



CAMILA TEODORO REZENDE PICININ

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AÇÃO
ANTIOXIDANTE E INFLUÊNCIA DO
CONSUMO DE GRÃO DE CHIA (*Salvia hispanica*
L.) NOS NÍVEIS GLICÊMICOS**

LAVRAS - MG

2014

CAMILA TEODORO REZENDE PICININ

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AÇÃO ANTIOXIDANTE E
INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE GRÃO DE CHIA (*Salvia hispanica* L.)
NOS NÍVEIS GLICÊMICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento e Avaliação Funcional, Química, Biológica e Sensorial de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria de Fátima Pícolo Barcelos

Coorientador

Dr. Wilson César de Abreu

LAVRAS - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Picinin, Camila Teodoro Rezende.

Caracterização química, ação antioxidante e influência do consumo de grão de chia (*Salvia hispanica* L.) nos níveis glicêmicos / Camila Teodoro Rezende Picinin. – Lavras : UFLA, 2014.
138 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.
Orientador: Maria de Fátima Píccolo Barcelos.
Bibliografia.

1. Antioxidantes. 2. Ômega 3. 3. Fibra alimentar. 4. Glicemia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.7

CAMILA TEODORO REZENDE PICININ

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, AÇÃO ANTIOXIDANTE E
INFLUÊNCIA DO CONSUMO DE GRÃO DE CHIA (*Salvia hispanica* L.)
NOS NÍVEIS GLICÊMICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento e Avaliação Funcional, Química, Biológica e Sensorial de Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de julho de 2014.

Dr. Wilson César de Abreu UFLA

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira UFLA

Dra. Sueli Ciabotti IFTM

Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos
Orientadora

LAVRAS – MG

2014

À minha família, minha mãe Margaret, meu pai Beto (in memoriam), minha irmã Renata e meu marido Marcelo. Sem vocês não seria possível alcançar mais esta vitória.

A vocês com muito carinho e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter-me iluminado e me dado força durante esta caminhada.

À Universidade Federal de Lavras por ter me acolhido e ao Departamento de Ciência de Alimentos (DCA) por ter sido a minha segunda casa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de estudo.

À minha mãe, que, mesmo enfrentando tantos percalços, jamais me negou ânimo, um sorriso, um carinho e total apoio.

Ao meu pai, que pela primeira vez eu vi chorar, quando fui selecionada para o mestrado, mas que, infelizmente, não está ao meu lado para celebrar junto comigo este título. Mas, mesmo lá de cima, senti sua presença apoiando-me e levantando-me em cada momento de desânimo.

À minha irmã Renata pela compreensão nos momentos de nervosismo e pela companhia nos lanches no fim da tarde na Casa do Pão.

Ao meu amado esposo Marcelo pela tolerância, por compreender minha ausência e me estimular a seguir em frente sempre.

Àquela que foi minha segunda mãe, que me envolveu sob sua proteção nestes anos de curso, muito me ensinou e me faz sentir orgulho, amor e admiração: Professora Maria de Fátima Píccolo Barcelos. A você só tenho que agradecer profundamente por manter-se sempre comigo, amiga, companheira e confidente. Você é meu exemplo.

Àquele professor que é exemplo de competência, respeito pelos companheiros e alunos, que está desde a graduação me ajudando a traçar objetivos e me ensinando cada vez mais, meu coorientador professor Wilson César de Abreu.

A toda essa família que é o Laboratório de Bioquímica Nutricional, local que passei um dos mais preciosos tempos de minha vida. Em especial à Cíntia e à Bruna pelo carinho, companheirismo e por toda ajuda no laboratório.

A todos os professores que sempre estiveram tão dispostos a me ajudar e, em especial, ao professor Michel Cardoso de Angelis Pereira, que, além da grande competência, espelha muito daquilo que buscamos: o respeito pelo próximo, o prazer da convivência e do conhecimento, o grande amor pela Nutrição. Agradeço muito pela confiança que em mim depositou e por todas as oportunidades.

À querida Melissa, que se fez no decorrer do curso minha verdadeira companheira e amiga, ajudando-me a lidar com cada situação e me abrindo caminhos sempre.

À Sueli Ciaboti pela presteza em participar da banca.

Aos funcionários do DCA, por tantos “bom dia” e sorrisos que trocamos diariamente, animando-me a realizar com dedicação e amor as tarefas de cada dia.

À secretária Lucilene que, pacientemente e com muita competência, esteve sempre à disposição de todos os alunos da pós-graduação.

Às queridas integrantes do Núcleo de Estudos em Alimentos Funcionais (NEAF) por ter sido a minha segunda família na UFLA e por juntas termos aprendido muito.

À Ana Clara e Marcos pela disposição e ajuda nos cálculos do índice glicêmico desta pesquisa.

Enfim, a todos que colaboraram para a realização deste trabalho, talvez, esqueça de agradecê-los formalmente, mas jamais os esquecerei em meu coração.

RESUMO GERAL

O grão de chia tem sido consumido por pessoas saudáveis e portadoras de patologias em todo o mundo. Para ter evidências científicas sobre suas propriedades benéficas e do subproduto formado por ele e, ainda, verificar sua influência nos níveis glicêmicos de voluntários sadios, objetivou-se neste trabalho caracterizar o grão de chia produzido no Brasil e analisar o hidrocoloide formado por ele, além de determinar sua atividade antioxidante e o índice glicêmico de uma refeição padrão adicionada deste grão. Dentre as análises realizadas no grão de chia, tem-se a composição química, teor de minerais, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, fibra alimentar total, além de determinar o teor de nitrato, ácido oxálico e taninos. Após 28 dias de armazenamento, foi verificado o teor de fenólicos solúveis totais e a atividade antioxidante dos grãos foi determinada por DPPH e Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico. A determinação dos ácidos graxos e o perfil de aminoácidos foram realizados por cromatografia gasosa. Os ácidos orgânicos foram identificados por cromatografia líquida de alta eficiência. Foram avaliados os níveis de glicemia pós-prandial com base no consumo de refeição padrão. Os valores de umidade, lipídios, proteína, fibra bruta e extrato não nitrogenado encontrados para o grão de chia e para o grão de chia livre de hidrocoloide foram 6,49%, 30,22%, 22,78%, 11,45%, 22,9% e 8,13%, 26,93%, 27,71%, 9,5% e 24,34%, respectivamente. Os minerais encontrados em concentrações mais elevadas foram o potássio, fósforo e cálcio. O grão de chia apresentou consideráveis concentrações de fibra alimentar (45,37%), em contrapartida o grão livre do hidrocoloide apresentou teores mais elevados de fibra alimentar (50,95%). O teor de compostos fenólicos, nos grãos de chia do dia 0 (controle), foi de 488,8 mg.100g⁻¹, não foi observada diferença significativa nos demais dias analisados. O potencial do grão de chia em sequestrar radicais livres foi expresso como concentração final do extrato, necessária para inibir a oxidação do radical DPPH em 50% (EC₅₀), com resultados de 0,75 a 0,94 mg.mL⁻¹ entre os dias 0 e 28. Enquanto a atividade antioxidante total na matéria integral dos grãos de chia armazenados, em diferentes temperaturas, avaliada pelo método Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico, teve sua maior concentração (1,60 mg.mL⁻¹) no grupo controle. Os teores de ácidos graxos determinados para ômega-3 e ômega-6 foram de 565,08 mg/g e 175,14 mg/g respectivamente. O índice glicêmico da refeição padrão e da refeição padrão, adicionada de 5 g do grão de chia foi, respectivamente, 104,3 e 99,2.

Palavras-chave: Antioxidantes. Ômega-3. Fibra alimentar. Glicemia.

GENERAL ABSTRACT

Chia seeds have been consumed by healthy people and by those bearing pathologies around the world. To have scientific evidence on its beneficial properties and of the byproduct formed by it and, also, verify its influence in the glucose levels of healthy volunteers, this work aimed at characterizing the chia seed produced in Brazil and analyzing the hydrocolloid formed as byproduct, in addition to determining its antioxidant activity and the glucose index of a standard meal supplemented with this seed. Among the analysis performed on the chia seed are chemical composition, mineral content, pH, total soluble solids, titratable total acidity, total dietary fiber, as well as determining the contents of nitrate, oxalic acid and tannins. After 28 days of storage, it was verified that the content of total soluble phenolics and the antioxidant activity of the seeds were determined by DPPH and the β -carotene/Linoleic Acid system. The determination of the fatty acids and the amino acid profile were performed by gas chromatography. The organic acids were identified by high performance liquid chromatography. The levels of post-prandial glucose levels were evaluated based on the intake of the standard meal. The values of humidity, lipids, protein, crude fiber and nitrogen-free extract found for the chia seed and for the hydrocolloid-free chia seed were 6.49%, 30.22%, 22.78%, 11.45%, 22.9% and 8.13%, 26.93%, 27.71%, 9.5% and 24.34%, respectively. The minerals found in more elevated concentrations were potassium, phosphorus and calcium. The chia seed presented considerable concentrations of dietary fiber (45.37%), in counterpart, the hydrocolloid-free seed presented more elevated contents of dietary fiber (50.95%). The content of phenolic compounds on the chia seeds of day 0 (control) was of 488.8 mg.100g⁻¹, no significant difference was observed in the remaining analyzed days. The potential of the chia seed sequestering free radicals was expressed as final extract concentration, necessary to inhibit the oxidation of the DPPH radical in 50% (EC₅₀), with results from 0.75 to 0.94 mg.mL⁻¹ between days 0 and 28. While the total antioxidant activity in the whole matter of the chia seeds, in different temperatures, evaluated by the β -carotene/Linoleic Acid system method, presented the highest concentration (1.60 mg.mL⁻¹) in the control group. The contents of fatty acids determined for omega-3 and omega-6 were 565.08 mg/g and 175.14 mg/g, respectively. The glucose index of the standard meal and of the standard meal supplemented with 5 g of the chia seed was, respectively, 104.3 and 99.2.

Keywords: Antioxidants. Omega-3. Dietary fiber. Blood glucose.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 Ilustração da planta e de uma plantação de chia..... 21
- Figura 2 Grãos de chia (*Salvia hispanica* L.) 21
- Figura 3 Grão de chia hidratado em água 29

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Fluxograma das etapas do trabalho: análises no grão “*in natura*”, maceração para extração do hidrocoloide e análises realizadas nas frações obtidas pós-maceração..... 54

CAPÍTULO 3

- Figura 1 Fluxograma dos procedimentos para realização das análises de fenólicos totais e determinação da atividade antioxidante no grão de chia 97

CAPÍTULO 4

- Figura 1 Fluxograma dos procedimentos prévios usados na determinação do índice glicêmico 118

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Concentração dos ácidos linoleico, α -linolênico e razão ômega-6: ômega-3 em grãos de cereais, leguminosas e outros grãos | 24 |
| Tabela 2 | Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 na dieta | 25 |

CAPÍTULO 2

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Composição química aproximada do grão de chia e do grão livre do hidrocoloide e respectivos desvios padrão | 64 |
| Tabela 2 | Teores de minerais em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no grão de chia | 67 |
| Tabela 3 | Valores médios das características físicas e químicas de grãos de chia | 69 |
| Tabela 4 | Teores de fibra alimentar total em grãos de chia e grão de chia livre de hidrocoloide..... | 70 |
| Tabela 5 | Média ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e desvio padrão do teor de substâncias antinutricionais naturalmente presente nos grãos de chia na matéria integral..... | 73 |
| Tabela 6 | Composição de ácidos graxos em grão de chia expresso em mg/g de lipídios totais | 75 |
| Tabela 7 | Conteúdo de aminoácido (mg/g de proteína) no grão de chia..... | 79 |
| Tabela 8 | Escore químico das proteínas do grão de chia, tendo como referência a proteína-padrão FAO (2002) | 81 |
| Tabela 9 | Teores de ácidos orgânicos em grão de chia na matéria integral | 82 |

CAPÍTULO 3

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabela 1 | Teores de compostos fenólicos totais (mg EAG.100g ⁻¹) na matéria seca do grão de chia armazenado por 28 dias em temperaturas de 22°C e 5° C..... | 102 |
| Tabela 2 | Determinação da capacidade de sequestrar radicais livres (DPPH)..... | 106 |
| Tabela 3 | Atividade antioxidante total na matéria integral de grãos de chia, medida pelo método Sistema β-caroteno/Ácido Linoleico | 108 |

CAPÍTULO 4

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabela 1 | Composição centesimal dos alimentos que compuseram a refeição padrão | 120 |
| Tabela 2 | Alimentos, porções e quantidade de carboidrato da refeição padrão | 120 |
| Tabela 3 | Alimentos, porções e quantidade de carboidrato da refeição padrão adicionada de grãos de chia..... | 121 |
| Tabela 4 | Valores médios de índice glicêmico, obtidos em voluntários que ingeriram a refeição padrão e a refeição padrão, adicionada de chia e respectivos desvios padrão..... | 127 |

SUMÁRIO

| | | |
|---------------|---|----|
| | CAPÍTULO 1 Introdução Geral | 15 |
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 | Objetivo geral | 16 |
| 1.2 | Objetivos específicos | 17 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 | Grão de chia (<i>Salvia hispanica</i> L.): aspectos gerais | 18 |
| 2.2 | Aspectos agronômicos e formas de consumo do grão de chia | 20 |
| 2.3 | Composição química e aspectos nutricionais do grão de chia | 23 |
| 2.3.1 | Conteúdo de lipídios e composição de ácidos graxos | 23 |
| 2.3.2 | Conteúdo de proteínas e composição de aminoácidos | 26 |
| 2.3.3 | Carboidratos e a fração fibra alimentar | 27 |
| 2.3.4 | Vitaminas e minerais no grão de chia | 27 |
| 2.4 | Maceração e hidrocoloides | 28 |
| 2.5 | Compostos antioxidantes do grão de chia | 31 |
| 2.6 | Substâncias antinutricionais e/ou tóxicas encontradas naturalmente em alimentos | 33 |
| 2.7 | Índice glicêmico e carga glicêmica | 34 |
| | REFERÊNCIAS | 38 |
| | CAPÍTULO 2 Caracterização química de grãos de chia (<i>Salvia hispanica</i> L.) | 47 |
| 1 | INTRODUÇÃO | 49 |
| 1.1 | Objetivo geral | 50 |
| 1.2 | Objetivos específicos | 50 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 52 |
| 2.1 | Maceração do grão de chia e separação do hidrocoloide | 52 |
| 2.2 | Composição química aproximada | 55 |
| 2.3 | Minerais | 56 |
| 2.4 | Obtenção dos extratos para análises químicas | 56 |
| 2.5 | Determinação de pH | 56 |
| 2.6 | Sólidos solúveis totais | 57 |
| 2.7 | Acidez total titulável | 57 |
| 2.8 | Fibra alimentar total | 57 |
| 2.9 | Determinação de substâncias antinutricionais no grão de chia | 58 |
| 2.10 | Perfil de ácidos graxos | 59 |
| 2.10.1 | Metodologia de extração dos ácidos graxos | 59 |
| 2.10.2 | Condições cromatográficas | 60 |
| 2.10.3 | Razão ômega-6/ômega-3 | 61 |
| 2.11 | Análise de Aminoácidos | 61 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 2.11.1 | Determinação do escore químico de aminoácidos | 62 |
| 2.12 | Perfil de ácidos orgânicos | 62 |
| 2.13 | Delineamento experimental e análise estatística | 63 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 64 |
| 3.1 | Composição química aproximada do grão | 64 |
| 3.2 | Minerais..... | 67 |
| 3.3 | pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável | 69 |
| 3.4 | Fibra alimentar total | 70 |
| 3.5 | Antinutricionais | 73 |
| 3.6 | Perfil de ácidos graxos..... | 75 |
| 3.7 | Perfil de Aminoácidos | 78 |
| 3.8 | Perfil de ácidos orgânicos | 82 |
| 4 | CONCLUSÕES | 84 |
| | REFERÊNCIAS | 85 |
| | CAPÍTULO 3 Tempo e temperatura de armazenamento não afetam a atividade antioxidante e teor de fenólicos em grãos de chia..... | 93 |
| 1 | INTRODUÇÃO | 95 |
| 1.1 | Objetivo | 96 |
| 2 | MATERIAIS E MÉTODOS | 97 |
| 2.1 | Obtenção dos extratos | 98 |
| 2.2 | Compostos fenólicos nos grãos de chia | 98 |
| 2.3 | Atividade antioxidante <i>in vitro</i> nos grãos de chia | 99 |
| 2.3.1 | Atividade antioxidante pelo método DPPH..... | 99 |
| 2.3.2 | Atividade Antioxidante Total pelo Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico | 100 |
| 2.4 | Delineamento experimental e análise estatística..... | 101 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 102 |
| 3.1 | Compostos fenólicos | 102 |
| 3.2 | Atividade antioxidante total | 105 |
| 3.2.1 | Método do DPPH..... | 105 |
| 3.2.2 | Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico..... | 107 |
| 3.3 | Correlação entre conteúdo de compostos fenólicos totais e o atividade antioxidante | 109 |
| 4 | CONCLUSÕES | 110 |
| | REFERÊNCIAS | 111 |
| | CAPÍTULO 4 Índices glicêmicos de dieta contendo grão de chia..... | 114 |
| 1 | INTRODUÇÃO | 116 |
| 1.1 | Objetivo | 117 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 118 |
| 2.1 | Amostras de chia..... | 118 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 2.2 | Procedimentos e cuidados metodológicos com os voluntários..... | 119 |
| 2.3 | Refeição oferecida aos voluntários..... | 119 |
| 2.4 | Coleta de sangue para determinação da glicose e do índice glicêmico..... | 121 |
| 2.5 | Elaboração da curva glicêmica e determinação do índice glicêmico..... | 122 |
| 2.6 | Delineamento experimental e análise estatística..... | 123 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 124 |
| 3.1 | Avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial..... | 124 |
| 3.2 | Avaliação do índice glicêmico..... | 126 |
| 4 | CONCLUSÃO..... | 130 |
| | REFERÊNCIAS..... | 131 |
| | ANEXOS..... | 134 |

CAPÍTULO 1 Introdução Geral

1 INTRODUÇÃO

Há evidências epidemiológicas mostrando que dietas que reduzem os riscos do surgimento precoce de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) são aquelas que, além de equilibradas, são ricas em fibras alimentares, antioxidantes, ácidos graxos essenciais, além de outros componentes bioativos. Neste contexto ressurgiu como alimento para consumo humano o grão de chia (*Salvia hispanica* L.), originário de uma planta herbácea anual, que tem sido bastante disseminado pelo mundo, inclusive no Brasil, com considerável conteúdo de nutrientes e substâncias bioativas (AYERZA; COATES, 2005; IXTAINA et al., 2008).

A chia é um grão rico em ácidos graxos, mais especificamente o ácido α -linolênico, proteínas, fibras alimentares solúveis e insolúveis, além de conter vitaminas, minerais e substâncias com ação antioxidante, como os ácidos fenólicos, cafeico e clorogênico, juntamente com os flavonoides quercetina e kaempferol e, ainda, com o diferencial de não conter glúten. Possui sabor agradável, os grãos podem ser consumidos inteiros ou moídos, “*in natura*” ou após terem sido macerados por determinado tempo, adicionando-os diretamente a frutas, iogurtes e saladas, ou em preparações como bolos, biscoitos, barras alimentícias, sopas, além de outros.

Neste crescente interesse na relação entre alimentação e saúde, destaca-se o consumo de antioxidantes naturalmente presentes em alimentos, em virtude, principalmente, das diversas alegações de saúde que têm sido atribuídas a esses compostos, o que tem aumentado os estudos nesta área, incluindo a importância de investigar a estabilidade desses compostos no grão de chia.

Ainda, para melhor controle metabólico de algumas DCNT é importante observar a quantidade e a qualidade dos carboidratos da dieta, pois as taxas de digestão e absorção que apresentam, afetam as respostas glicêmicas e insulinêmicas pós-prandiais. Por esta razão, tem crescido o interesse a respeito dos efeitos biológicos dos carboidratos ao serem consumidos. Neste sentido, por estudos mostra-se a relevância de utilizar carboidratos específicos na dieta, de acordo com seu índice glicêmico (IG), entretanto, nas tabelas brasileiras de IG não se apresentam valores de IG, envolvendo o grão de chia, além de outros alimentos, devendo a isso a necessidade de determinar estes valores.

