 124, p. 1950–1960, 1994.

HICKNER, R.C.; TANNER, C.J.; EVANS, C.A.; CLARK, P.D.; HADDOCK, A.; FORTUNE, C.; GEDDIS, H.; WAUGH, W.; MCCAMMON, M. L-Citrulline reduces time to exhaustion and insulin response to a graded exercise test. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 38, n. 4, p. 660-666, 2006.

IBGE. Pesquisa de orçamento familiar. Aquisição per capita por classes de renda. Acesso em: setembro de 2016.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. *Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutrition*., Araraquara, v.24, n.1, p.87-91, 2013.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **Food Science technology**. v. 37, Issue 2, February, p. 153 – 161, 2002.

KHKONEN, A, I.; MARJA, P.; HOPIA, HEIKKI, J.; VUORELA, J. R.; KALEVI, P. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, p. 47, v. 3954–3962, 1999.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, P. T.; MANCINI-FILHO Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (caryocar brasiliense, camb.). **Jornal da revista brasileira de fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 695-698, Dezembro 2007.

LIMA, J. P; PORTELA, J. V. F; MARQUES, L; ABBAS EL-AOUAR, M. A. A. Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.45, n.9, p.1688-1694, set, 2015.

LEE, E. H.; KO, J. S.; SEO, J. K. Correlations of plasma citrulline levels with clinical and endoscopic score and blood markers according to small bowel involvement in pediatric crohn disease. **Journal of pediatric gastroenterology and nutrition**, v. 57, n. 5, p. 570-575, 2013.

LEE, S.K; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology Technology**, p.20, v. 207–220; 2000.

LIU, F. Antioxidant activity of garlic acid from rose flowers in senescence accelerated mice. **Life Sciences**, v.77, p.230-240, 2005.

LUIKING, Y. C.; HALLEMEESCH, M. M.; VAN DE POLL, M. C.; DEJONG, C. H.; DE JONGE, W. J.; LAMERS, W. H.; DEUTZ, N. E. Reduced citrulline availability by OTC deficiency in mice is related to reduced nitric oxide production. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism**, v. 295, n. 6, p. E1315-E1322, 2008.

MELO, E.A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

MOLNÁR-PERL, I.; FÜZFAI, Z.; **Journal of Chromatography**, v.201, p. 1073, 2005.

NASCIMENTO, M. R. F. Características sensoriales, microbiológicas y fisico-química de dulces en masa de cascara de maracuya amarillo. **Alimentaria**, v.347, p.97-100, 2004.

NAWAR, W.W. Lipids. *In*: FENNEMA, O.R. (Ed.). **Food Chemistry**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, p. 139-244, 1985.

NAZK, M; SHAHIDI, F. Extractions and analysis of phenolics in food. **The Journal of Chromatographic Science**, v.1054, n.1-2, p.95-111, 2004.

NUUTILA, A.M; PUUPPONEN-PIMIA, A.M; OKSMAN-CALDENTEY, K.M. Comparison of antioxidante activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 81, p. 485 a 493, 2003.

OZCAN, S; ENYUVA, HZ; Improved and simplified liquid chromatography atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry method for the analysis of underivatized free amino acid in various food. **Journal of chromatography**, v.1135:179, p.185, 2006.

PANTELIDIS, G. E. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, Washington, v.102, p.777–783, 2007.

PERKINS-VEAZIE, P; COLLINS, J.K; PAIR, S.D; ROBERTS, W. Lycopene content differs among red fleshed watermelon cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p.81, v.983–987, 2001.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, cap 2, p. 159-166, fevereiro de 2004.

PESCHEL, W.; SÁNCHEZ-RABANEDA, F.; DIEKMANN, W.; PLESCHER, A.; GARTZÍA, I.; JIMÉNEZ, D.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.; BUXADERAS, S.; CODINA, C.; Na industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. **Food Chemistry**. Barking, v. 97, p. 137 – 150, 2006.

PRATT, D. E.; BIRAC, P. M. Source of antioxidant activity of soybeans and soy products. **J. Food Science.**, v. 44, p. 1720-1722, 1979.

RABIER, D.; KAMOUN, P. Metabolism of citrulline in man. **Amino acids**, v. 9, p. 299-316, 1995.

RATNAM, D.; ANKOLA, D.; BHARDWAJ, V; SAHANA, D.; KUMAR, M. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. **Journal Control Release**. v. 113, n. 2, p. 189-207, 2006.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S. **Densidade de plantio na cultura da melancia no vale do São Francisco**. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 2006. p. 4. (Comunicado Técnico, 125).

RICE-EVANS, C.A. Measurement of total antioxidant activity as a marker of antioxidant status *in vivo*: procedures and limitations. **Free Radical Biology and Medicine**, v.20, p.933-956, 1996.

RIMANDO, A.M; PERKINS-VEAZIE, P.M. Determination of citrulline in watermelon rind. **Journal of Chromatography A**, v. 1078, p. 196-200, 2005.