Salienta-se, ainda, que a camada externa do grão de chia contém mucilagem e, quando é embebido em água, esta se expande e reveste o grão tornando-o espesso. Neste material gelatinoso, foram identificadas substâncias como xilose, glucose e ácido glucurônico (ÁLVAREZ-CHÁVEZ et al., 2008), o que o torna viscoso e com uma excelente propriedade ligante. Esse fato justifica o interesse das indústrias de alimentos nesta mucilagem, obtida baseada nos grãos de chia, para uso em alimentos em geral. Esta propriedade do grão de chia restringe o seu consumo em quantidades elevadas por dia, visando evitar o surgimento de desconforto intestinal. Por essa razão, mais estudos com este grão se fazem necessários, para analisar ainda mais suas características, estabelecer a orientação de consumo e confirmar seus reais benefícios à saúde.

1.1 Objetivo geral

Avaliar aspectos químicos, bioquímicos e nutricionais do grão de chia “*in natura*”, produzido no Brasil, e as frações obtidas pós-maceração do grão.

1.2 Objetivos específicos

- a) Determinar no grão de chia “*in natura*”, no hidocoloide e respectivo resíduo pós-maceração: composição química, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais e fibra alimentar total.
- b) Determinar no grão de chia “*in natura*”: minerais, as substâncias antinutricionais ácido oxálico, nitratos e taninos, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total.
- c) Determinar o perfil de ácidos graxos, de aminoácidos e ácidos orgânicos no grão de chia.
- d) Determinar a influência da adição do grão de chia no índice glicêmico de uma refeição e na glicemia pós-prandial de indivíduos saudáveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Grão de chia (*Salvia hispanica* L.): aspectos gerais

A chia (*Salvia hispanica* L.) foi uma das principais culturas pré-colombianas da América Central, manteve-se durante muitos anos como ingrediente essencial para consumo humano, mas acabou sendo esquecida no momento da chegada dos espanhóis. A partir da última década do século XX, a chia foi lembrada por cientistas e agricultores, em razão de suas características nutricionais e funcionais (PIZARRO et al., 2013).

Existem evidências de que o grão de chia foi utilizado como alimento até o ano 3500 a.C., foi cultivado no Vale do México, entre os anos 2600 e 900 a.C., sendo, nos tempos antigos, um dos principais componentes da dieta dos astecas. A importância dessa cultura na dieta asteca é bem fundamentada no Codex Florentino, escrito na época da conquista da América entre 1548 e 1585, que descreve alguns aspectos da produção, comercialização e utilização de chia. Ela era utilizada como material para a preparação de medicamentos e alimentos, assim como ofertas aos deuses durante cerimônias religiosas (IXTAINA, 2010).

Com a chegada dos espanhóis nas américas, as tradições dos nativos foram abolidas e maior parte de sua agricultura intensiva e seu sistema de comercialização foram destruídos. Muitas culturas preponderantes na dieta dos pré-colombianos foram proibidas pelos espanhóis, por causa de sua estreita associação com cultos religiosos e substituídas por espécies exóticas exigidas pelos conquistadores. Assim, entre as culturas básicas da dieta dos astecas, a chia perdeu seu lugar e quase desapareceu (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1989). No entanto, esta espécie vegetal sobreviveu à perseguição dos conquistadores espanhóis, em consequência da conservação de algumas tradições colombianas por pequenos grupos de descendentes. Essas

peessoas conseguiram vencer os conquistadores e as pressões da cultura imposta, permaneceram isolados no sudoeste do México e em áreas montanhosas da Guatemala e, assim, a chia continuou sendo utilizada por descendentes dos maias que utilizavam este grão em uma bebida popular chamada “chia fresca” (IXTAINA, 2010).

Por muitos anos, os grãos de chia foram comercializados somente nos mercados mexicanos e usados como matéria prima para fazer a "chia fresca", que era consumida por razões étnicas ou religiosas. Em 1965, a chia tornou-se disponível nos Estados Unidos em lojas dietéticas do Sudeste da Califórnia e Arizona (HICKS, 1966) e, no final na década de 80 do século passado, começou a ser comercializada como alimento para animais, aumentando a demanda americana por grãos e permitindo a venda da maioria da sua produção.

Em 1991, iniciou-se o Projeto Regional do Noroeste da Argentina para identificar e viabilizar a produção comercial de novas culturas industriais que poderiam ajudar a diversificar a produção agrícola e aumentar os lucros dos agricultores da região. No decurso do projeto, a chia foi identificada como a espécie mais promissora (IXTAINA, 2010).

Os resultados da investigação científica sobre os efeitos negativos das gorduras saturadas, ácidos graxos *trans* e o desequilíbrio entre ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 na dieta ocidental e os benefícios da ingestão de ômega-3, para prevenir doença cardiovascular, depressão, câncer e outras doenças, começaram a receber mais interesses nas últimas décadas, assim as informações da chia como fonte natural de tais ácidos graxos, antioxidantes e fibras da dieta, aumentaram as expectativas acerca de seu cultivo. Diante disso, vê-se que a ciência pode explicar por que as civilizações antigas consideravam a chia um componente essencial de sua dieta, pois sua composição química e seu valor nutricional conferem grande potencial a ser incorporado pela indústria de alimentos (AYERZA; COATES, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2013), a chia está inclusa como exemplo de alimento ou ingrediente que não é conhecido, comercializado ou consumido de forma significativa no Brasil, mas possui histórico de consumo em outros países.

2.2 Aspectos agronômicos e formas de consumo do grão de chia

A *Salvia hispânica* L. é uma espécie pertencente à Família Lamiaceae e do gênero *Salvia*. Esta família tem cerca de 170 gêneros e 3.000 espécies de ampla distribuição em regiões tropicais e temperadas e, somente na Argentina, há cerca de 26 gêneros. São plantas anuais ou arbustos perenes (BUENO et al., 2010) que atingem até 1 m de altura. Apresentam folhas com cerca de 4 a 8 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura, as flores são hermafroditas, a coloração se apresenta do roxo ao branco, com espigas nas extremidades dos ramos (Figura 1). A floração ocorre entre os meses de julho e agosto, nos países da América do Sul, as flores dão origem a frutos aquênios, que é um tipo de fruto normalmente seco, com origem em um ou mais carpelos, portando normalmente uma semente. Cada fruto leva quatro sementes bem pequenas que medem cerca de 2 mm de comprimento por 1,5 mm de largura, são ovais, brilhantes, de coloração que vai do bege ao acastanhado escuro (Figura 2). A forma de propagação desta espécie é por meio de suas sementes (BUENO et al., 2010; CAPITANI et al., 2012; TOSCO, 2004).



Figura 1 Ilustração da planta e de uma plantação de chia
Fonte: Rodriguez (2013)



Figura 2 Grãos de chia (*Salvia hispanica* L.)

A chia é cultivada, principalmente, na Argentina, Bolívia, Colômbia, México e Peru. Em alguns estados específicos dos Estados Unidos, a planta não consegue produzir grãos, uma vez que a geada compromete, significativamente, a planta antes dos grãos amadurecerem. O ciclo da cultura varia de 90 a 150 dias, dependendo da latitude onde é plantada. A chia é semeada em uma taxa de 6 a 8 kg por hectare. Esses grãos precisam de umidade no solo para germinar, mas uma vez que as mudas são estabelecidas, cresce bem em água limitada. O pH do solo deve se estabelecer entre 6,5 e 7,5. Os primeiros 45 dias de crescimento são fundamentais já que as ervas daninhas podem competir por luz, nutrientes e água, ela cresce bem em solos contendo níveis muito variados de

nutrientes. Pragas e doenças não são bem documentadas (JAMBOONSRI, 2010; PASCUAL-VILLALOBOS et al., 1997).

Em nível comercial, a chia é cultivada no México, Argentina, Bolívia, Guatemala, Equador e Austrália. O maior centro produtor no México está nas cidades de Acatic e Jalisco, de onde se exportam quantidades crescentes para Japão, EUA e Europa (IXTAINA et al., 2008).

A chia é destinada para consumo humano ou para alimentação animal, sendo encontrada no mercado na forma de grão, farinha ou óleo. A forma mais conhecida e ingerida no Brasil é o grão “*in natura*” ou pós-maceração, que pode ser consumido com frutas, saladas, iogurtes ou como ingrediente em pães, bolos e alimentos em geral. A chia vem se popularizando como alimento, salientando-se que, no ano de 2011, verificou-se que 72 produtos à base deste grão chegaram ao mercado em diversos países. Os EUA estão entre os maiores consumidores da *Salvia hispânica* L.. Desde o começo de 2011 até o final do ano de 2012 lançaram-se 34 novos produtos à base do grão, são alimentos como balas, lanches, temperos, iogurtes e até mesmo “papinhas” para bebês (EVERITT, 2012). Esse fato se deve, principalmente, ao reconhecimento da chia como alimento por parte de muitos países. A Europa aprovou a chia como alimento, em 2009, por intermédio do Parlamento Europeu e Conselho Europeu de Saúde, pois não há evidência de efeitos adversos ou de alergenicidade causados por grãos de chia inteiros ou moídos (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA, 2005, 2009).

Frente a todos os benefícios dos compostos presentes na chia demonstrados pela literatura internacional, ela, ainda, não é reconhecida como um alimento seguro para comercialização pela legislação brasileira, em função da escassez de pesquisas relacionando a caracterização deste grão e seus benefícios à saúde humana. Para que a ANVISA a reconheça como segura, deve-se enviar uma solicitação de registro de “Novo Alimento”, pois esta

Agência compreende que alimentos sem tradição de consumo no país devem ser avaliados por ela antes de serem comercializados (BRASIL, 1999a, 1999b).

Por este motivo, é essencial que mais estudos sejam realizados com o grão de chia, para fornecer suporte à ANVISA, a fim de viabilizar a comercialização deste alimento sem maiores restrições no Brasil, assim como diversos outros grãos já o são (FERREIRA, 2013).

2.3 Composição química e aspectos nutricionais do grão de chia

Segundo estudos realizados por Ayerza e Coates (2004), Diario Oficial de la Unión Europea - EUR (2013) e United States Department of Agriculture - USDA (2002), os teores de proteínas, lipídios, fibras e energia da chia são maiores do que aqueles encontrados em grãos de outras culturas, como arroz, cevada, aveia, trigo e milho. Observa-se que, embora a chia seja conhecida, principalmente, como importante fonte de ácidos graxos essenciais, contém, também, outros compostos importantes para nutrição.

2.3.1 Conteúdo de lipídios e composição de ácidos graxos

A quantidade de lipídios no grão de chia pode variar de 30-35%, dependendo da localização, cultivo e condições ambientais (AYERZA; COATES, 2004). Ela possui elevado teor de ácidos graxos essenciais (ácidos α -linolênico e linoleico) que, segundo pesquisa realizada por Bueno et al. (2010), representam 82% dos ácidos graxos totais deste grão. Todavia, encontram-se também, em menores concentrações, os ácidos graxos oleico e palmítico.

O teor de ácido graxo α -linolênico do óleo de chia é de até 67,8 g/100g, em comparação com 57 g/100g do óleo de linhaça (*Linum usitatissimum L.*)

(AYERZA, 2011). Mais de 60% do total de ácidos graxos do grão de chia é representado pelo ácido α -linolênico (CHICA, 2011).

Ao comparar o grão de chia com grãos de cereais e de leguminosas, observa-se que ele possui maiores teores de ômega-6 e ômega-3 e, ainda, a menor relação ômega-6:ômega-3, assim como a linhaça, conforme está demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 Concentração dos ácidos linoleico, α -linolênico e razão ômega-6:ômega-3 em grãos de cereais, leguminosas e outros grãos

| Grãos | 18:2 ômega-6 (mg/g) | 18:3 ômega-3 (mg/g) | ômega-6: ômega-3 |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Arroz ² | 0,6 | 0,1 | 4,8 |
| Arroz (parboilizado) ² | 3,1 | 0,2 | 17,9 |
| Aveia ¹ | 24,4 | 1,1 | 22,0 |
| Ervilha ² | 1,4 | 0,3 | 4,9 |
| Feijão ² | 0,8 | 1,1 | 0,7 |
| Lentilha ² | 1,4 | 0,4 | 3,7 |
| Linhaça marrom ¹ | 140,2 | 417,6 | 0,3 |
| Milho ² | 58,6 | 1,8 | 32,5 |
| Soja ² | 44,6 | 6,0 | 7,5 |
| Chia (deste estudo) ¹ | 175,14 | 565,08 | 0,3 |

¹ Alimento cru; ² Alimento cozido
Fonte: Alvarenga (2012) e USDA (2006).

Os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA's), como o ômega-3 e ômega-6, são ácidos graxos essenciais. Trata-se de nutrientes importantes para saúde da população em geral bem como para os indivíduos que sofrem de doença coronariana cardíaca, diabetes e desordens da resposta imune (RODEA-GONZÁLEZ et al., 2012). O ômega-3 revela-se interessante em razão de sua importância para a integridade e dinâmica da membrana celular, mais especificamente células do cérebro e retina e para o sistema inflamatório. Se

consumido regularmente, associado a hábitos de vida saudáveis e uma alimentação balanceada, pode ser importante auxiliar na manutenção da boa saúde (FIGUEIREDO, 2010; NAPOLI, 2012). A família do ômega-6 é responsável pela síntese de eicosanoides, sua quantidade na dieta influencia as funções controladas por essa substância no organismo, o que pode causar alterações no sistema cardiovascular, na concentração de triacilglicerois, na pressão arterial e na artrite (HARRIS et al., 2009).

Os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia. Embora essas enzimas tenham maior afinidade pelos ácidos da família n-3, a conversão do ácido alfa-linolênico em AGPI-CL é fortemente influenciada pelos níveis de ácido linoleico na dieta. Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de ácidos graxos n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações que têm sido estabelecidas por autores e órgãos de saúde, em diferentes países (Tabela 2) (MARTIN et al., 2006).

Tabela 2 Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 na dieta

| País/Instituição | n-6/n-3 | Referências |
|------------------|------------|--------------------------------------|
| Canadá | 4:1 – 10:1 | SCR (1990) |
| EUA | 2:1 – 3:1 | Simopoulos e Cleland (2003) |
| EUA | 4:1 | Schaefer (2002) |
| França | 5:1 | Chardigny, Bretillon e Sébédo (2001) |
| Japão | 2:1 – 4:1 | Kris-Etherton, Harris e Appel (2002) |
| Suécia | 5:1 | NCM (1996) |
| WHO/FAO | 5:1 – 10:1 | WHO (1995) |

WHO= World Health Organization; FAO= Food and Agriculture Organization; SRC= Scientific Review Committee; NCM= Nordic Council of Ministers.

Diante do exposto, vê-se a importância da incorporação na dieta de grãos e sementes, como a chia, que contém elevado conteúdo desses ácidos graxos (PIZARRO et al., 2013).

2.3.2 Conteúdo de proteínas e composição de aminoácidos

O grão de chia possui conteúdo de proteína que varia de 19% a 23%, o que pode variar entre locais e cultivares em função da genética e do ambiente (AYERZA; COATES, 2004). Este teor é mais elevado do que a de outras culturas tradicionais, tais como trigo, milho, arroz, aveia, cevada e amaranto (AYERZA; COATES, 2005).

Cabe ressaltar que o grão de chia não possui glúten, a principal proteína presente no trigo, aveia, cevada e centeio, que limita a ingestão desses alimentos por parte da população portadora de doença celíaca. A chia é aprovada pela Associação dos Celíacos da Argentina como adequados para uso em pacientes celíacos (IXTAINA, 2010).

Segundo estudo realizado por Olivos-Lugo, Valdivia-López e Tecante (2010), o perfil de aminoácidos no grão de chia permite que ela seja uma considerável opção como fonte proteica, sendo composta por teores elevados, principalmente, de arginina, ácido aspártico e ácido glutâmico.

Cresce o interesse por proteínas isoladas, com base em fontes vegetais, em virtude de seu uso como ingredientes com propriedades funcionais que, também, podem melhorar a qualidade nutritiva de alimentos (SANDOVAL-OLIVEROS; PAREDES-LÓPEZ, 2013).

2.3.3 Carboidratos e a fração fibra alimentar

O grão de chia não contém amido e possui baixo teor de carboidratos e a sua maioria é representada pelas fibras alimentares (OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2010). Estudos revelam uma ampla variação na concentração de fibra alimentar no grão de chia, os teores vão desde 34 até 57% do seu peso total, correspondendo à fibra alimentar (em 100 g de peso seco), destes, somente uma média de 3 g/100 g é de fibra solúvel, que consiste, principalmente, de goma e mucilagem. O restante é insolúvel e constitui, em sua maioria, de polissacarídeos não gomosos como celulose e lignina (ALFREDO et al., 2009; CRAIG; SONS, 2004).

2.3.4 Vitaminas e minerais no grão de chia

O grão de chia contém vitaminas do complexo B, da qual 13,1% são de niacina e 30% de tiamina e, ainda, contém 30% de vitamina A (TOSCO, 2004). A comparação do conteúdo de vitaminas da chia com relação a outros cultivos tradicionais mostra que o nível de niacina é maior que o presente na soja, arroz e cártamo. As concentrações de tiamina e riboflavina da chia são similares a do arroz, porém menores que da soja e do cártamo (AYERZA; COATES, 2005).

A chia possui uma variedade de minerais sendo uma excelente fonte de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro, zinco e cobre. Estudo de minerais em grãos de chia realizado por Capitani et al. (2012) apresentou teores elevados de cálcio (6.484 mg/kg), fósforo (10.420 mg/kg) e magnésio (3.799 mg/kg), mostrando que as quantidades de minerais do grão de chia diferem conforme a variedade, cultivo, meio ambiente e métodos de análise.

Além disso, segundo o Departamento de Agricultura dos EUA, ao comparar o grão de chia com o leite, este contém quantidade seis vezes superior de cálcio, o dobro de fósforo e quatro vezes mais potássio (USDA, 2002).

Os níveis de ferro encontrados nos grãos (16,4 mg.100g⁻¹) e na farinha de chia desengordurada (20,4 mg.100g⁻¹) são muito elevados, o que representa valores raros em grãos (IXTAINA, 2010).

2.4 Maceração e hidrocoloides

A maceração é a operação na qual se submergem os grãos em um líquido, geralmente água, durante determinado período de tempo, ocorrendo, assim, a extração de substâncias, com ou sem agitação, assim como com ou sem controle de temperatura. Dentre os líquidos extratores, a água, como dito, é um dos mais importantes para extrair substâncias hidrofílicas que, posteriormente, poderão ser separadas e analisadas. Para sementes ou grãos macerados, consegue-se após a maceração separar de um lado compostos solúveis e de outro compostos insolúveis. É normal que a textura dos alimentos, que passam por este processo, seja modificada.

O gel produzido ao hidratar o grão de chia pelo processo de maceração (Figura 3) é composto, principalmente, por mucilagem, que é um tipo de fibra solúvel nele contido. No intestino delgado, essas fibras criam uma barreira física entre os carboidratos e as enzimas digestivas, aumentam o tempo de digestão destes carboidratos, enquanto aumentam a sensação de saciedade (RUBIO, 2002). Pelo fato da digestão acontecer de forma mais lenta, observa-se a manutenção dos níveis de açúcar no sangue, sendo útil na prevenção e controle do diabetes (TOSCO, 2004).



Figura 3 Grão de chia hidratado em água

Gomas, hidrocoloides, mucilagens ou, ainda, polissacarídeos solúveis em água são algumas designações dadas a essas substâncias que têm a capacidade de formar com água géis ou soluções viscosas, isto é, têm a função de agentes espessantes ou gelificantes, estabilizantes de emulsões (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A mucilagem, em geral, é uma substância com capacidade de formar gel, encontrada nos vegetais. Do ponto de vista físico, é um sistema coloidal, líquido, sendo, portanto, um hidrogel; quimicamente é constituída por água, açúcares e ácidos orgânicos (MISAKI; ITO; HARADA, 1972). Para Divekar-Varsha et al. (2006), as mucilagens são polissacarídeos complexos formados com base em açúcares e unidades de ácido urônico e formam massas viscosas em água e, normalmente, são heterogêneos em sua composição.

As mucilagens fazem parte da composição das fibras que se encontram presentes, em sua maior parte, nos cereais integrais, nas leguminosas, nas hortaliças e nas frutas, sendo inúmeros os benefícios que seu consumo pode trazer (HOU; HSU; LEE, 2002).

Fisiologicamente as fibras são consideradas substâncias de origem vegetal que auxiliam no aumento do volume do bolo fecal e diminuem o tempo

no trânsito intestinal (SCHROEDER; MARQUART; GALLAHER, 2013). Segundo Lajolo e Menezes (2001), as fibras alimentares vão atuar, por meio de diferentes mecanismos no sistema digestório. As fibras insolúveis são apenas parcialmente fermentadas no intestino grosso e sua atuação é mais restrita ao aspecto físico, o que diminui o tempo de trânsito do bolo alimentar no intestino, aumenta a massa fecal e a capacidade de ligar-se a determinados nutrientes e a outros compostos presentes no intestino. Fazem parte deste grupo a celulose, a lignina e algumas hemiceluloses, enquanto a fibra solúvel em água forma sistemas viscosos, tende a retardar a absorção de glicose e a redução do colesterol no sangue e está relacionada à diminuição do esvaziamento gástrico e com o aumento do tempo de trânsito intestinal. Encontram-se neste grupo as pectinas, gomas, mucilagens e certas hemiceluloses.

Nesse sentido o alimento contendo considerável teor de fibra alimentar pode fazer parte da categoria de alimentos funcionais, pois interfere em uma ou mais funções fisiológicas de maneira positiva (SILVA; MURA, 2007). Segundo Roberfroid (2000), um alimento pode ser considerado funcional se for demonstrado de maneira satisfatória que pode agir de forma benéfica em uma ou mais funções do organismo, além de adequar à nutrição, de certo modo, melhorando a saúde e o bem-estar, ou reduzindo o risco de doenças.

A mucilagem do grão de chia é encontrada entre 5 a 7% e constitui uma goma composta de tetrapolissacarídeos, como xilose, glicose e ácido glicurônico, na proporção de 2:1:1 (RODEA-GONZÁLEZ et al., 2012).

Deste modo, em 1997, a Food and Agriculture Organization (FAO) descreveu os grãos de chia como uma fonte potencial de goma de polissacarídeo, em razão de suas excepcionais propriedades mucilaginosas em baixa concentração de soluções aquosas (MUÑOZ et al., 2012).

A goma extraída do grão de chia, independente do estágio operacional, pode se tornar um produto de elevado valor tecnológico na indústria alimentícia

e cosmética, especialmente pelo seu excelente potencial como hidrocoloide, destacando-se a sua marcada capacidade de inchamento e alta viscosidade em solução aquosa (CHEN; XU; WANG, 2006).

Alguns pesquisadores vêm estudando o emprego da goma de chia em diversas formulações, em decorrência das propriedades tecnológicas atribuídas a esta substância. Borneo, Aguirre e León (2010) obtiveram resultados satisfatórios, ao substituir o óleo e o ovo, em diferentes proporções, por hidrocoloide formado pelo grão de chia na preparação de bolo. Assim como pode ser realizado em diversos tipos de preparações.

2.5 Compostos antioxidantes do grão de chia

O grão de chia possui considerável quantidade de compostos fenólicos, os quais demonstram atividade antioxidante e podem proteger as membranas celulares contra danos provocados pelos radicais livres (MARANGONI, 2007).

Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e encontrados com mais frequência na natureza são os ácidos fenólicos (ácido clorogênico, ácido cafeico e outros), taninos e flavonoides. Está bem estabelecido que os compostos fenólicos exercem efeitos positivos em doenças crônicas, como o câncer e desordens neurodegenerativas. Os principais benefícios fisiológicos dos flavonoides têm sido atribuídos às suas propriedades antioxidantes de eliminação de radicais livres, antibacteriana, anti-inflamatória, antialérgica, antiviral, antitumor, anti-isquêmica e vasodilatadora (KIM et al., 2004; MORIMOTO et al., 2003; NOVAKOVIC et al., 2006; PILORGET et al., 2003; RICE-EVANS et al., 1996).

Os ácidos fenólicos, cafeico e clorogênico, juntamente com os flavonoides, quercetina e kaempferol são os principais antioxidantes encontrados no grão de chia. Com estudos demonstra-se que a atividade antioxidante deste

grão é comparável com a do vinho, café e suco de laranja e pode atingir 488,4 μ /mol (RUPFLIN, 2011).

O ácido cafeico apresenta propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (BOCCO, 2013). Os ácidos clorogênicos são uma família de ésteres formados por certos ácidos hidroxinâmicos e o ácido quínico. Este último, junto ao ácido cafeico, forma um éster chamado ácido clorogênico, sendo considerado um polifenol. Segundo Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008), no grão de chia, o ácido cafeico é encontrado em concentrações referentes a 0.00680 mg/g de grãos.

A quercetina (3, 5, 7, 3', 4'-pentaidroxiflavona) é o principal flavonoide presente na dieta humana e o seu consumo diário estimado varia entre 50 e 500 mg. Os efeitos da quercetina são em função das suas propriedades antioxidantes, reduzindo diretamente os radicais livres, inibindo a xantina oxidase e a peroxidação lipídica (BEHLING et al., 2004). De acordo com Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008), a quercetina encontrada no grão de chia corresponde a 0.268 mg/g de grãos.

O kaempferol (3,5,7-tri-hidroxi-2-(4-hidroxifenil)-4H-1-benzopiran-4-ona) é um flavonoide encontrado em muitas plantas comestíveis e em plantas ou produtos botânicos comumente usados na medicina tradicional. Em numerosos estudos pré-clínicos foram demonstrados que a kaempferol tem muitas atividades farmacológicas, dentre elas antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos, anti-cancerígenos, cardioprotetor, neuroprotetores, anti-diabético, anti-osteoporose, estrogênica / antiestrogênica, ansiolítico, analgésico e atividades anti-alérgica (CALDERÓN-MONTAÑO et al., 2011). Segundo Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008), o kaempferol encontrado nos grãos de chia, estão em concentrações próximas a 0.509 mg/g de grãos.

2.6 Substâncias antinutricionais e/ou tóxicas encontradas naturalmente em alimentos

O termo "fator antinutricional" tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos, muitas vezes, naturalmente presentes em alimentos de origem tanto vegetal quanto animal, que, quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos. Eles interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar em efeitos danosos à saúde (GRIFFITHS; BIRCH; HILLMAN, 1998).

Fatores antinutricionais, presentes em determinados alimentos, podem interferir na digestibilidade, absorção ou utilização dos nutrientes e, ainda, serem tóxicos. Esses fatores influem na escolha do alimento, nas partes que serão consumidas, bem como na forma adequada de processamento (DEL-VECHIO et al., 2005; SANTOS, 2006). Em função disso, é essencial a realização de estudos relacionados aos nutrientes e fatores antinutricionais de alimentos de uso convencional e não convencional, na alimentação.

Os antinutricionais que fazem parte do alimento são de natureza variada, entre eles incluem os inibidores de proteases, nitratos, ácido oxálico, ácido fítico, certos compostos fenólicos, como taninos, dentre outros, que auxiliam a diminuição do valor nutricional do alimento em virtude da redução da biodisponibilidade de nutriente.

Os nitratos (NO_3) presentes, naturalmente, em alimentos vegetais, além de serem adicionados em alguns alimentos, conforme legislação, visando à conservação ou modificando a coloração de alguns produtos cárneos, podem ser transformados em nitritos (NO_2) no organismo e estes, por sua vez, serem transformados em nitrosaminas que são substâncias carcinogênicas (LUZ et al., 2008; SANTOS, 2006).

Dentre os compostos fenólicos, estão os taninos, os quais, dependendo da quantidade presente nos alimentos, proporcionam efeitos que podem trazer danos à saúde. Os taninos, se consumidos na dieta em quantidade de 2%, interferem no ganho de peso corporal, visto a propriedade de complexação com proteínas. Os taninos formam complexos com as proteínas, tornando-as insolúveis e inativando enzimas. Além disso, ligam-se a outras macromoléculas como o amido, causando a redução no valor nutricional dos alimentos (GUZMÁN-MALDONADO; ACOSTA-GALLEGOS; PAREDES-LÓPEZ, 2000).

A presença do ácido oxálico nos alimentos está relacionada à interferência com elementos essenciais do corpo, como o ferro, o magnésio e, especialmente, o cálcio. O íon Ca^{2+} e o ácido oxálico reagem para formar oxalato de cálcio insolúvel, CaC_2O_4 . Essa reação não somente remove efetivamente íons cálcio do corpo, mas cristais de oxalato de cálcio, também, podem provocar o crescimento de dolorosas pedras nos rins e na bexiga. Por essa razão, as pessoas suscetíveis a ter pedras nos rins precisam adotar dietas de baixo consumo de ácido oxálico. Muitas pessoas, também, devem ter o cuidado de não ingerir muita vitamina C, um composto que pode ser transformado em ácido oxálico no corpo (KOTZ et al., 2009).

Até o momento, nenhum estudo foi encontrado na literatura que relatasse a existência de substâncias antinutricionais no grão de chia.

2.7 Índice glicêmico e carga glicêmica

O conceito de índice glicêmico (IG) foi proposto em decorrência do reconhecimento de que alimentos contendo a mesma quantidade de carboidrato possuem diferentes efeitos fisiológicos. Segundo alguns autores, alimentos com baixo IG promovem menor elevação da glicemia pós-prandial, em razão de sua

lenta taxa de digestão e absorção. Por outro lado, os alimentos com alto IG proporcionam maior aumento da glicemia por serem digeridos e absorvidos mais rapidamente (SILVA et al., 2009).

O IG foi desenvolvido por Jekins et al. (1981), considerando a comparação dos efeitos fisiológicos de alimentos contendo carboidratos em relação à sua composição química. Este índice corresponde à classificação de um alimento ou de alimentos combinados, quanto ao efeito que é exercido na glicemia pós-prandial, em comparação àquela observada, após o consumo de um alimento referência, ambos contendo a mesma quantidade de carboidrato disponível (50g), sendo testados em um mesmo indivíduo. O IG de um alimento é expresso como a porcentagem da área abaixo da curva da resposta glicêmica pós-prandial do alimento teste, em relação a este mesmo tipo de resposta após a ingestão de um alimento padrão (OLENDZKI et al., 2006; QUEIROZ; SILVA; ALFENAS, 2012).

Portanto, o IG refere-se ao tempo para digestão, absorção e chegada da glicose dos alimentos à circulação sanguínea, causando o aumento da concentração de glicose, que é denominado de pico glicêmico. Existem alimentos com elevado, médio e baixo IG. Os alimentos com alto IG provocam uma resposta glicêmica elevada de 15 a 20 minutos após a ingestão, os de médio IG provocam uma resposta glicêmica média de 30 a 40 minutos e os alimentos de baixo IG provocam uma resposta glicêmica baixa de 40 a 50 minutos após a ingestão de determinado alimento (GARCIA JÚNIOR, 2007).

Baseando-se nos valores de IG obtidos, cada alimento possui uma classificação, sendo considerado IG baixo menor ou igual a 55; médio IG entre 56 e 69; alto IG maior ou igual a 70 (LEE et al., 2013).

A Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (1997) define o IG como a área sob uma curva de resposta à glicose, após o consumo de 50g de carboidrato glicêmico (não incluídas as fibras) de um

alimento teste, expressa como percentual de resposta para a mesma quantidade de carboidrato de um alimento padrão (pão branco ou glicose pura), ambos ingeridos pelo mesmo indivíduo.

Tanto o pão branco quanto a glicose podem ser utilizados como alimento padrão para a determinação do IG. Entretanto, em função das variações em sua composição, convencionou-se que a utilização da glicose anidra seria mais recomendada (CARVALHO; ALFENAS, 2008).

Logo após a criação do IG, este passou a ser considerado como importante ferramenta no tratamento e no controle do diabetes mellitus. Sua utilização, também, foi sugerida para pacientes com doenças cardiovasculares, ou com risco de seu desenvolvimento, uma vez que a redução da glicemia e da insulinemia pós-prandial é desejável no controle e na prevenção do desenvolvimento de tais doenças (BUSCEMI, 2013).

O IG avalia de forma indireta a disponibilidade *in vivo* de carboidratos. Porém, vários fatores podem influenciar a velocidade de digestão e/ou de absorção, resultando em diferenças no IG dos alimentos. Os principais fatores que interferem nesse parâmetro incluem: o estágio de maturação das frutas, a forma física apresentada pelo alimento, a composição do alimento (quantidade de carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras e conteúdo de água), o tipo de amido (amilose e amilopectina), o tipo de processamento ao qual o alimento foi submetido, acidez, volume e temperatura do alimento ingerido, além do estado fisiológico apresentado pelo indivíduo (MOREIRA et al., 2011).

Mas, considera-se que o IG seja uma ferramenta reprodutível em condições laboratoriais, em que o indivíduo ingere uma quantidade fixa de carboidrato disponível. No entanto, em condições de vida livre, a quantidade ingerida de carboidrato em determinada refeição varia. Assim, na tentativa de minimizar os erros causados pela variação da quantidade de carboidratos consumidos em cada refeição, foi introduzido o conceito de carga glicêmica

(CG). Este conceito é derivado do IG, levando em consideração a quantidade do carboidrato ingerido (AMANO et al., 2004). É expresso pelo IG do alimento multiplicado pelo teor (g) de carboidrato ingerido dividido por 100.

Para alguns autores, a utilização da CG considera a qualidade e a quantidade do carboidrato do alimento em um mesmo índice (OH et al., 2005). No entanto, por ser um derivado do IG, a CG está sujeita a todas as alterações e influências que ocorrem no IG. Outros autores não consideram a CG como ferramenta válida, pois a qualidade do carboidrato apresenta associação mais forte aos riscos de doenças (diabetes, doenças cardiovasculares e câncer) do que o conteúdo de carboidrato ou a CG da dieta. Contudo, em 1997, um comitê de especialistas formado pelo FAO e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), para rever evidências de pesquisa sobre a importância dos carboidratos em nutrição e saúde humana, endossou o uso do método de IG, para classificar alimentos ricos em carboidratos e recomendou que os valores de IG dos alimentos devam ser usados em conjunto com informações sobre a composição dos alimentos para orientar escolhas alimentares. Para promover a boa saúde, defendeu o comitê que o consumo de uma dieta rica em carboidratos ($\geq 55\%$ de energia com base em carboidratos), deve conter, em sua maior parte, alimentos com carboidratos de baixo IG (BRAND-MILLER et al., 2004).

Sugere-se que as respostas hormonais associadas às dietas com elevado IG, como a hiperinsulinemia, promovam ganho de peso excessivo, sendo provável que isso diminua os níveis circulantes de combustíveis metabólicos, por estimular a fome e favorecer a estocagem de gordura (LUDWIG, 2000).

Acredita-se que o grão de chia tenha um baixo IG, porém não foi encontrado na literatura, estudo científico que mostra o valor real deste índice, devendo a isso a importância desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALFREDO, V. O. et al. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). **LWT - Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 42, n. 1, p. 168-173, Jan. 2009.

ALVARENGA, I. C. **Armazenamento e fornecimento de linhaça**. 2012. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ÁLVAREZ-CHÁVEZ, L. M. et al. Chemical characterization of the lipid fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v. 11, n. 1, p. 687-697, Aug. 2008.

AMANO, Y. et al. Correlation between dietary glycemic index and cardiovascular disease risk factors among Japanese women. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 58, n. 11, p. 1472-1478, 2004.

AYERZA, R. The seed's oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) grown under six tropical ecosystems conditions. **Interciencia**, Catanduva, v. 36, n. 2, p. 620-624, Jan. 2011.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chia rediscovering a forgotten crop of the aztecs**. Tucson: University of Arizona, 2005. 197 p.

AYERZA, R.; COATES, W. Protein and oil content, peroxide index and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, Kent, v. 44, n. 3, p. 131-135, Sept. 2004.

BEHLING, E. B. et al. Flavonoide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. Q. **Introdução à química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. 223 p.

BOCCO, B. M. L. C. **O efeito do ácido caféico e do ácido ferúlico sobre a síndrome metabólica em camundongos**. 2013. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Saúde) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2013.

BORNEO, R.; AGUIRRE, A.; LEÓN, A. E. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. **Journal of the American Dietetic Association**, Córdoba, v. 110, n. 6, p. 946-949, Mar. 2010.

BRAND-MILLER, J. C. Postprandial glycemia, glycemic index, and the prevention of type 2 diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 80, n. 2, p. 243-244, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para comprovação da segurança de alimentos e ingredientes**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 398**, de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Brasília, 1999. Disponível em: <http://www8.ufrgs.br/alimentus/ita02014/arquivos/resolucao181999_alegacoes_funcionais.htm>. Acesso em: 15 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 16**, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. Brasília, 1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/53e082804745973a9f81df3fbc4c6735/rdc_16.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 27 dez. 2012.

BUENO, M. et al. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Santiago, v. 9, n. 3, p. 221-227, 2010.

BUSCEMI, S. et al. Effects of hypocaloric diets with different glycemic indexes on endothelial function and glycemic variability in overweight and in obese adult patients at increased cardiovascular risk. **Clinical Nutrition**, London, v. 32, n. 3, p. 346-352, June 2013.

CALDERÓN-MONTAÑO, J. M. et al. A review on the dietary flavonoid kaempferol. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, Washington, v. 11, n. 4, p. 298-344, 2011.

CAPITANI, M. I. et al. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT - Food Science and Technology**, Lausanne, v. 45, n. 1, p. 94-102, Jan. 2012.

CARVALHO, G. Q.; ALFENAS, R. C. G. Índice glicêmico: uma abordagem crítica acerca de sua utilização na prevenção e no tratamento de fatores de risco cardiovasculares. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 5, p. 577-587, set./out. 2008.

CHARDIGNY, J. M.; BRETILLON, L.; SÉBÉDIO, J. L. New insights in health effects of trans alpha-linolenic acid isomers in humans. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Dijon, v. 103, n. 7, p. 478-482, Sept. 2001.

CHEN, H. H.; XU, S. Y.; WANG, Z. Gelation properties of flaxseed gum. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 77, n. 2, p. 295-303, Nov. 2006.

CHICA, C. **Conferencia Latinoamericana de cereals**. Santiago: International Association for Cereal Science, 2011. 39 p.

CRAIG, R.; SONS, M. **Application for approval of whole chia (*Salvia hispanica L.*) seed and ground whole chia as novel food ingredients**: advisory committee for novel foods and processes. Ireland: Company David Armstrong, 2004. 29 p.

DEL-VECHIO, G. et al. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucúrbita spp.*) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 369-376, mar./abr. 2005.

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. **Autorización de la comercialización de semillas de chía (*Salvia hispanica*) como nuevo ingrediente alimentario con arreglo al Reglamento (CE) n° 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo**. Disponível em: <http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/legislacion/subdetalle/nuevos_alimento_s.shtml>. Acesso em: 7 fev. 2013.

DIVEKAR-VARSHA, B. et al. Isolation and characterization of mucilage from lepidium sativum linn seeds. **International Journal of Pharmaceutics, Research & Development**, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 1-5, Mar. 2006.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the safety of chia (*Salvia hispanica L.*) seed and ground whole chia seed as a novel food ingredient intended for use in bread. **The EFSA Journal**, Parma, n. 278, p. 1-12, 2005.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion of the panel on dietetic products nutrition and allergies on a request from the European Commission on the safety of 'chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole chia seed' as a food ingredient. **The EFSA Journal**, Parma, n. 996, p. 1-2, 2009.

EVERITT, L. **The chia craze**. Disponível em:
<<http://www.bbc.co.uk/news/magazine-17476690>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

FERREIRA, T. R. B. **Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães**. 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

FIGUEIREDO, R. M. S. **Influência do ômega-3 na depressão**. 2010. 53 f. Monografia (Graduação em Nutrição) - Universidade do Porto, Porto Alegre, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Carbohydrates in human nutrition**: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Rome, 1997. 150 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Protein quality evaluation**: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Rome, 1990. 66 p.

GARCIA JÚNIOR, J. R. **Dieta dos 10 passos**: o emagrecimento definitivo. São Paulo: Phorte, 2007. 42 p.

GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; HILLMAN, J. R. Antinutritional compounds in the *Brassicaceae*: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Invergowrie, v. 73, n. 1, p. 1-18, 1998.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; ACOSTA-GALLEGOS, J.; PAREDES-LÓPEZ, O. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weed common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 13, p. 1874-1881, Oct. 2000.

HARRIS, W. S. et al. Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease a science advisory from the American Heart Association Nutrition subcommittee of the council on nutrition, physical activity. **American Heart Association**, Dallas, v. 119, n. 6, p. 902-907, Feb. 2009.

HICKS, S. **Desert plants and people**. San Antonio: Naylor, 1966. 458 p.