ROBERTSON, J. A.; MEREDITH, F. I.; RUSSELL, R.B.; SCORZA, R. Physical, chemical and sensory evaluation of high- and low-quality peaches. **Acta Horticulture.**, 254: 155-159, 1988.

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E.; CATANEO, C.; GONZAGA, L. V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO.; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de physalis peruviana L. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v.19, n.3, p. 271-276, jul./set. 2008.

ROE, D.A. Effects of drugs on vitamins needs. **Annals of the New York Academy Sciences**, New York, v.669, p.156-163, 1992.

ROUGÉ, C; ROBERT, C.D; ROBINS, A; BACQUER, O.L; COCHETIÈRE, M.D.L. E; DARMAUN, D. (2008). Determination of citrulina in human plasma, red blood cells and urine by electron impact (EI) ionization gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v. 865, p. 40-47.

RUSSELL, J. B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: Anion accumulation versus uncoupling. **J. Appl. Bacteriol.**, 73: 363-370, 1992.

SALLES, C; NICKLAUS, S; SEPTIER, C. Determination and gustatory properties of taste-active compounds in tomato juice. **Food Chemistry**, p.81(3), v. 395-402, 2003.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, 1998.

SANTANA, A. F. OLIVEIRA, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus*, Shrad) na produção artesanal de doces alternativos. **Alimentos e Nutrição**. v.16, 4: p. 363-368, 2005.

SANTOS, M.F; NASCIMENTO, I. R. **Cultura da Melancia** (1ª ed.) Ed. Técnica. Brasília (DF): EMBRAPA HORTALIÇAS, p 57, 2004.

SCHEIBLE, W.R; GONZALEZ-FONTES, A; LAUERER, M; MULLER-ROBER, B; CABOCHE, M; STITT, M. Nitrate acts as a signal to induce organic acid metabolism and repress starch metabolism in tobacco. **Plant Cell**, v. 9(5), p.783-798, 1997.

SIMONNE, A., CARTER, M., FELLERS R., WEESE J., WEI, C.I., SIMONNE E. AND MILLER M. Chemical, physical, and sensory characterization of watermelon rind pickles. **Journal of Food Processing Preservation**, v. 26, p. 415-31, 2002.

SINGLETON, V.L; ROSSI, J.J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.16, p.144 a 148, 1965.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição da PUCCAMP**, v.15, n.1, p. 71-81, 2002.

SOUAD, A. M.; JAMAL, P.; OLORUNNISOLA, K. S. Effective jam preparations from watermelon waste. **International Food Research Journal**. v.19 Issue 4, p. 1545-1549, 2012.

TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP. 4.ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161p. Disponível em <  
[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4-versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf)> acessado em 10 de setembro de 2016.

TANG, W. H. W.; SHRESTHA, K.; WANG, Z.; BOROWSKI, A. G.; TROUGHTON, R. W.; KLEIN, A. L.; HAZEN, S. L. Protein Carbamylation in Chronic Systolic Heart Failure: Relationship With Renal Impairment and Adverse Long-Term Outcomes. **Journal of Cardiac Failure**, v. 19, n. 4, p. 219-224, 2013.

TARAZONA, M. S.; VIEGAS, J.; MOLDAO-MARTINS, M.; AGUAYO, E Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars..**Journal Science Food Agricultural**; v. 91, p. 805–812, 2011.

TARAZONA, M; SILVA-PEREIRA, C; SANTOS-PINTO, S; AGUAYO, E. Influencia de la temperatura y duracion de la conservacion en los compuestos funcionales de subproductos de pepino y sandia. VI Congr. Espanol de Ingenieria de Alimentos, Logro,pp. 230–232, 2010.

TLILI, I., HDIDER, C., LENUCCI, M. S., ILAHY, R., JEBARI, H., DALESSANDRO, G. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 307-314, 2011a.

TLILI, I., HDIDER, C., LENUCCI, M.S., RIADH, I., JEBARI, H., DALESSANDRO, G. Bioactive compounds and antioxidant activities during fruit ripening of watermelon cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, 24: 923-928, 2011b.

VAN EIJK, H. M. H.; WIJNANDS, K. A. P.; BESSEMS, B. A. F. M.; OLDE DAMINK, S. W.; DEJONG, C. H. C.; POEZE, M. High sensitivity measurement of amino acid isotope enrichment using liquid chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v. 905, n. 0, p. 31-36, 2012.

VILELA, N.J.; ÁVILA, A.C.; VIEIRA, J.V. **Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização**. Brasília: Embrapa. Comunicado Técnico, n.42, 12p, 2006.

WU, G.; MORRIS, J. S. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemical Journal**, v. 336, p. 1-17, 1998.

MOLNÁR-PERL, I.; FÜZFAI, Z. S. Chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrochromatographic techniques in the analysis of flavonoids. **Journal of Chromatography**, v. 1073, Issues 1–2, p. 201–227, 2005.

NAWIRSKA-OLSZAŃSKA, A; BIESIADA, A.; SOKOŁ-ŁETOWSKA, A; KUCHARSKA, A. Z. Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. **Food Chemistry**, v. 148, p. 415–419, 2014.