HOU, W. C.; HSU, F. L.; LEE, M. H. Yam (*Dioscorea batatas*) tuber mucilage exhibited antioxidant activities in vitro. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 68, n. 12, p. 1072-1076, Dec. 2002.

IXTAINA, V. Y. **Caracterización de la semilla e el aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido mediante distintos procesos:** aplicación en tecnología de alimentos. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2010. 275 p.

IXTAINA, V. Y. et al. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, London, v. 28, n. 3, p. 286-293, Nov. 2008.

JAMBOONSRI, W. **Improvement of new oil crops for kentucky**. Lexington: University of Kentucky UKnowledge, 2010. 120 p.

JENKINS, D. J. A. et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 34, p. 362-366, 1981.

KIM, H. P. et al. Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. **Journal of Pharmacology Sciences**, Kyoto, v. 96, n. 1, p. 229-245, Mar. 2004.

KOTZ, J. C. et al. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. v. 2, 1018 p.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S.; APPEL, L. J. American heart association: nutrition committee: fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. **Circulation**, Dallas, v. 106, n. 21, p. 2747-2757, May 2002.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Dietary fiber and resistant starch intake in Brazil: recommendation and actual consumption patterns. In: CHO, S. S.; DREHER, M. L. (Ed.). **Handbook of dietary fiber**. New York: M. Dekker, 2001. p. 845-858.

LEE, E. J. et al. Glycemic index of dietary formula may not be predictive of postprandial endothelial inflammation: a double-blinded, randomized, crossover study in non-diabetic subjects. **Nutrition Research and Practice**, Seoul, v. 7, n. 4, p. 302-308, 2013.

LUDWIG, D. S. Dietary glycemic index and obesity. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 2, p. S280-S283, 2000. Supplement.

LUZ, L. G. et al. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2388-2394, 2008.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUSMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10. ed. São Paulo: Elsevier, 2008. 1256 p.

MARANGONI, A. L. **Potencialidade de aplicação de farinha de Yacon (Plynnia sonchifolia) em produtos à base de cereais**. 2007. 105 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Maringá, v. 19, n. 6, p. 761-770, nov./dez. 2006.

MISAKI, A.; ITO, T.; HARADA, T. Constitutional studies on the mucilage of yamanoimo, *Dioscorea batatas* Decne, forma Tsukun e isolation and structure of mannann. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 36, p. 761-771, 1972.

MOREIRA, A. P. B. et al. Efeito do processamento e armazenamento de alimentos ricos em amido sobre o índice glicêmico e resposta glicêmica. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 281-292, jul./dez. 2011.

MORIMOTO, Y. et al. Anti-allergic substances contained in the pollen of *Cryptomeria japonica* possess diverse effects on the degranulation of RBL-2H3 cells. **Journal of Pharmacological Sciences**, Tokyo, v. 92, n. 3, p. 291-295, July 2003.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 108, n. 1, p. 216-224, Jan. 2012.

NAPOLI, L. B. **Efeitos do ômega-3 nas doenças cardiovasculares: uma revisão**. 2012. 27 f. Monografia (Especialização em Nutrição Clínica) - Universidade Comunitária, Criciúma, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Lost crops of the Incas:** little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. Washington: National Academic, 1989. 428 p.

NORDIC COUNCIL OF MINISTERS. Nordic nutrition recommendations. **Scandinavian Journal of Food & Nutrition**, Lund, v. 40, n. 4, p. 161-165, Jan. 1996.

NOVAKOVIC, A. et al. The mechanism of endothelium-independent relaxation induced by the wine polyphenol resveratrol in human internal mammary artery. **Journal of Pharmacological Sciences**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 85-90, Apr. 2006.

OH, K. et al. Carbohydrate intake, glycemic index, glycemic load, and dietary fiber in relation to risk of stroke in women. **American Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 161, n. 2, p. 161-169, 2005.

OLENDZKI, B. C. et al. Methodology for adding glycemic index and glycemic load values to 24 hour dietary recall database. **Nutrition**, London, v. 22, n. 11/12, p. 1087-1095, 2006.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology International**, London, v. 16, n. 1, p. 89-96, Feb. 2010.

PASCUAL-VILLALOBOS, M. et al. **Evaluación y selección de especies vegetales productoras de compuestos naturales com actividad insecticida.** Murcia: Centro de Investigación y Desarrollo Agraalimentario, 1997. 6 p. Projeto número SC94-039.

PILORGET, A. et al. Medulloblastoma cell invasion is inhibited by green tea (-) epigallocatechin-3-gallate. **Journal of Cellular Biochemistry**, The Hague, v. 90, n. 4, p. 745-755, Nov. 2003.

PIZARRO, P. L. et al. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. **LWT - Food Science and Technology**, Lausanne, v. 54, n. 1, p. 73-79, Nov. 2013.

QUEIROZ, K. C.; SILVA, I. N.; ALFENAS, R. C. G. Influence of the glycemic index and glycemic load of the diet in the glycemic control of diabetic children and teenagers. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 27, n. 2, p. 510-515, 2012.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, Oxford, v. 107, n. 2, p. 656-663, Mar. 2008.

RICE-EVANS, C. A. et al. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 20, n. 7, p. 933-956, July 1996.

ROBERFROID, M. D. Defining functional foods. In: GIBSON, G. R.; WILLIAMS, C. M. (Ed.). **Functional foods: concept to product**. Cambridge: Woodhead, 2000. p. 9-28.

RODEA-GONZÁLEZ, D. A. et al. Spray-dried encapsulation of chia essential oil (*Salvia hispanica* L.) in whey protein concentrate-polysaccharide matrices. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 111, p. 102-109, Feb. 2012.

RODRIGUEZ, L. **Semente de chia**. Disponível em: <<http://terapiafloralonline.blogspot.com.br/2012/04/semente-de-chia.html>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

RUBIO, M. A. Implicaciones de la fibra en distintas patologías. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 2, n. 2, p. 17-29, 2002.

RUPFLIN, D. I. A. Caracterização como ingrediente. **Revista de la Universidad del Valle de Guatemala**, Guatemala, v. 23, n. 1, p. 43-49, 2011.

SANDOVAL-OLIVEROS, M. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Isolation and characterization of proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 61, n. 1, p. 193-201, Jan. 2013.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais e folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, mar./abr. 2006.

SCHAEFER, E. J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Boston, v. 75, n. 2, p. 191-212, Jan. 2002.

SCHROEDER, N.; MARQUART, L. F.; GALLAHER, D. D. The role of viscosity and fermentability of dietary fibers on satiety- and adiposity-related hormones in rats. **Nutrients**, Saint Paul, v. 5, n. 6, p. 2093-2113, 2013.

SCIENTIFIC REVIEW COMMITTEE. **Nutrition recommendations**. Ottawa: Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, 1990.

SILVA, F. M. et al. Papel do índice glicêmico e da carga glicêmica na prevenção e no controle metabólico de pacientes com diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 560-571, 2009.

SILVA, S. M. C. S.; MURA, J. D. P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007. 1122 p.

SIMOPOULOS, A. P.; CLELAND, L. G. Ômega-6/ômega-3 essential fatty acid ratio: the scientific evidence. **World Review of Nutrition and Dietetics**, Basel, v. 92, n. 1, p. 1-174, Mar. 2003.

TOSCO, G. Os benefícios da “chia” em humanos e animais. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, n. 119, p. 1-7, 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National nutrient database for standard reference**. Release 25. Version 1.2.2. Washington, 2006. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6238>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Nutrient database for standard reference**: release 15, nutrient. Beltsville, 2002. 102 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, Rome, v. 53, n. 7, p. 202-205, Feb. 1995.

CAPÍTULO 2 Caracterização química de grãos de chia (*Salvia hispanica* L.)

RESUMO

O grão de chia contém consideráveis teores de proteínas, ácidos graxos essenciais e fibras, o que o torna alimento nutritivo e saudável. Além disso, quando o grão é colocado em água, libera hidrocoloide com propriedades interessantes para a indústria de alimentos. Diante do exposto, objetivou-se, no geral, neste trabalho caracterizar, quimicamente, o grão de chia, produzido no Brasil e o respectivo resíduo obtido após a sua separação pós-maceração. As análises realizadas no grão de chia foram a composição química, teor de minerais, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, fibra alimentar total, além de determinar o teor de nitrato, ácido oxálico e taninos. A determinação dos ácidos graxos e o perfil de aminoácidos foram realizados por cromatografia gasosa. Os ácidos orgânicos foram identificados por cromatografia líquida de alta eficiência. As análises estatísticas foram realizadas pelo teste de Scott Knott, sendo os valores de $p < 0,05$, diferenças significativas. Os valores de umidade, lipídios, proteína, fibra bruta e extrato não nitrogenado encontrados para o grão de chia e para o grão de chia livre de hidrocoloide foram 6,49%, 30,22%, 22,78%, 11,45%, 22,9% e 8,13%, 26,93%, 27,71%, 9,5% e 24,34%, respectivamente. Os minerais encontrados em concentrações mais elevadas foram o potássio, fósforo e cálcio. O grão de chia apresentou consideráveis concentrações de fibra alimentar (45,37%), em contrapartida o grão livre do hidrocoloide apresentou teores mais elevados de fibra alimentar (50,95%). Os teores de ácidos graxos determinados para ômega-3 e ômega-6 foram de 565,08 mg/g e 175,14 mg/g, respectivamente. O grão de chia é rico em ácidos graxos essenciais, principalmente, ácido linolênico e os teores da maioria dos aminoácidos essenciais presentes no grão atingem a recomendação da FAO em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de proteína.

Palavras-chave: Hidrocoloide. Maceração. Fibra alimentar. Ácidos graxos.

ABSTRACT

The chia seed contains considerable contents of protein, essential fatty acids and fibers, which makes it nutritious and healthy. In addition, when the seed is placed in water it releases hydrocolloid with interesting properties for the food industry. With the exposed, in general, this work aimed at chemically characterizing the chia seed produced in Brazil and the respective residue obtained after its post-maceration separation. The analyses performed on the chia seed were chemical composition, mineral content, pH, total soluble solids, titratable total acidity and total dietary fiber, in addition to determining the contents of nitrate, oxalic acid and tannins. The determination of fatty acids and the amino acid profile were performed by gas chromatography. The organic acids were identified by high efficiency liquid chromatography. The statistical analyses we performed by the Scott Knott test, with values of $p < 0.05$ considered significant differences. The values of humidity, lipids, protein, crude fiber and nitrogen-free extract found for the chia seed and for the hydrocolloid-free chia seed were 6.49%, 30.22%, 22.78%, 11.45%, 22.9% and 8.13%, 26.93%, 27.71%, 9.5% and 24.34%, respectively. The minerals found in more elevated concentrations were potassium, phosphorus and calcium. The chia seed presented considerable concentrations of dietary fiber (45.37%), in counterpoint, the hydrocolloid-free seed presented more elevated dietary fiber contents (50.95%). The contents of fatty acids determined for omega-3 and omega-6 were of 565.08 mg/g and 175.14 mg/g, respectively. The chia seed is rich in essential fatty acids, especially, linolenic acid, and the contents of most essential amino acids present in the seed reach the FAO recommendation in $\text{mg} \cdot 100^{-1}$ of protein.

Keywords: Hydrocolloid. Maceration. Dietary fiber. Fatty acids.

1 INTRODUÇÃO

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea anual de verão, pertencente à família Lamiacea, produz grãos ovalados e muito pequenos (1,87 mm de comprimento; 0,08 mm de largura; 0,04 mm de espessura). O grão de chia contém consideráveis teores de proteínas, ácidos graxos essenciais e fibras, o que o torna alimento nutritivo e saudável. O conteúdo de proteína (20%) da chia mostra-se mais elevado do que o de outros grãos, tais como o trigo, milho, o arroz, aveia, cevada e amaranto. O teor de óleo dos grãos de chia é cerca de um terço do seu peso e 60% são representados pelo ácido α -linolênico (AYERZA, 2010), o que faz deste grão uma fonte de ácido graxo ômega-3, atingindo o teor estipulado na Resolução Diretoria Colegiada (RDC) n° 54 de 12 de novembro de 2012 a qual relata que os alimentos considerados fontes de ômega-3 devem conter no mínimo 300 mg de ácido α -linolênico por 100 g ou 100 mL.

O grão de chia é, também, fonte de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, zinco e cobre e contém antioxidantes naturais (EFSA, 2009).

Pelo fato da camada externa que recobre o grão de chia ser rica em fibras, torna-o mucilaginoso e expande, consideravelmente, quando embebido em água, pelo processo de maceração, o que restringe a quantidade diária de consumo deste grão (ÁLVAREZ-CHÁVEZ et al., 2007). A informação nutricional apresentada em embalagens de grãos de chia, disponíveis no mercado, coloca como porção diária o valor de 25 g (2 colheres de sopa), quantidades estas que podem ser fracionadas ao longo do dia.

A indústria de alimentos tem interesse na porção hidrocoloide liberada quando o grão de chia é colocado em água. O resíduo do grão, obtido dessa extração, deve ser investigado frente ao teor remanescente de nutrientes e de fibras. Dados desta mucilagem são fatores importantes para definir sua área de

aplicação e sua aceitabilidade como ingrediente alimentar na indústria, uma vez que possui potencial hidrocoloide, em função da capacidade de reter água, podendo ser utilizado em substituição à gordura em alimentos altamente calóricos e por possuir ação espessante (MUÑOZ et al., 2012).

Vários estudos têm relacionado à ação fisiológica dos hidrocoloides quando presentes em produtos alimentícios e seus efeitos no organismo. Além da função tecnológica, o uso dessa fibra, como ingrediente alimentar, é particularmente interessante para o desenvolvimento de alimentos com efeitos específicos benéficos à saúde, visto que as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como diabetes mellitus, dislipidemias, doenças cardiovasculares, além de outras, são as principais causas de morte no mundo. Essa situação demonstra a necessidade de investimentos com a prevenção dessas patologias, o que resulta em melhor qualidade de vida para os indivíduos. Por isso, as pesquisas sobre alimentos com características de auxiliar na prevenção dessas doenças e ser suprimento de nutrientes estão sendo cada vez mais exploradas.

O consumo de alimentos ricos em ácidos graxos de cadeia longa (ômega-3), fibras e antioxidantes reduz os fatores de risco de DCNT, sendo cada vez mais elevada a demanda de alimentos ricos nestes componentes, a exemplo da chia, linhaça e outros (NIEMAN et al., 2012).

1.1 Objetivo geral

Caracterizar quimicamente o grão de chia e o respectivo resíduo obtido após a maceração.

1.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a influência da maceração nos grãos de chia;

- b) Determinar o perfil de ácidos graxos essenciais e o teor de aminoácidos presentes no grão de chia produzidos no Brasil;
- c) Quantificar nos grãos de chia substâncias antinutricionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Lavras (UFLA), as análises foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), no Laboratório de Bioquímica Nutricional (LBN) e no Laboratório de Produtos Vegetais (LPV).

Os grãos de chia utilizados foram da espécie (*Salvia hispanica* L.), de coloração clara e escura, produzidos no Brasil, na região de Lajeado, no estado do Rio Grande do Sul. Foram da safra de março de 2013, coletados de maneira aleatória, para se garantir a representatividade do material e evitar a ocorrência de erros. A amostra foi embalada logo após a colheita em sacos metalizados. Após a chegada da amostra no laboratório, ela foi selecionada pelo processo de catação com intenção de retirar pequenas sujidades, fracionadas e distribuídas em embalagens de vidro da cor âmbar. As embalagens foram acondicionadas em refrigerador a 5°C, até o momento das análises.

2.1 Maceração do grão de chia e separação do hidrocoloide

Os grãos de chia foram colocados em água para macerar numa proporção grão:água de 1:30 (5 g/grãos:150 mL de solução aquosa), agitando por 1 minuto e, em seguida, repouso por 120 minutos, à temperatura média de $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, visando separar o hidrocoloide do sistema macerado, conforme Muñoz et al. (2012) com adaptações.

Após esse tempo, o material foi submetido à extração do hidrocoloide, por meio de filtrações com adição de etanol 95% e sob fricção constante e logo após centrifugado a 7.000 rpm para separação do hidrocoloide.

Depois do processo de maceração e extração do hidrocoloide, duas frações foram obtidas: o hidrocoloide (H) o qual foi armazenado sob

refrigeração a 5°C até o momento das análises e a fração remanescente dos grãos livres de hidrocoloides (GLH), que foram secos em estufa e analisados posteriormente.

Na Figura 1 apresentam-se as etapas do referido processo e das análises subsequentes.

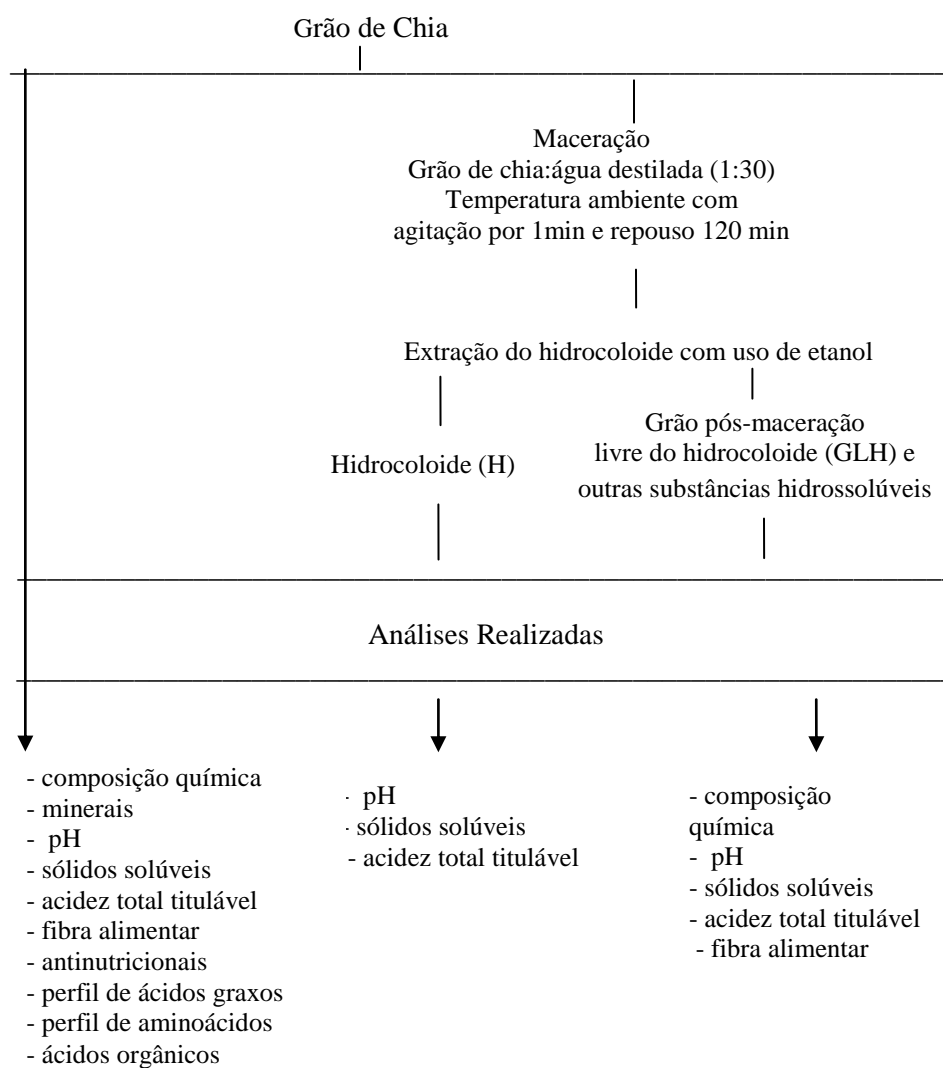


Figura 1 Fluxograma das etapas do trabalho: análises no grão “*in natura*”, maceração para extração do hidrocoloide e análises realizadas nas frações obtidas pós-maceração

2.2 Composição química aproximada

Foram realizadas análises da composição centesimal no grão de chia “*in natura*” e nas duas frações, obtidas após a maceração destes grãos (H e GLH), conforme os métodos propostos pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1998), fazendo-se quatro repetições para cada amostra.

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com emprego de calor, baseando na perda de peso do material submetido a aquecimento em 105°C até peso constante.

A proteína bruta foi determinada pelo método de “Kjeldahl”, por meio da determinação de nitrogênio total da amostra, multiplicando-se pelo fator 6,25. Para obtenção do extrato etéreo (lipídios), foi utilizado o método gravimétrico de “Soxhlet”, baseado na quantidade do material solubilizado pelo solvente. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado pela incineração da amostra em mufla a 550°C, até que o material apresentasse coloração clara ou ligeiramente acinzentada.

A fração fibra bruta foi determinada pelo método de Kamer e Ginkel (1952). O extrato não nitrogenado (ENN) foi determinado por diferença de 100 menos a somatória dos valores encontrados para umidade, extrato etéreo, proteínas, cinzas e fibras. Este procedimento está previsto pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

O conteúdo calórico (kcal) foi calculado, de acordo com a composição do grão em proteínas, lipídios e carboidratos, sendo utilizados os fatores de conversão 4, 9 e 4 kcal/g dos macronutrientes, respectivamente (MAHAN; ESCOTT-STUSMP, 2013).

2.3 Minerais

A determinação dos minerais (macrominerais: cálcio, fósforo, potássio, magnésio e dos microminerais: cobre, ferro, zinco e chumbo) nos grãos de chia “*in natura*” foi realizada no Departamento de Química da UFLA, segundo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), utilizando espectrômetro de absorção atômica, modelo SpectrAA 110, Varian, calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura dos gases para cada elemento. Para a construção da curva de calibração, foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica Merck, devidamente diluídas com água deionizada. As análises foram realizadas em triplicatas e os valores foram expressos de acordo com a média de quatro repetições para cada amostra.

2.4 Obtenção dos extratos para análises químicas

Obteve-se o extrato das amostras pesando 5 g das mesmas (grão de chia “*in natura*”, hidrocoloide e grão de chia livre do hidrocoloide) com adição de 50 mL de água destilada e agitando por 10 minutos em agitador magnético. Os extratos foram reservados para utilização nas análises de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

2.5 Determinação de pH

O pH foi determinado no grão de chia e em suas frações (H e GLH). Fez-se a leitura da amostra em peagâmetro digital, modelo Tec-3MP da Tecnal, de acordo com a metodologia descrita por Cecchi (2003).

2.6 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados no grão de chia e em suas frações H e GLH, obtidas após maceração, por meio de leitura com o auxílio de um refratômetro digital, com compensação de temperatura automática a 25°C e expresso em °Brix, com base no exsudado das amostras, conforme método proposto pela AOAC (1992).

2.7 Acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada, de acordo com método da AOAC (1992), por titulação com NaOH 0,1N. O extrato foi filtrado em filtro de papel e uma alíquota de 5mL do sobrenadante foi retirado e colocado em um erlenmeyer de 250mL com mais 45mL de água destilada e 3 gotas de indicador fenolftaleína (1%), para que fosse possível observar a virada de cor ao adicionar o NaOH 0,1N.

Os resultados foram expressos em percentual de ácido fítico.

2.8 Fibra alimentar total

A fibra alimentar total (FAT) foi determinada nos grãos de chia e na fração GLH, pelo método enzimático-gravimétrico proposto pela AOAC (2000), utilizando-se o kit-dietary fiber total, marca Sigma[®]. Este método está fundamentado na porção não hidrolisada do alimento que resiste à digestão enzimática sequencial com α -amilase, protease e amiloglicosidase e é insolúvel em etanol entre 78% e 98%.

Os resultados foram expressos em porcentagem de fibra, de acordo com a média de quatro repetições para cada amostra.

2.9 Determinação de substâncias antinutricionais no grão de chia

a) Nitratos

O conteúdo de nitrato (NO_3^-) foi determinado pelo método colorimétrico, conforme Cataldo et al. (1975), onde um complexo é formado pela nitração do ácido salicílico sob condições altamente ácidas, o qual é então lido em espectrofotômetro a 410nm em soluções básicas ($\text{pH} > 12$), e a absorvância do material é diretamente proporcional à quantidade de nitrato presente sem a ocorrência da interferência de íons amônio, nitrito ou cloro. O espectrofotômetro utilizado para as leituras foi modelo Nova 2000 UV.

b) Determinação de ácido oxálico

O ácido oxálico foi determinado pelo método titulométrico, de acordo com a AOAC (1990), no qual o antinutricional da amostra foi extraído a quente em HCl e ácido caprílico. Em seguida sofreu precipitação em etapas com adição de ácido tungstofosfórico, solução de oxalato de sódio e ácido sulfúrico. O ácido oxálico foi, então, quantificado por meio de titulação com permanganato de potássio.

c) Determinação de taninos

Os taninos do grão de chia foram extraídos pelo método de Swain e Hillis (1959), utilizando metanol (80%) como líquido extrator e identificados, de acordo com o método colorimétrico de Folin-Denis, conforme descrito pela AOAC (1990) e Deshpande e Salunke (1982). Este método fundamenta-se na intensidade de cor azul, produzida na redução do reagente Folin-Denis por taninos. Os valores são obtidos, após elaboração da curva padrão, utilizando absorvância a 760 nm. Os resultados foram expressos de acordo com a média de quatro repetições para cada amostra.

2.10 Perfil de ácidos graxos

A análise de ácido graxo, na porção lipídica do grão de chia, foi realizada em cromatógrafo a gás, modelo CG - 17 A Detector de Chama (FID), marca SHIMADZU.

2.10.1 Metodologia de extração dos ácidos graxos

Os ácidos graxos foram extraídos de acordo com a metodologia proposta por Folch, Less e Stanley (1957). Para tanto, foram homogeneizados 5 gramas de amostra com 50 mL de solução clorofórmio/metanol (2:1) + butilhidroxitolueno ($0,025\text{g.L}^{-1}$) por, aproximadamente, 3 minutos em politron na velocidade média. Após homogeneização, procedeu-se à filtração da amostra, utilizando filtros semi-qualitativos (de filtração rápida), transferindo-se o filtrado ao funil de separação (500 mL), ao qual foram acrescentados 10 mL de solução de cloreto de potássio (KCl 0,72%) e, após agitação manual, a solução permaneceu em repouso por 3 horas.

Após o repouso, foi observada a formação de duas fases com diferentes polaridades (polar e apolar). A parte polar foi descartada do funil de separação, restando apenas a parte apolar. À parte remanescente, foi-se acrescentado solução de cloreto de potássio (6 mL), permanecendo 12 horas em repouso. Após esse período, novamente foi descartada a parte polar, recolhendo-se a parte apolar em balão volumétrico de 50mL, completando-se o volume com clorofórmio.

Para a esterificação, 5 mL da solução obtida ao final das etapas anteriormente descritas foram transferidos para tubo de centrifuga falcon. Logo em seguida, o clorofórmio foi evaporado em banho-maria ($45\text{-}55^{\circ}\text{C}$) com nitrogênio gasoso. Foram adicionados 4 mL de NaOH 0,5M em metanol,

levando-se, na sequência, a amostra ao banho fervente por 5 minutos, resfriando-se o material em água gelada. Em seguida, a ele foram adicionados 5 mL de reagente esterificante, o qual foi levado por mais 5 minutos ao banho fervente e novamente resfriado em água gelada. Após resfriamento, foram adicionados 4 mL de NaCl saturado e 5 mL de hexano, deixando-se os sistemas em repouso por 10 minutos. A parte sobrenadante foi recolhida para frasco âmbar, evaporando-se o hexano com nitrogênio gasoso, em banho-maria a 45-55°C.

2.10.2 Condições cromatográficas

A análise de ácido graxo na porção lipídica do grão de chia foi realizada em cromatógrafo a gás modelo CG – 17 A Detector de Chama (FID), marca SHIMADZU. Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho é acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar Carbowax (30 m x 0,25 mm).

Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado com auxílio de seringa de 10 µL (Hamilton®) em sistema Split = 5. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 37,8 cm/s.

As temperaturas do injetor e do detector foram controladas isotérmicas em 220°C e 240°C. A temperatura inicial da coluna foi de 200°C (mantida por 2 minutos), aumentando em 4°C por minuto até atingir 240°C, totalizando 20 minutos de análise. O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,0 mL/minuto.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio do tempo de retenção do padrão correspondente.

2.10.3 Razão ômega-6/ômega-3

A razão ômega-6/ômega-3 foi calculada dividindo o percentual encontrado no perfil de ácidos graxos de ômega-6 pelo teor encontrado para ômega-3.

2.11 Análise de Aminoácidos

Os aminoácidos do grão de chia foram obtidos de acordo com metodologia descrita por Prates (2002). Para esta análise foi utilizada amostra de chia seca moída, com peso equivalente a 20 mg de proteína bruta. Colocou-se em um tubo de ensaio de 20 mL, com tampa rosqueável, acrescentaram-se 10 mL de HCl 6 N e deixou no ultrassom por 5 minutos. Retirou-se o ar do tubo, injetando nitrogênio gasoso por 30 segundos, rosqueou-se a tampa (bem vedada) e deixou em estufa a 110°C, por um período de 24 h. Retirou-se da estufa, deixou esfriar, filtrou em filtro Whatman nº 1 para balão de fundo redondo de 50 mL, lavando o filtrado com água Milli-Q. Esperou-se evaporar até quase seca, no evaporador rotatório, a 60°C. Transferiu-se a amostra para balão volumétrico de 10 mL e completou o volume utilizando tampão citrato pH 2,2. Tomou-se 1 mL e colocou em balão de 10 mL, completando o volume com tampão citrato pH 2,2. Verificou o pH, que estava entre 2,2 e 2,5. Tomou-se 1 mL da amostra em seringa descartável, filtrou em unidade filtrante Millex (membrana PTFE, 0,22 mm de diâmetro de poro e 13mm de diâmetro) e colocou no amostrador automático, para posterior injeção no analisador de aminoácidos.

Condições analíticas do analisador de aminoácidos: volume de injeção: 10 mL; temperatura de forno: 60°C; detector de fluorescência: EX 1 350 nm, EM 1 450 nm; coluna de separação: Shim-pack Amino-Na; coluna Trap de Amônia: Shim-pack ISC-30Na.

2.11.1 Determinação do escore químico de aminoácidos

Para a verificação dos aminoácidos limitantes existentes nas proteínas em estudo, foi realizado o escore químico de aminoácidos, mediante o cálculo do quociente de cada um dos aminoácidos essenciais (mg) contidos na proteína (g) teste pelo mesmo aminoácido contido na proteína de referência da Food and Agriculture Organization of The United Nations - FAO (2002), multiplicando, em seguida, o resultado por 100 (PELLETT; YOUNG, 1980).

$$\text{Escore químico} = \frac{\text{mg aminoácido essencial} / \text{g proteína teste}}{\text{mg aminoácido essencial} / \text{g proteína referência}} \times 100$$

2.12 Perfil de ácidos orgânicos

A amostra do grão de chia seco e triturado (5 gramas) foi colocada em erlenmeyers de 250 mL, sendo adicionados 50 mL de água ultra pura e esse material agitado no escuro por 45 minutos. Em seguida, foi filtrado em papel de filtro tipo Whatman 1. Os ácidos orgânicos foram identificados e quantificados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), por meio de um cromatógrafo da marca Shimadzu, com detector condutividade (CDD-6A), polaridade +, utilizando uma pré-coluna SHIM-PACK SPR-H(G) (50mm x 7.8mm) e duas colunas em série SHIM-PACK SPR-H (250mmx 7.8mm). O volume injetado da amostra foi de 20 µL.

Condições de análise: condição de separação: pré-coluna SHIM-PACK SPR-H(G) (50mm x 7.8mm) e duas colunas em série SHIM-PACK SPR-H (250mmx 7.8mm); fase móvel: 4mM ácido p-tolueno sulfônico; fluxo: 0,8mL/min; temperatura: 45°C.

Condições de detecção: reagente: 16mM Bis-Tris, 4mM ácido p-tolueno sulfônico e 100 μ M EDTA; fluxo: 0,8mL/min; detector: polaridade + e resposta: baixa; temperatura: 45°C

Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção, utilizando-se como comparação os tempos de retenção dos padrões.

2.13 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste Scott-Knott a 5% de significância para sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável total. As análises foram realizadas no software SISVAR (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição química aproximada do grão

Na Tabela 1 apresentam-se os valores médios da composição química aproximada dos grãos de chia e do grão livre do hidrocoloide após maceração.

Tabela 1 Composição química aproximada do grão de chia e do grão livre do hidrocoloide e respectivos desvios padrão

| Tratamentos | Umidade | Lipídios | Proteína | Fibra bruta | Cinzas | E.N.N* |
|-------------|-----------|------------|------------|-------------|-----------|------------|
| | | | | %MS** | | |
| GC*** | 6,49±0,09 | 30,22±1,93 | 22,78±0,74 | 11,45±7,19 | 6,16±0,07 | 29,39±2,63 |
| GLH**** | 8,13±0,09 | 26,93±0,35 | 27,71±0,27 | 9,50±0,63 | 3,39±0,08 | 32,47±2,50 |

* E.N.N = extrato não nitrogenado; ** MS = matéria seca; *** GC= grão de chia; ****GLH= grão de chia livre de hidrocoloide (pós-maceração)

O grão de chia mostrou conter quantidade considerada de lipídios (30,22 g/100g) e de proteína (22,78 g/100g). Observa-se que, após a maceração, a fração do grão livre do hidrocoloide e outros componentes que foram lixiviados apresentaram elevação nos teores de proteína e extrato não nitrogenado (ENN), enquanto os teores de lipídios, fibra bruta e cinzas mostraram-se reduzidos. Quando comparado com o grão intacto, provavelmente, houve lixiviação de ácidos graxos de cadeia curta para a fração coloidal, pois, de acordo com Silva e Silva (2000), esses ácidos graxos possuem capacidade de se solubilizarem na água. O tempo de exposição do grão de chia em água foi de 120 minutos, conforme estudo preliminar realizado por Muñoz et al. (2012) é o tempo médio no qual a chia atinge seu máximo de absorção de água.

O teor de umidade dos grãos de chia produzidos na Argentina e na Guatemala, segundo Ixtaina (2010), foi de 7,0±0,4%, e, ainda, Ferreira (2013)

encontrou valor de umidade de 7,8%, concentrações condizentes com os grãos “*in natura*” utilizados neste estudo.

Em estudo realizado por Álvarez-Chávez et al. (2008), o grão de chia “*in natura*”, originário das regiões de Sinaloa e Jalisco, no México, apresentou teores de lipídios de 25,5% e 29,7%, respectivamente. E, ainda, pesquisa realizada por Sandoval -Oliveros e Paredes -López (2013) com grãos de chia provenientes do México, foram verificados valores de lipídios correspondentes a 32,5%. Já em outro estudo, segundo Ferreira (2013), a concentração de lipídios foi de 22,1%. Essa discrepância dos resultados pode ser atribuída às diferenças de cultivo, pois quanto maior a altitude dos cultivares, maior é o teor de lipídeos contido no grão de chia (AYERZA, 2009).

Ferreira (2013) registrou teor de proteína igual ao apresentado neste estudo, ao considerar o grão de chia “*in natura*”, enquanto Ayerza e Coates (2011) verificaram que o percentual de proteína em grãos de chia, provenientes de três regiões da América do Sul, apresentaram concentrações de proteína entre 15,95 a 26,03%. Os mesmos autores observaram que essas divergências de valores estão relacionadas com as características dos ecossistemas em que foram cultivados. Sandoval-Oliveros e Paredes -López (2013) apresentaram teor de proteína de 22,7% em grãos de chia, sem nenhum processamento, quantidade similar ao da lentilha (23%), grão de bico (21%) e sementes oleaginosas. Esse fato demonstra que a chia é importante fonte de proteína, o que, em conjunto com o elevado teor de lipídios, especialmente, ômega-3, faz com que o potencial deste grão, para a saúde e nutrição, seja muito notável.

Em estudo conduzido por Rupflin (2011) o qual analisou a composição química de grãos de chia produzidos da Guatemala, foram encontrados os seguintes valores médios: 5,28% de umidade; 19,32% de proteína; 29,82% de lipídios; 5,24% de cinzas; 19,88% de fibra bruta e 40,34% de carboidratos;

percentuais bem próximos aos apresentados neste trabalho, com exceção do conteúdo de fibra e, conseqüentemente, de ENN.

Bushway, Belyea e Bushway (1981) avaliou, quimicamente, grãos de chia e obteve as seguintes proporções entre seus componentes: 4,31% de umidade; 26,3% de proteína; 29,8% de lipídios; 4,61% de cinzas; 18% de fibra bruta e 18,7% de carboidratos (não incluindo a fração fibra bruta), o que caracteriza este grão como um alimento de alto teor proteico, sendo interessante seu uso por indivíduos que necessitam de complementação de tal nutriente que se faz essencial para o organismo, em razão de suas propriedades estruturais e como componente de diversas substâncias fundamentais para o funcionamento do corpo.

A justificativa para a diminuição do teor de cinzas, de acordo com Tanya et al. (2006), é que as cinzas são perdidas por lixiviação. O processo de imersão do grão em grande volume de água por determinado tempo solubiliza os micronutrientes solúveis que são escoados junto com a água ao final do processo de maceração.

Com relação ao ENN, o teor encontrado foi de 23%, enquanto concentração registrada por Ferreira (2013) foi de 42%. Ainda, ao comparar com outras fontes vegetais, como linhaça, esses valores variaram entre 34,8% e 40,2% (HANDS, 1996; MOURA, 2008).

Dessa forma, o valor calórico médio apresentado nos grãos de chia avaliados foi de 454,7 kcal/100g. A média calórica está associada ao seu elevado teor de lipídios (30,22%). Segundo Filisett (2006), os lipídios têm densidade calórica igual a 9 kcal/g, 2,25 vezes mais em relação à proteína e ao carboidrato, que têm densidade calórica igual a 4 kcal/g. As fibras alimentares não são computadas nos cálculos de calorias dos alimentos por não serem digeridas, sendo assim, não disponibilizam energia.

3.2 Minerais

A caracterização de minerais do grão de chia “*in natura*” em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 Teores de minerais em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no grão de chia

| Minerais | $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de grãos de chia |
|----------------------|--|
| Macrominerais | |
| Potássio | 880 |
| Fósforo | 700 |
| Cálcio | 670 |
| Magnésio | 350 |
| Ferro | 7,86 |
| Microminerais | |
| Zinco | 6,7 |
| Manganês | 3,58 |
| Cobre | 1,83 |
| Nitrogênio | 0 |
| Enxofre | 0 |

Na Tabela 2, observa-se que o grão de chia apresenta consideráveis teores de minerais e a concentração de minerais encontrada em 100 g do grão de chia, em sua maioria, atende às necessidades nutricionais recomendadas para adulto saudável de acordo com as ingestões dietéticas de referência (DRI) (FAO, 1997, 2001, 2011).

A porção diária apresentada na embalagem do grão de chia (25 g) contém em média 220 mg de potássio, 175 mg de fósforo, 168 mg de cálcio, 87,5 mg de magnésio e 1,96 mg de ferro, o que atende em média 20% da recomendação diária destes minerais para o indivíduo adulto.

O grão de chia apresenta 880mg de potássio/100g e 700mg de fósforo/100g, cerca de 2 vezes mais potássio e fósforo do que alimentos

considerados ricos nesses nutrientes, como a banana e a sardinha, respectivamente. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP, 2006) a banana nanica possui 376 mg potássio/100g e a sardinha crua 294 mg de fósforo/100g.

No estudo de Brown (2003 citado por IXTAINA, 2010), o valor obtido para potássio foi de 700 mg.100g⁻¹ de matéria integral do grão de chia sendo inferior ao encontrado no presente estudo. Já para fósforo o teor encontrado pelo Instituto Nacional de Alimentos (2003) foi de 1067 mg.100g⁻¹, concentração superior ao avaliado neste trabalho. As diferenças entre os conteúdos minerais apresentados podem ser em virtude da região e da forma de cultivo, nutrição do solo dentre outros fatores.

A porção diária recomendada do grão de chia (25g) proporciona em média 220mg de potássio, lembrando que a AI para adulto é de 4700 mg ao dia, a chia contribui com 4,7% desta recomendação.

O grão de chia apresentou teor de 670 mg.100g⁻¹ de cálcio, essa concentração justifica o fato do grão de chia ser considerado excelente fonte de cálcio. Segundo a TACO (UNICAMP, 2006), 100 mL de leite de vaca integral (considerado referência e fonte desse mineral) contém 130 mg de cálcio em sua composição, valor próximo ao encontrado em uma porção de 25 g de chia.

Gohara et al. (2013) avaliaram o conteúdo de minerais na farinha de chia e encontraram teor de 889mg.100g⁻¹ de cálcio. Segundo Pereira (2007), as farinhas, de uma forma geral, tendem apresentar maior concentração de nutrientes, com exceção daqueles termolábeis como vitamina C e algumas do complexo B.

O ferro do grão de chia, assim como a maioria dos alimentos de origem vegetal, não atende às necessidades de Recomendação Diária Adequada (RDA) preconizadas pela FAO (2001).

Ainda mais que o ferro presente nos vegetais se encontra na forma férrica, o qual possui baixa capacidade de absorção intestinal, sendo necessária a presença de alimentos ricos em ácido ascórbico na mesma refeição para aumentar sua redução e conseqüente capacidade de absorção intestinal (COZZOLINO, 2012).

Em vários estudos, o grão de chia é comparado à linhaça, em função das várias características em comum que possuem. Por meio de análises realizadas por Novello e Pollonio (2011), verificou-se que o grão de chia apresenta maior teor dos minerais quando comparados aos teores de minerais da linhaça.

Por outro lado, é importante ressaltar que a biodisponibilidade de alguns minerais pode sofrer comprometimento no processo de absorção intestinal pela presença de componentes da alimentação (fitatos, oxalatos e taninos), que podem formar complexos insolúveis com alguns minerais, reduzindo sua absorção (GUÉGUEN; POINTILLART, 2000).

3.3 pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável

As médias dos valores de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) do grão de chia são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 Valores médios das características físicas e químicas de grãos de chia

| Tratamentos | pH | SS* (°Brix) | ATT** (% ácido fítico) |
|-------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| GC*** | 6,90 ^a | 8,50 ^b | 0,23 ^a |
| GLH**** | 5,99 ^a | 4,66 ^a | 0,18 ^a |

*SS = sólidos solúveis; **ATT = acidez titulável; ***GC = grão de chia; ****GLH = grão de chia livre do hidrocoloide. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A remoção do hidrocoloide promoveu diminuição significativa ($p < 0,05$) dos teores de sólidos solúveis (SS) dos grãos de chia em relação ao GC. Essa queda nos valores de SS é decorrente da transferência de solutos durante a maceração. Os teores de SS da mucilagem, obtida após a maceração dos grãos de chia “*in natura*”, foi 13,03°Brix, valores bem mais elevados que no grão. O pH deste gel formado foi de 6,60 e a ATT de 0,22%, valores que se mantiveram próximos ao encontrado nos grãos “*in natura*” e pós-maceração.

A diferença no pH, que foi mais elevado no GC, provavelmente, influenciou no resultado dos sólidos solúveis do grão e da mucilagem, em decorrência da melhora da solubilidade das proteínas. Os sólidos solúveis incluem os aminoácidos, além dos outros compostos constituintes, como açúcares, ácidos, vitaminas e algumas pectinas (PAIVA, 2012).

3.4 Fibra alimentar total

Na Tabela 4 estão apresentados os teores encontrados de fibra alimentar total (FAT), no grão de chia.

Tabela 4 Teores de fibra alimentar total em grãos de chia e grão de chia livre de hidrocoloide

| Grão de chia | FAT* (%) |
|--------------|--------------|
| GC** | 45,37 ± 0,68 |
| GLH*** | 50,95 ± 0,92 |

*FAT: fibra alimentar total; **GC: grão de chia; ***GLH: grão de chia livre de hidrocoloide

O conteúdo de FAT do GLH (50,95%) superou numericamente o GC (45,37%), uma vez que o processo de maceração tem poder de concentrar as fibras insolúveis, que, segundo vários autores, são as que estão presentes em

maiores quantidades no grão de chia (ALFREDO et al., 2009; CAPITANI et al., 2012; FERREIRA, 2013).

Em estudo realizado por Alfredo et al. (2009), o conteúdo total de fibras dietéticas (TDF) no grão de chia foi 56,46%, com a maior parte deste conteúdo representado pela fibra insolúvel (53,45%) e o restante por fibra solúvel (3,01%). Valores mais baixos foram relatados por Craig e Sons (2004), em grãos de chia “*in natura*”, com teor de fibra alimentar total de 33,91%.

Teores semelhantes ao mostrado nesta pesquisa foram relatados por Capitani et al. (2012) que apresentaram concentrações de FAT entre 44,11 e 52,26g.100g⁻¹, em grãos de chia “*in natura*”, variando de acordo com o método de extração da fração fibra.

Em estudo realizado por Ferreira (2013), nota-se que a maior parte do grão de chia é composto por fibras alimentares (cerca de 28% de sua composição total, resultado da somatória de fibras insolúveis e solúveis), sendo a porção insolúvel de maior representatividade (aproximadamente 26%). Esses dados estão de acordo com os de outros trabalhos, os quais concluíram que esse grão é constituído por, aproximadamente, 30% desse composto (CAHILL, 2003; MONROY-TORRES et al., 2008). Estes teores citados são menores do que aqueles encontrados nesta pesquisa, já que variações nutricionais podem ser atribuídas às diferenças entre as amostras quanto às linhagens e condições de cultivo, como temperatura, luz, tipo de solo e condições de nutrição, as quais exercem demasiada influência sobre a qualidade nutricional do grão (AYERZA, 2009), lembrando que os dados demonstrados referem-se a grãos produzidos em outros países, além de diferenças nos métodos de extração.

Os teores de fibras totais apresentados pelo grão de chia são extremamente favoráveis para seu uso na indústria de alimentos, como forma de enriquecer alimentos, ou o consumo do grão isolado, uma vez que o mesmo apresenta quantidades de fibras mais elevadas que demais sementes/cereais

amplamente reconhecidos como benéficos à saúde, como a linhaça (14-16%), quinoa (5-8%), amaranto (3-9%), aveia (13-15%), entre outros (COSTA; BORGES, 2005; FUJITA; FIGUEROA, 2003; GEWEHR et al., 2012; MOURA, 2008).

Pelo seu elevado teor de fibra alimentar, pode-se afirmar que o grão de chia é essencial para obtenção de efeitos benéficos relacionados ao trato digestório, como aumento do bolo fecal com evacuação adequada, auxiliando, também, na prevenção da obesidade, câncer de cólon, elevados níveis de colesterol e glicose sanguínea, além de possível aumento da saciedade por reduzir o trânsito gastrointestinal (MONTAGNE; PLUSKE; HAMPSON, 2003; PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005; VUKSAN et al., 2007).

A percentagem relativamente elevada de fibra insolúvel na chia sugere possíveis aplicações em produtos dietéticos. Este tipo de fibra é ligada à sensação de saciedade, uma vez que a fibra absorve a água que ocupa espaço no estômago e diminui a necessidade de consumir mais alimento. Também aumenta o volume e peso do bolo fecal, promovendo melhora no funcionamento do sistema digestório e prevenção de algumas doenças, tais como constipação e câncer de cólon.

Além disso, deve-se enfatizar que uma porção de 25g por dia do grão de chia, por exemplo, fornece, aproximadamente, 11g de fibra alimentar, ou seja, quase metade do total das necessidades de ingestão diária, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que preconiza a ingestão de 25 g/dia de fibras alimentares ao dia (BRASIL, 2003).

3.5 Antinutricionais

Na tabela 5 são apresentados os teores de algumas substâncias antinutricionais (ácido oxálico, nitrato e tanino) encontradas no grão de chia estudado.

Tabela 5 Média ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e desvio padrão do teor de substâncias antinutricionais naturalmente presente nos grãos de chia na matéria integral

| Substâncias antinutricionais ($\text{g}/100\text{g}$) | Teores ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) no grão de chia |
|--|--|
| Ácido oxálico | $674,0 \pm 0,027$ |
| Nitrato | $11,0 \pm 0,009$ |
| Tanino | $654,0 \pm 0,118$ |

Alguns alimentos são relatados como aqueles que contêm elevados teores de ácido oxálico, como o espinafre ($822 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e o chá preto ($690 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (FRANCO, 2003).

Como se pode observar na Tabela 5, o grão de chia deste estudo apresentou $674 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido oxálico e, no que diz respeito à porção diária observada no rótulo (25 g), esta contém 168 mg de ácido oxálico, valores abaixo do relatado nos alimentos citados por conterem elevados teores deste ácido.

O problema relacionado à ingestão de ácido oxálico é que ele interfere em elementos essenciais do corpo, como o ferro, o magnésio e, especialmente, o cálcio. O íon Ca^{2+} e o ácido oxálico reagem para formar oxalato de cálcio insolúvel, CaC_2O_4 e, assim, é facilmente excretado. Entretanto, a dose média que uma pessoa consome é cerca de 150 mg de ácido oxálico por dia, não afetando o funcionamento do organismo (COZZOLINO, 2012).

Com relação ao teor de nitrato apresentado no grão de chia, foi de $11 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de matéria integral. Esses teores são baixos ao se comparar com

alimentos considerados ricos em nitrato, sendo assim não inviabilizam seu uso. Em estudo com espinafre mostrou-se que o teor médio varia de 412 a 433 mg.100g de matéria fresca (KAMINISHI; KITA, 2006). Observa-se que os valores apresentados pelos referidos autores são 40 vezes maior que aqueles encontrados nos grãos de chia deste estudo, demonstrando que este grão não contém quantidades representativas desta substância antinutricional.

Um grande problema relacionado à presença de nitrato é a sua capacidade de se transformar em nitrito e este reagir com aminas secundárias, formando nitrosaminas, substâncias apontadas como carcinogênicas.

Pela Organização das Nações Unidas é relatado que o índice máximo de ingestão diária admissível de nitrato é de 5 mg.kg⁻¹ de peso e para o nitrito, 0,2 mg.kg⁻¹ (GALAN, 2009).

Com relação aos taninos, estudo realizado por Ferreira (2013) constatou teor de 5,109 mg.g⁻¹, valor próximo ao encontrado na presente pesquisa (6,54 mg.g⁻¹).

Na forma não oxidada, os taninos reagem com as proteínas por meio de ligações de hidrogênio e/ou ligações hidrofóbicas. Quando oxidados, os taninos se transformam em quinonas, as quais formam ligações covalentes com alguns grupos funcionais das proteínas (SGARBIERI, 1996).

Entretanto, Gondim et al. (2005) ressaltam que, apesar da ação negativa do tanino no valor nutritivo de certos vegetais, em particular, a redução de digestibilidade de proteínas, a inibição da ação de enzimas digestivas e interferência na absorção de ferro, é interessante considerar que o tanino, também, apresenta uma forte ação antioxidante que, provavelmente, poderá ser mais explorada em relação aos estudos na área de conservação de alimentos e ação no organismo humano.

Considerando os resultados deste estudo, pode-se dizer que a presença de antinutricionais no grão de chia não inviabiliza seu consumo por seres humanos e animais.

3.6 Perfil de ácidos graxos

Na Tabela 6 apresenta-se a composição de ácidos graxos (AG) em mg/g de lipídios totais em grãos de chia.

Tabela 6 Composição de ácidos graxos em grão de chia expresso em mg/g de lipídios totais

| Ácidos Graxos | Grão de chia (mg/g) |
|---------------------------|---------------------|
| Mirístico 14:0 | 0,67 ± 0,04 |
| Palmítico 16:0 | 66,39 ± 0,97 |
| Esteárico 18:0 | 24,07 ± 1,62 |
| Oleico 18:1 | 58,48 ± 0,82 |
| Linoleico 18:2 | 175,14 ± 2,47 |
| α -Linolênico 18:3 | 565,08 ± 2,19 |
| Beênico 22:0 | 0,55 ± 0,10 |
| AGS | 91,68 ± 1,83 |
| AGMI | 58,48 ± 2,07 |
| ômega-6 | 175,14 ± 2,47 |
| ômega-3 | 565,08 ± 2,19 |
| ômega-6/ômega-3 | 0,31 |

Observa-se na Tabela 6 que foram detectados no grão de chia teor de ácido graxo saturado (AGS) da ordem de 91,68 mg/g de lipídios totais e 798,7 mg/g de lipídios totais de ácidos graxos insaturados (AGI), sendo destes 58,48 mg/g de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI).

Na Tabela 6 demonstra-se que o ácido α -linolênico (C18:3, da família ômega-3) é o principal representante dos ácidos graxos presentes no grão de

chia, com, aproximadamente, 565 mg/g dos lipídios totais, seguido pelo ácido linoleico (C18:2) (175,14 mg/g), pertencente à família dos AG ômega-6. Esses dois AG são essenciais ao metabolismo humano, por não serem sintetizados pelo organismo e, portanto, imprescindíveis na dieta, sendo necessários para manutenção da integridade das membranas celulares, destacando os ácidos ômega-3 no cérebro e retina, como anti-inflamatórios, nas funções neurológicas, transmissão de impulsos nervosos, além de atuarem na transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, na síntese da hemoglobina e divisão celular.

A importância do grão de chia deve-se, também, ao fato dele possuir baixa razão ômega-6/ômega-3, sendo representada por 0,31. Conforme Perini et al. (2010), a razão entre a ingestão de n-6 e n-3 é importante já que o excesso de ácidos graxos de uma série na dieta pode inibir a dessaturação, acarretando em quantidades menores de ácido graxo da outra série. O excesso do ácido linoleico poderá impedir, por efeito de competição pela enzima $\Delta 6$ dessaturase, a transformação do ácido α -linolênico em seus derivados de cadeia longa, ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA). Isto causa o desbalanceamento dos ácidos graxos no organismo e a incorporação dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia muito longa nos tecidos, afetando o efeito terapêutico destes ácidos graxos em doenças crônicas.

As dietas ocidentais são exemplos do desequilíbrio de ácidos graxos, pois são ricas em ácidos graxos n-6 e baixas em ácidos graxos n-3, o que pode alterar a síntese dos eicosanoides, que são metabólitos oxigenados dos ácidos graxos essenciais compostos por prostaglandinas, leucotrienos, prostaciclina, tromboxanos e derivados dos ácidos graxos hidroxilados (PERINI et al., 2010).

Em estudos demonstra-se a importância dessa relação ômega-6:ômega-3, dentre eles a diminuição de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular, quando a razão n-6/n-3 na dieta foi de 4:1; a redução nas

inflamações decorrentes da artrite reumatoide, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve entre 3 a 4:1, condição que foi alcançada pela suplementação com ácidos eicosapentaenoico, docosahexaenoico e α -linolênico; a diminuição dos sintomas decorrentes da asma, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve ao redor de 5:1 e em 10:1 os sintomas foram intensificados (MARTIN et al., 2006).

Segundo Alvheim et al. (2012) e Lands (2012), um desequilíbrio da quantidade ingerida desses dois ácidos graxos pode acarretar em problemas cardiovasculares, trombozes, obesidade, desordens psíquicas, proliferação cancerígena, entre outros.

Entretanto, atualmente as populações ocidentais ingerem cerca de 15-17:1 desses ácidos graxos (SIMOPOULOS, 2008; STRANDVIK, 2011). Segundo Cicero et al. (2009) e Moghadam et al. (2013) citados por Ferreira (2013) e Vedtofte et al. (2012), um aumento frequente do consumo de grão de chia contribuiria para reduzir a razão de ingestão entre n6:n3, tendo em vista o elevado teor de ácido α -linolênico, presente neste grão, potencializando, inclusive, seu uso no desenvolvimento de produtos para enriquecimento dos respectivos teores de interesse.

Em estudo publicado por Bueno et al. (2010), no qual se utilizaram quatro lotes de grãos de chia, adquiridos em diferentes locais na Argentina, analisou-se o perfil de ácidos graxos e foram encontrados teores que corroboram com aqueles apresentados no grão produzido no Brasil e utilizado neste estudo, especialmente, o ácido α -linolênico com concentrações equivalentes a 58,0 e 56,5%, respectivamente.

Concentrações semelhantes de ácidos graxos em grão de chia, também, foram identificadas no estudo realizado por Ayerza e Coates (2011), do qual se destacam níveis de ômega-3 entre 56,93% e 64,75% (dependendo do ecossistema em que o grão foi plantado).

De acordo com Baxheinrich et al. (2012), o grão de chia apresenta, aproximadamente, 12,4% do seu peso total composto por ácido α -linolênico, ou seja, 20g do grão de chia pode fornecer 2,48g desse composto. Em um estudo com pacientes com síndrome metabólica concluiu-se que a ingestão de 3,5g/dia de ácido α -linolênico resultou em menores concentrações do colesterol total, triacilgliceróis plasmáticos e LDL-colesterol, níveis de insulina e de pressão sanguínea diastólica. Isso aponta em uma melhora na redução perfil de risco cardiovascular global, o qual, teoricamente, também, seria quase alcançado com a ingestão de 20g do grão de chia ao dia.

3.7 Perfil de Aminoácidos

A composição em aminoácidos essenciais e não essenciais do grão de chia, e o padrão FAO (2002) para adultos, encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 Conteúdo de aminoácido (mg/g de proteína) no grão de chia

| Aminoácidos | Padrão FAO (2002) (mg/g de proteína) | Conteúdo de aminoácidos grão de chia (mg/g de proteína) |
|---------------------------|---|---|
| Adultos 2002 | | |
| Essenciais | | |
| Histidina | 15 | 18,6 |
| Isoleucina | 30 | 30,03 |
| Leucina | 59 | 49,1 |
| Lisina | 45 | 43,2 |
| Sulfurados (Met + cys) | 22 | 33,9 |
| (Phe + Tyr) | 38 | 47,75 |
| Treonina | 23 | 43,2 |
| Triptofano | 6 | 24,7 |
| Valina | 39 | 40,8 |
| Não essenciais | | |
| Arginina | - | 68,8 |
| Alanina | - | 43,6 |
| Ácido aspártico | - | 58,9 |
| Ácido glutâmico | - | 263,8 |
| Glicina | - | 21,4 |
| Prolina | - | 42,2 |
| Serina | - | 40,4 |

Conforme observado na Tabela 9, o grão de chia possui elevado teor de ácido glutâmico e arginina. Considerando o perfil de aminoácido do grão de chia em estudo, este excedeu os níveis mínimos de aminoácidos essenciais dos padrões de referência FAO (2002), exceto para os aminoácidos leucina e lisina. A exigência de recomendação de aminoácidos para lactentes foi cerca de 100% satisfatória para os aminoácidos sulfurados e triptofano. Por outro lado, a recomendação exigida foi melhor atingida para os adultos, chegando a 100% da exigência em quase todos os aminoácidos essenciais, exceto leucina e lisina. Já é bastante elucidado na literatura que os cereais têm como aminoácido limitante a

lisina, desse modo, as proteínas da chia não se enquadram como proteínas de alto valor biológico.

De acordo com a FAO (2002), é necessário avaliar o perfil de aminoácidos para se determinar a qualidade de uma proteína, seja ela vegetal ou animal.

Observa-se que o grão de chia apresenta teor favorável de aminoácidos sulfurados, valores esses acima dos encontrados em outras fontes vegetais, como quinoa (29,5 mg/g de proteína), arroz (36 mg/g de proteína) e linhaça (23 mg/g de proteína) (LEÓN; ROSELL, 2007; WRIGHT et al., 2002). Esses aminoácidos são importantes pelo fato de que a metionina é doadora de radicais metil, necessários à biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina. Estes, por sua vez, são componentes corporais fundamentais ao crescimento e, além disso, a metionina pode ser catabolisada à cistina. Esse catabolismo tem como função principal remover o excesso de metionina e suprir a deficiência de cistina. Alguns autores demonstraram que os aminoácidos sulfurados são limitantes nas leguminosas (FERREIRA, 2013).

Os teores de aminoácidos apresentados condizem com o de outros autores que, também, avaliaram o perfil de aminoácidos da chia, os quais identificaram teores mais elevados de ácido glutâmico. De acordo com Ayerza e Coates (2005), Ferreira (2013) e Olivos-Lugo, Valdivia-López e Tecante (2010), os valores apresentados de ácido glutâmico foram, respectivamente 219,78; 123 e 124 mg/g de proteína e com relação à arginina 97,88; 80,6 e 89,0 mg/g, respectivamente.

Segundo Auclair e Richard (2013), o ácido glutâmico é responsável pela síntese de metabólitos como o piruvato e oxaloacetato, os quais estão envolvidos na gliconeogênese. O glutamato ingerido é 95% absorvido rapidamente no intestino, sendo o principal responsável pela produção energética utilizada por este órgão.

Os valores obtidos do escore químico (Tabela 8) permitiram determinar os aminoácidos limitantes no grão de chia. Uma proteína, que apresenta escore químico maior que 100%, para todos os aminoácidos, é considerada de alto valor nutricional e o aminoácido, que apresentar escore químico menor que 100%, é chamado de limitante.

Tabela 8 Escore químico das proteínas do grão de chia, tendo como referência a proteína-padrão FAO (2002)

| Aminoácidos essenciais | Padrão FAO (2002) (mg de aminoácidos/g de proteína) | Escore químico de aminoácido (%) |
|---------------------------|--|----------------------------------|
| Histidina | 15 | 124 |
| Isoleucina | 30 | 100 |
| Leucina | 59 | 83 |
| Lisina | 45 | 96 |
| Sulfurados (Met + cys) | 22 | 154 |
| Aromáticos (Phe + Tyr) | 38 | 126 |
| Treonina | 23 | 188 |
| Triptofano | 6 | 412 |
| Valina | 39 | 105 |

Pelo escore químico de aminoácidos essenciais, para o grão de chia, demonstra-se que a leucina e a lisina são os aminoácidos limitantes, com 83% e 96%, respectivamente. Os mesmos foram considerados como limitantes, também, no estudo realizado por Sandoval -Oliveros e Paredes-López (2013) os quais determinaram teores de 41,5 mg/g de proteína para leucina e 29,9 mg/g de proteína para lisina.

O padrão de aminoácido proposto pela FAO (2002) deve ser utilizado para avaliar a qualidade proteica da dieta. Portanto, a proteína da chia pode ser utilizada na alimentação de indivíduos adultos, mas deve ser complementada

com outros alimentos, como feijão (para suprir lisina) e arroz (rico em leucina) (FERREIRA, 2013).

3.8 Perfil de ácidos orgânicos

Na Tabela 9 apresentam-se os teores de ácidos orgânicos em grão de chia na matéria integral.

Tabela 9 Teores de ácidos orgânicos em grão de chia na matéria integral

| Ácidos orgânicos | Quantidade dos ácidos orgânicos no grão de chia na matéria integral (g.100g ⁻¹) |
|------------------|---|
| Ácido oxálico | 14,88±0,13 |
| Ácido fítico | 408,05±3,18 |
| Ácido málico | 4,8±0,13 |

Observa-se na Tabela 11 que o ácido orgânico apresentado em maior quantidade no grão de chia, produzido no Brasil, foi o ácido fítico (408,05 g.100g⁻¹). Estudo sobre os ácidos orgânicos no grão de chia foi realizado por Ferreira (2013) e demonstrou teores de ácido fítico de 732,7±1,09 mg.100g⁻¹.

A quantidade de ácidos orgânicos varia, consideravelmente, entre espécies vegetais e cultivares, é, também, influenciada pelo local, clima, solo etc.

A natureza e a concentração de ácidos orgânicos são importantes fatores que influenciam as características sensoriais de alimentos. O efeito dos ácidos orgânicos sobre o sabor resulta em acidez, o que se traduz a percepção de doçura. De fato, a proporção de conteúdo em ácidos orgânicos ao do açúcar é utilizada como um indicador de maturação em frutas e vegetais (NAWIRSKA-OLSZAŃSKA et al., 2014).

Ácidos orgânicos exercem efeito alcalinizante sobre o corpo humano, inibe o crescimento da microflora indesejável, bem como influenciam o curso de processos metabólicos. Adicionalmente, em função de sua atividade antioxidante, os ácidos orgânicos desempenham um papel protetor contra várias doenças. Alguns ácidos orgânicos, com exceção do ácido oxálico, melhoram a absorção do ferro não-heme dos alimentos de origem vegetal (NAWIRSKA-OLSZAŃSKA et al., 2014).

4 CONCLUSÕES

A maceração dos grãos de chia provocou redução de lipídios e aumento dos glicídios e das proteínas. Considerando, ainda, este processo, observou-se queda no teor de açúcares nos grãos, porém, elevou-se, consideravelmente, o teor de fibras alimentares nos mesmos.

O grão de chia brasileiro é rico em ácidos graxos essenciais, principalmente, ácido linolênico e os teores da maioria dos aminoácidos essenciais, presentes no grão, atingem a recomendação da FAO em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de proteína. Os grãos de chia parecem não possuir fatores antinutricionais que impeçam seu consumo pelo homem, de acordo com as recomendações.

REFERÊNCIAS

- ALFREDO, V. O. et al. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). **LWT - Food Science and Technology**, Lausanne, v. 42, n. 1, p. 168-173, Jan. 2009.
- ALVAREZ-CHAVEZ, J. A. et al. Wide wavelength-tuning of a double-clad Yb³⁺-doped fiber laser based on a fiber Bragg grating array. **Laser Physics Letters**, Amsterdam, v. 4, n. 12, p. 880-883, July 2007.
- ÁLVAREZ-CHÁVEZ, L. M. et al. Chemical characterization of the lipid fraction of mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v. 11, n. 1, p. 687-697, Aug. 2008.
- ALVHEIM, A. R. et al. Dietary linoleic acid elevates endogenous 2-AG and anandamide and induces obesity. **Obesity**, Bergen, v. 20, n. 10, p. 1984-1994, 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 17th ed. Virginia, 2000. 116 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association**. 12th ed. Washington, 1990. 1140 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11th ed. Washington, 1992. 1115 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, 1998. 1094 p.
- AUCLAIR, Y.; RICHARD, S. The role of arginine methylation in the DNA damage response. **DNA Repair**, Montréal, v. 12, n. 7, p. 459-465, 2013.
- AYERZA, R. Effects of seed color and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 87, n. 10, p. 1161-1165, May 2010.

AYERZA, R. The seed's protein and oil content, fatty acid composition and growing cycle length of a single genotype of Chia (*Salvia hispanica* L.) as affected by environmental factors. **Journal of Oleo Science**, Tucson, v. 58, n. 7, p. 347-354, Mar. 2009.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chia**: rediscovering a forgotten crop of the Aztecs. Tucson: The University of Arizona, 2005. 215 p.

AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, London, v. 34, n. 2, p. 1366-1371, Sept. 2011.

BAXHEINRICH, A. et al. Effects of a rapeseed oil-enriched hypoenergetic diet with a high content of α -linolenic acid on body weight and cardiovascular risk profile in patients with the metabolic syndrome. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 108, n. 4, p. 682-691, Aug. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de alimentação e nutrição**. 2. ed. rev. Brasília, 2003. 144 p.

BUENO, M. et al. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Santiago, v. 9, n. 3, p. 221-227, 2010.

BUSHWAY, A. A.; BELYEA, P. R.; BUSHWAY, R. J. Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 5, p. 1349-1350, Sept. 1981.

CAHILL, J. P. Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). **Economic Botany**, New York, v. 57, n. 4, p. 604-618, 2003.

CAPITANI, M. I. et al. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT - Food Science and Technology**, Lausanne, v. 45, n. 1, p. 94-102, Jan. 2012.

CATALDO, D. A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant-tissue by nitration of salicylic-acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 6, p. 71-80, 1975.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003. 208 p.

COSTA, D. M. A.; BORGES, A. S. Avaliação da produção agrícola do amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). **Holos**, Natal, v. 21, p. 97-111, maio 2005.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. Barueri: Manole, 2012. 1368 p.

CRAIG, R.; SONS, M. **Application for approval of whole chia (*Salvia hispanica L.*) seed and ground whole chia as novel food ingredients**: advisory committee for novel foods and processes. Ireland: D. Armstrong, 2004. 29 p.

DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 2, p. 491-497, Mar. 1982.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion of the panel on dietetic products nutrition and allergies on a request from the European Commission on the safety of 'chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole chia seed' as a food ingredient. **The EFSA Journal**, Parma, n. 996, p. 1-2, Mar. 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 4, p. 36-41, jul. 2008.

FERREIRA, T. R. B. **Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães**. 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

FILISSETTI, T. M. C. C. Fibra alimentar: definição e métodos analíticos. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. (Ed.). **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos**. São Paulo: USP, 2006. p. 255-286.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 1, n. 1, p. 497-509, Jan. 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATIONS. **Carbohydrates in human nutrition**: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Rome, 1997. 140 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATIONS. **Dietary reference intakes (DRIs) for calcium and vitamin D**. Washington: National Academy, 2011. 1116 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington: National Academies, 2002. 1357 p. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Energy/energy_full_report.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATIONS. Human vitamin and mineral requirements. In: REPORT JOINT FAO/OMS, EXPERT CONSULTATION, 7., 2001, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: FAO, 2001. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.HTM>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.

FUJITA, A. H.; FIGUEROA, M. O. R. Composição centesimal e teor de β-glucanas em cereais e derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 116-120, maio/ago. 2003.

GALAN, A. G. **Estudo da farinha e da goma de algaroba (*Prosopis spp*)**. 2009. 166 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

GEWEHR, M. F. et al. Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campo Bom, v. 15, n. 4, p. 280-287, 2012.

GOHARA, A. K. et al. Chemometric methods applied to the mineral content increase in chocolate cakes containing chia and azuki. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 24, n. 5, p. 771-776, 2013.

GONDIM, J. A. M. et al. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005.

GUÉGUEN, L.; POINTILLART, A. The bioavailability of dietary calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, Jouy-en-Josas, v. 19, n. 2, p. 119S-136S, Mar. 2000.

HANDS, E. S. Lipid composition of selected foods. In: HUI, Y. H. (Ed.). **Bailey's industrial oil and fat products**. 5th ed. New York: Wiley, 1996. p. 441-505.

INSTITUTO NACIONAL DE ALIMENTOS. **Análisis fisicoquímico de semillas de chía**. Buenos Aires, 2003. 1 p.

IXTAINA, V. Y. **Caracterización de la semilla e el aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido mediante distintos procesos**: aplicación en tecnología de alimentos. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2010. 275 p.

KAMER, J. H. van de; GINKEL, L. van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.

KAMINISHI, A.; KITA, N. Seasonal change of nitrate and oxalate concentration in relation to the growth rate of spinach cultivars. **HortScience**, Alexandria, v. 41, n. 7, p. 1589-1595, Dec. 2006.

LANDS, B. Consequences of essential fatty acids. **Nutrients**, Westchester, v. 4, n. 9, p. 1338-1357, Sept. 2012.

LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. **De tales harinas, tales panes**: granos, harinas y productos de panificación en iberoamérica. Córdoba: H. Báez, 2007. 480 p.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUSMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 13. ed. São Paulo: Elsevier, 2013. 1256 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios de aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Maringá, v. 19, n. 6, p. 761-770, nov./dez. 2006.

MONROY-TORRES, R. et al. Protein digestibility of chia seed *Salvia hispanica* L. **Revista de la Facultad de Salud Pública y Nutrición**, Guanajuato, v. 9, n. 1, p. 1870-2008, 2008.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interaction between dietary fibre and the mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Rennes Cedex, v. 108, n. 1/4, p. 95-117, 2003.

MOURA, N. C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. 2008. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 108, n. 1, p. 216-224, Jan. 2012.

NAWIRSKA-OLSZĄŃSKA, A. et al. Characteristics of organic acids in the fruit of different pumpkin species. **Food Chemistry**, Oxford, v. 148, p. 415-419, Apr. 2014.

NIEMAN, D. C. et al. Chia seed supplementation and disease risk factors in overweight women: a metabolomics investigation. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, Greenbelt, v. 18, n. 7, p. 700-708, July 2012.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Caracterização e propriedades da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e subprodutos. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 317-330, 2011.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology International**, London, v. 16, n. 1, p. 89-96, Feb. 2010.

PAIVA, A. P. et al. Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, jun. 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542012000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 4 ago. 2014.

- PELLET, P. L.; YOUNG, V. R. Evaluation of protein quality in experimental animals. In: _____. **Nutritional evaluation of protein foods**. Tokyo: The United Nations University, 1980. p. 41-57.
- PEREIRA, M. C. A. **Influência do consumo de farinhas da polpa e casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos**. 2007. 138 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- PERINI, J. Â. de L. et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 6, dez. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732010000600013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 4 ago. 2014.
- PIMENTEL, B. M. V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B. P. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005. 95 p.
- PRATES, H. T. **Metodologia para análise de aminoácidos protéicos em grãos de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002. 21 p. (Documentos, 22).
- RUPFLIN, D. I. A. Caracterização como ingrediente. **Revista de la Universidad del Valle de Guatemala**, Guatemala, v. 23, n. 1, p. 43-49, 2011.
- SANDOVAL-OLIVEROS, M. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Isolation and characterization of proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica L.*). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 61, n. 1, p. 193-201, Jan. 2013.
- SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 57 p.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. da. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 3-9, jan./abr. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v13n1/7917.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2014.
- SIMOPOULOS, A. P. The importance of the omega-6/ omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, New York, v. 233, n. 6, p. 674-88, June 2008.

STRANDVIK, B. The ômega-6/ômega-3 ratio is of importance.

Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, Boston, v. 85, n. 6, p. 405-406, 2011.

SWAIN, T.; HILLIS, W. G. The phenolic constituents of *Prunus domestica*: the quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 10, n. 1, p. 63-68, Jan. 1959.

TANYA, A. N. et al. Physicochemical and sensory analysis of fermented flour “kumkum” from three improved and one local cassava varieties in the adamawa province of cameroon. **Pakistan Journal of Nutrition**, Punjab, v. 5, n. 4, p. 355-358, June 2006.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas, 2006. 113 p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=ta_co_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2013.

VEDTOFTE, M. S. et al. The role of essential fatty acids in the control of coronary heart disease. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, Copenhagen, v. 15, n. 6, p. 592-596, 2012.

VUKSAN, V. et al. Supplementation of conventional therapy with the novel grain *Salvia* (*Salvia hispanica* L.) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. **Diabetes Care**, Toronto, v. 30, n. 11, p. 2804-2810, Nov. 2007.

WRIGHT, K. et al. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. **Journal of Food Science**, Provo, v. 67, n. 4, p. 1383-1385, 2002.

CAPÍTULO 3 Tempo e temperatura de armazenamento não afetam a atividade antioxidante e teor de fenólicos em grãos de chia

RESUMO

As condições de armazenamento pós-colheita e os fatores envolvidos no processamento, como tempo e temperatura, interferem na atividade antioxidante de vários compostos. Objetivou-se neste estudo verificar o efeito do tempo e temperatura de armazenamento do grão de chia “*in natura*” na atividade antioxidante do mesmo, durante período médio de 28 dias e, assim, obter resultados que possam ser úteis na orientação ao consumidor deste grão. O teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante total dos grãos foram determinados por DPPH e Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico. O teor de compostos fenólicos nos grãos de chia do dia 0 (controle) foi de $488,8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, não foi observada diferença significativa nos demais dias analisados. O potencial do grão de chia em sequestrar radicais livres foi expresso como concentração final do extrato necessária para o radical DPPH presente na solução sequestrar 50% dos radicais com resultados de 0,75 a $0,94 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ entre os dias 0 e 28. Enquanto a atividade antioxidante total na matéria integral dos grãos de chia armazenados em diferentes temperaturas, avaliada pelo método Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico, teve sua maior concentração ($1,60 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) no grupo controle. Foi possível evidenciar que os grãos de chia armazenados por 28 dias tanto na temperatura ambiente quanto refrigerado não sofreram alterações importantes na composição de compostos fenólicos e na atividade antioxidante total dos mesmos.

Palavras-chave: Antioxidantes. Radicais livres. DPPH.

ABSTRACT

Post-harvest storage conditions and the factors involved in processing, such as time and temperature, interfere in the antioxidant activity of many compounds. This work aimed at verifying the effect of time and temperature of storing *in natura* chia seeds over their antioxidant activity, during the average period of 28 days and, thus, obtaining the results, which might be useful in orienting consumers of this seed. The content of total phenolics and the total antioxidant activity of the seeds were determined by DPPH and β -carotene/Linoleic Acid system. The content of phenolic compounds in the chia seeds from day 0 (control) was of $488.8 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, and there was no significant difference observed in the remaining analyzed days. The potential of the chia seed in sequestering free radicals was expressed as final extract concentration necessary for the DPPH radical present in the solution to sequester 50% of the radicals with results from 0.75 to $0.94 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ between the days 0 and 28. While the total antioxidant activity of the whole matter of the chia seeds stored in different temperatures evaluated by the β -carotene/Linoleic Acid system presented its highest concentration ($1.60 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) in the control group. It was possible to show that the chia seeds stored for 28 days, in environment temperature as well as refrigerated, do not suffer important changes in the composition of phenolic compounds and in total antioxidant activity of the same.

Keywords: Antioxidants. Free radicals. DPPH.

1 INTRODUÇÃO

São inúmeros os fatores que influenciam na estabilidade dos alimentos, dentre eles a temperatura de armazenamento, incidência de luz e disponibilidade de oxigênio. Durante o armazenamento, o alimento sofre alterações que podem modificar seu valor nutritivo, como a redução do percentual de substâncias antioxidantes.

As condições de armazenamento pós-colheita e os fatores envolvidos no processamento, como tempo e temperatura, interferem na atividade antioxidante de vários compostos.

O consumo de alimentos ricos em antioxidantes reduz os fatores de risco de DCNT, e alimentos vegetais que sejam fonte destes compostos, como a chia e linhaça, têm sido cada vez mais procurados para o consumo humano (NIEMAN et al., 2012).

Os antioxidantes são compostos que protegem o sistema biológico contra os efeitos nocivos de processos ou reações que possam causar a oxidação excessiva. A produção contínua de radicais livres, durante os processos metabólicos, levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidantes para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos. Além dos efeitos protetores do sistema de defesa antioxidante endógeno, produtos naturais com atividade antioxidante são muito importantes para atenuar os danos oxidativos e, desta maneira, realizar as defesas do organismo (KANTER, 1998).

As características antioxidantes da vitamina C, da vitamina E, dos carotenoides e dos compostos fenólicos os tornam susceptíveis à degradação por oxidação, que pode ser influenciada pela presença de oxigênio, luz, calor e íons metálicos.

Conservar as propriedades antioxidantes dos alimentos e qualidades nutricionais é uma busca cada vez mais constante no campo da ciência dos alimentos. No entanto, ainda não se sabe qual a influência do tempo de armazenamento, da temperatura e da luminosidade sobre compostos antioxidantes responsáveis por algumas das propriedades benéficas da chia.

Existe a necessidade de orientar o consumidor sobre a forma de armazenamento do produto, após a abertura da embalagem e quanto à temperatura e tempo de estocagem nos domicílios. Por esta razão, faz-se necessário avaliar se a temperatura e tempo de armazenamento prejudicaram a atividade antioxidante deste grão.

1.1 Objetivo

Verificar o efeito do tempo e temperatura de armazenamento do grão de chia “*in natura*” na sua atividade antioxidante, durante período médio de 28 dias e, assim, obter resultados que possam ser úteis na orientação ao consumidor deste grão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os grãos de chia foram retirados da embalagem de origem (tempo 0), na qual ficavam protegidos da luz e, em seguida, foram envasados em frascos de vidro incolor, dos quais dois foram mantidos à temperatura média de 22°C e um sob refrigeração a 5°C. Daqueles que foram armazenados à temperatura de 22°C, um foi envolto em papel alumínio, ficando protegido da luz e o outro não foi protegido, recebendo, assim, a luminosidade natural do dia, conforme demonstrado na Figura 1. Foram armazenados três frascos para cada tratamento e para cada tempo e foi considerada como controle a abertura da embalagem original (metalizada) dos grãos de chia.

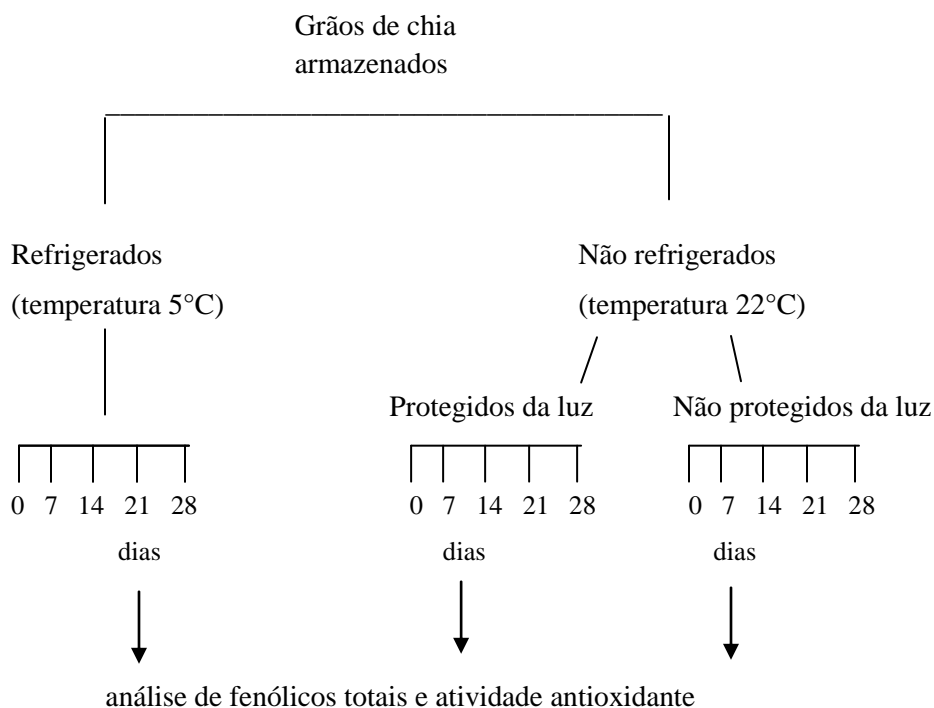


Figura 1 Fluxograma dos procedimentos para realização das análises de fenólicos totais e determinação da atividade antioxidante no grão de chia

A cada sete dias as amostras eram moídas em moinho multiuso da marca Tecnal para o preparo do extrato e posteriores análises até completar o período de 28 dias.

2.1 Obtenção dos extratos

Obtiveram-se os extratos de cada amostra submetida a diferentes condições e tempos de armazenamento para realização das análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método DPPH e Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico. Pesaram-se três gramas das amostras, aos quais foram adicionados 20mL de álcool metílico 50% em erlenmeyer de 125mL. Essa mistura foi homogeneizada por 1 minuto e deixada sob agitação por 1 hora, à temperatura ambiente, protegido da luz, em mesa agitadora orbital modelo SL 180/A da Solab. Após este período, a mistura foi centrifugada a 4.100 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado e foram adicionados 20 mL de acetona 70% ao resíduo. Este foi homogeneizado por 1 minuto e deixado sob agitação por 1 hora. Em seguida foi centrifugado a 4.100 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado, adicionado ao primeiro sobrenadante e o volume completado para 50 mL com água destilada. As extrações foram conduzidas em 4 repetições.

2.2 Compostos fenólicos nos grãos de chia

O teor de fenólicos totais foi avaliado pela metodologia de Waterhouse (2002), empregando o reagente de Folin-Ciocalteu. Uma alíquota de 0,5 mL de extrato de cada amostra foi adicionada aos tubos de ensaio, contendo 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10% (v/v) e, após 3 minutos, adicionaram-se 2 mL da solução de carbonato de sódio 4% (v/v). Os tubos foram agitados e deixados em

repouso por 2 horas, à temperatura ambiente, ao abrigo da luz. A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida, espectrofotometricamente, na faixa de absorção de 750nm. Para o branco, foram utilizados os mesmos reagentes, substituindo o extrato da amostra pelo metanol. Uma curva padrão de ácido gálico foi utilizada e os resultados calculados em mg de equivalente de ácido gálico por 100g de amostra (mgEAG.100g⁻¹). As reações foram conduzidas em triplicada.

2.3 Atividade antioxidante *in vitro* nos grãos de chia

A atividade antioxidante total (AAT) foi realizada por dois diferentes métodos: método DPPH, criado por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) e Rufino et al. (2007), com adaptações, que é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm, e o sistema β -caroteno/ácido linoleico, desenvolvido por Marco (1968) e modificado por Miller (1971) sendo adotados os procedimentos propostos por Rufino et al. (2006) que se trata de um ensaio espectrofotométrico baseado na oxidação (descoloração) do β -caroteno induzida pelos produtos de degradação oxidativa do ácido linoleico.

2.3.1 Atividade antioxidante pelo método DPPH

O preparo da solução de DPPH se deu dissolvendo 2,4 mg de DPPH em álcool metílico e completando o volume para 100 mL em um balão volumétrico com álcool metílico, homogeneizou-se e transferiu-se para um frasco de vidro âmbar. Após o preparo da solução, adicionou-se 0,1 mL de cada extrato das amostras na concentração de 0,2 mg.mL⁻¹ a 3,8 mL de solução de DPPH. As leituras foram realizadas, após estabilização da absorbância, em

espectrofotômetro, modelo Nova 2000 UV a 515 nm. Os resultados foram encontrados por meio do cálculo dos valores de EC₅₀ (concentração do extrato necessária para reduzir 50% do radical DPPH) dos extratos. Foi calculada a atividade antioxidante, em diferentes concentrações, de forma a traçar uma curva linear entre a capacidade antioxidante do respectivo extrato e sua concentração. Obteve-se a equação da reta para cálculo do EC₅₀.

2.3.2 Atividade Antioxidante Total pelo Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico

Para o preparo da solução sistema β -caroteno/ácido linoleico, utilizaram-se 50 μ L de β -caroteno, diluído em clorofórmio (20 g L⁻¹), aos quais adicionaram-se 40 μ L de ácido linoleico, 530 μ L de Tween 40 e 1 mL de clorofórmio. O clorofórmio foi evaporado e acrescentou-se água saturada de oxigênio até obter absorvância entre 0,6 nm e 0,7 nm, a 470 nm, segundo técnica citada por Rufino et al. (2006), com modificações. A solução sistema apresentou uma coloração amarelo-alaranjada, estando sempre protegida da luz e foi prontamente utilizada.

Para determinar a AAT, seguiram-se os procedimentos citados por Rufino et al. (2006), onde, em tubos de ensaio, 5,0 mL dessa solução sistema foram adicionados a 0,4 mL de amostra, sendo realizadas duas leituras, uma no tempo 2 minutos e a outra após 120 minutos de repouso no banho-maria a 40°C. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro modelo Nova 2000 UV a 470 nm. Calculou-se o percentual de inibição da oxidação do β -caroteno (%I):

$$(\%I) = (Ac - Am) \cdot 100 / Ac;$$

Ac = absorvância inicial do controle – absorvância final do controle

Am = absorvância inicial da amostra – absorvância final da amostra

Os resultados finais foram expressos em EC₅₀.

2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. As análises foram feitas no software SISVAR (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Compostos fenólicos

Na Tabela 1 são apresentados os teores de fenólicos totais nos grãos de chia, armazenados por 28 dias na temperatura média de 22°C, protegidos da luz e não protegidos da luz e, ainda, aqueles armazenados refrigerados a 5°C.

Tabela 1 Teores de compostos fenólicos totais (mg EAG.100g⁻¹) na matéria seca do grão de chia armazenado por 28 dias em temperaturas de 22°C e 5°C

| Tratamentos | Teores de compostos fenólicos totais (mg EAG.100g ⁻¹) | | | | |
|-------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Dias de armazenamento do grão de chia | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Controle | 488,8 ^a | | | | |
| GCNP* | | 518,0 ^{Ab} | 513,7 ^{Aa} | 498,4 ^{Aa} | 550,1 ^{Aa} |
| GCP** | | 456,0 ^{Aa} | 503,0 ^{Aa} | 494,8 ^{Aa} | 539,4 ^{Aa} |
| GCR*** | | 535,5 ^{Bb} | 471,6 ^{Aa} | 487,3 ^{Aa} | 597,5 ^{Ca} |

*GCNP = grãos de chia não protegidos da luz à temperatura média de 22°C; **GCP = grãos de chia protegidos da luz à temperatura média de 22°C; ***GCR = grãos de chia refrigerados à temperatura média de 5°C. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro de cada linha, e mesma letra minúscula em cada coluna, não diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knot, a 5% de significância.

Conforme apresentado na Tabela 1, os teores médios de compostos fenólicos (em mg.100g⁻¹ da amostra) dos grãos de chia à temperatura de 22°C não protegidos da luz (GCNP) não diferiram, significativamente, entre si (P>0,05) com relação ao tempo de armazenamento. Como observado, o teor de compostos fenólicos no controle (488,8) não apresentou diferença significativa (P>0,05) quando comparado com os teores encontrados no 28º dia de armazenamento (550,1). A ausência de luz nos grãos de chia armazenados na temperatura média de 22°C não afetou as concentrações de fenólicos totais, que

se mantiveram relativamente estáveis durante os 28 dias de estocagem. Isso é confirmado ao comparar o GCNP e GCP com o controle (tempo 0) verificando que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre estes tratamentos, com relação aos teores de fenólicos totais nos grãos.

O teor de fenólicos totais variou significativamente ($P<0,05$) nos grãos de chia armazenados sob refrigeração. Com o passar do tempo foi possível observar pequena queda nas concentrações de fenólicos totais no 14° e 21° dia, com posterior aumento na última semana de armazenamento.

Observa-se que, no grupo GCR, ocorreu aumento nos teores dos compostos fenólicos, quando comparado com o controle à temperatura de 22°C. Provavelmente o tempo de armazenamento que o grão permanece sob refrigeração promove um efeito de expor ainda mais os compostos fenólicos, facilitando a extração dos mesmos e pela possível ativação destes para proteção do grão (SILVA et al., 2012).

Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008) analisaram a atividade antioxidante de grãos de chia de duas regiões do México e obtiveram teor equivalente a 75,7 mg.100g⁻¹ de sementes para os grãos da região de Jalisco e 88,1 mg.100g⁻¹ para aqueles da região de Sinaloa.

Ixtaina (2010) realizou em seu trabalho a caracterização de grãos de chia, provenientes da Argentina e da Guatemala, separados por cor do grão (branco e escuro). O conteúdo de compostos fenólicos totais nos grãos da Guatemala foi significativamente maior ($P\leq 0,05$) nos grãos brancos do que naqueles escuros, sendo os principais responsáveis por esta diferença os ácidos clorogênico e cafeico. O conteúdo de quercetina e kaempferol foi significativamente ($P\leq 0,05$) maior nos grãos brancos e não se encontraram diferenças ($P\geq 0,05$) no conteúdo de miricetina entre as cores dos grãos estudados.

O mesmo autor avaliou o teor de fenólicos totais nos grãos de chia mesclando as duas cores de grãos e encontrou teores de ácidos fenólicos totais maiores nos grãos da Guatemala, registrando valores próximos a 800mg/100g enquanto nos grãos argentinos estes teores foram de 500mg/100g. Nota-se que os grãos brasileiros possuem concentrações de fenólicos próximas às aquelas encontradas nos grãos argentinos.

O valor de fenólicos encontrado na chia é maior que aqueles apresentados pelos grãos de trigo e sorgo (IQBAL; BHANGER; ANWAR, 2005) e, praticamente, metade do vinho tinto, que tem uma das maiores atividades antioxidantes (1,093 mmol TE / 100 mL) conhecidas (SAURACALIXTO; GOÑI, 2006).

Esta atividade antioxidante alta na chia é em razão, principalmente, da presença dos ácidos clorogênicos e cafeico, bem como de outros compostos fenólicos (TAGA; MILLER; PRATT, 1984). Entre estes últimos, a quercetina é um dos compostos puros mais poderosos e estáveis avaliados com relação à atividade antioxidante (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Analisando compostos fenólicos em outros alimentos, Alvarenga (2012) determinou os teores médios de compostos fenólicos em duas variedades de linhaça (marrom e dourada) e observou que o teor de compostos fenólicos (em mg de equivalentes de ácido gálico/100 da amostra) do grão de linhaça marrom (718,64) apresentou mais elevado ($P < 0,05$) que na linhaça dourada (669,55), quando se compara o teor dos compostos fenólicos dos grãos “*in natura*”, após a trituração dos grãos. Essas concentrações estão acima daquelas encontradas no grão de chia produzidos no Brasil e avaliados neste estudo.

Alguns autores afirmam que a síntese e acúmulo de compostos fenólicos, carotenoides e vitaminas em alimentos de origem vegetal é variável, em função da espécie, variedade, manejo, condições climáticas, estágio de amadurecimento e condições de armazenamento (FERREYRA et al., 2007;

VEBERIC; COLARIC; STAMPAR, 2008). Desse modo, torna-se necessário, para cada condição, estudar esses metabólitos e correlacioná-los com a pós-colheita em virtude das interferências na qualidade sensorial e funcional, além do poder de conservação dos alimentos.

Pelos estudos anteriores explica-se que as diferenças entre os teores de fenólicos em alimentos podem ser em decorrência da metodologia empregada para extrair esses compostos, uma vez que a análise de compostos fenólicos é influenciada por fatores como a natureza do composto, o método de extração, o tamanho da amostra, o tempo e as condições de armazenamento, o padrão utilizado, dentre outros. Embora o método que utiliza o reagente Folin-Ciocalteu seja o mais utilizado, para a quantificação de compostos fenólicos em alimentos, ele é capaz de interagir com outros compostos não fenólicos, o que pode resultar em valores superestimados de fenólicos totais (VINSON et al., 2001).

3.2 Atividade antioxidante total

A atividade antioxidante do grão de chia foi determinada por dois métodos: método do DPPH e sistema B - caroteno/ácido linoleico.

3.2.1 Método do DPPH

O potencial do grão de chia em sequestrar radicais livres foi expresso como concentração final do extrato necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC_{50}) e os resultados estão descritos na Tabela 2.

Observa-se na Tabela 2 que nos valores de EC_{50} dos grãos de chia armazenados às temperaturas médias de 22°C e de 5°C não foi detectada

diferença significativa entre si ($P>0,05$). Ao contrário do que é comum acontecer, quanto se trata de luminosidade e compostos fenólicos, naqueles grãos que ficaram armazenados na ausência de luz, não foi encontrado valor superior de atividade antioxidante pelo método DPPH.

Tabela 2 Determinação da capacidade de sequestrar radicais livres (DPPH)

| Tratamentos | EC ₅₀ (mg.mL ⁻¹) | | | | |
|-------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Armazenamento (dias) | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Controle | 0,94 ^a | | | | |
| GCNP* | | 0,81 ^a | 0,81 ^a | 0,84 ^a | 0,83 ^a |
| GCP** | | 0,88 ^a | 0,82 ^a | 0,83 ^a | 0,83 ^a |
| GCR*** | | 0,74 ^a | 0,83 ^a | 0,83 ^a | 0,75 ^a |

*GCNP = grãos de chia não protegidos da luz à temperatura média de 22°C; **GCP = grãos de chia protegidos da luz à temperatura média de 22°C; ***GCR = grãos de chia refrigerados à temperatura média de 5°C. Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A atividade antioxidante total (AAT) não variou significativamente ($P>0,05$) nos grãos de chia armazenados sob refrigeração e sob temperatura média de 22°C.

Em estudo realizado por Ferreira (2013), avaliou-se a AAT pelo método DPPH em grãos de chia e foram encontrados valores de EC₅₀ de 15,298±8,21. De acordo com Pérez-Jiménez et al. (2008 citados por FERREIRA, 2013) a grande diferença entre os valores encontrados deve-se a diferentes adaptações de metodologias, solventes e matérias primas, tornando os resultados incomparáveis quando não são realizados da mesma maneira. Embora o DPPH seja um método amplamente utilizado, essas adaptações o tornam de difícil comparação com outros estudos da literatura. Como não foi encontrada na literatura nenhuma metodologia igual à utilizada na presente pesquisa, dificultou-se a comparação com os resultados de outros autores.

As substâncias antioxidantes presentes nos extratos do grão reagem com o DPPH que é um radical estável e converte-o em 2,2-difenil-1-picril hidrazina. O grau de descoloração indica o potencial antioxidante do extrato. Um extrato que apresenta alto potencial em sequestrar radicais livres possui baixo valor de EC_{50} . Desta forma, uma pequena quantidade de extrato é capaz de decrescer a concentração inicial do radical DPPH em 50%, ou seja, inibir a oxidação do radical em 50% (ROESLER et al., 2007). Sendo assim, quanto menor o valor do EC_{50} , maior será a atividade antioxidante pelo método DPPH.

Vázquez-Ovando et al. (2009) avaliaram a atividade antioxidante no grão da chia e observaram teores de 488,8 mmol Trolox equivalentes (TE)/g, e correlacionaram com bebidas consideradas ricas em antioxidantes, tais como o café moído, chá (631 mmol TE/100 mL) e suco de laranja (249 mmol TE/100 mL). Observa-se que a atividade antioxidante na chia é maior que no suco de laranja e pouco inferior ao café.

Sargi et al. (2013) analisaram a capacidade antioxidante em equivalentes de trolox (TEAC), baseada na inibição do radical DPPH em grãos de chia e o valor encontrado foi de $1,72 \text{ mg.mL}^{-1} \pm 0,09$.

A atividade antioxidante total de um alimento pode ser maior ou menor que a soma da atividade antioxidante de cada composto avaliado separadamente. Além disso, a AAT varia substancialmente com as concentrações dos extratos e solventes utilizados para extração dos compostos antioxidantes (KUSKOSKI et al., 2005; SANCHEZ-MORENO; LARRAURI; SAURA-CALIXTO, 2006).

3.2.2 Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico

A associação de métodos, como o DPPH e o sistema β -caroteno/ácido linoleico, oferece informações mais fidedignas acerca do perfil antioxidante de uma amostra que um único método isolado.

A AAT na matéria integral de grãos de chia armazenados em temperatura média de 22°C e sob refrigeração a 5°C avaliada pelo método Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 Atividade antioxidante total na matéria integral de grãos de chia, medida pelo método Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico

| Tratamentos | EC ₅₀ (mg.mL ⁻¹) | | | | |
|-------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Armazenamento (dias) | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Controle | 1,60 ^a | | | | |
| GCNP* | | 1,13 ^a | 0,93 ^b | 1,20 ^a | 1,02 ^a |
| GCP** | | 1,47 ^a | 1,31 ^a | 1,34 ^a | 1,29 ^a |
| GCR*** | | 1,37 ^a | 1,39 ^a | 1,43 ^a | 1,15 ^a |

*GCNP = grãos de chia não protegidos da luz à temperatura média de 22°C; **GCP = grãos de chia protegidos da luz à temperatura média de 22°C; ***GCR = grãos de chia refrigerados à temperatura média de 5°C. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 é possível observar que os valores de EC₅₀ dos grupos GCNP, GCP e GCR não apresentaram diferença significativa entre si (P>0,05) nos dias 7, 21 e 28, enquanto diferença significativa (P<0,05) entre os tratamentos foi verificada no dia 14, quando analisados pelo método Sistema β -caroteno/Ácido Linoleico.

O EC₅₀ para AAT variou de 1,60 a 0,93 mg.mL⁻¹, sendo mais elevada que a observada para o EC₅₀ medido pelo sequestro do radical DPPH, que apresentou valores entre 0,94 e 0,74 mg.mL⁻¹.

Segundo Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008), os extratos de chia da região de Jalisco e Sinaloa, no México, apresentaram atividade antioxidante de 79,3% \pm 0,13 e 73,5 \pm 0,19, respectivamente. Este percentual de AAT é maior do que o encontrado por Tepe et al. (2006) em outras espécies de *Salvia*: *Salvia caespitosa* (55,9%), *Salvia candidissima* (62,3%), *Salvia hypargeia* (62,9%), *Salvia Euphratica* (59,1%) , *Salvia sclarea* (63,5%) e *Salvia*

aethiopsis (29,0 %). Este ensaio revela que a chia tem capacidade de estabilizar as espécies reativas de oxigênio e alguns radicais lipídicos responsáveis pela oxidação do ácido linoleico.

Neste sistema, um dos átomos de hidrogênio de um dos grupos metileno do ácido linoleico é retirado deixando os radicais livres do ácido pronto para atacar moléculas de β - caroteno. Eles perdem a sua ligação dupla e, portanto, a característica cor laranja degrada.

3.3 Correlação entre conteúdo de compostos fenólicos totais e o atividade antioxidante

É interessante avaliar a contribuição de compostos fenólicos detectados na *Salvia hispanica* L. à capacidade antioxidante total por meio da determinação dos coeficientes de correlação linear. Correlação negativa e moderada (-0,64) foi observada entre fenólicos e DPPH e correlação negativa e fraca (-0,48) entre fenólicos e beta-caroteno. A correlação negativa indica que quanto maior o teor de fenólicos menor será o EC_{50} , ou seja, maior será a atividade antioxidante. No caso da atividade antioxidante realizada pelo método do DPPH, a correlação indica que boa parte da atividade antioxidante é em razão da presença dos compostos fenólicos. Enquanto no método β -caroteno/ácido linoleico essa atividade antioxidante não tem grande participação de fenólicos como no método DPPH.

Os resultados encontrados por Farhat et al. (2013) indicam significantes correlações entre os dois testes (DPPH e β -caroteno/ácido linoleico) e os compostos fenólicos.

4 CONCLUSÕES

Foi possível evidenciar que os grãos de chia armazenados por 28 dias na temperatura média de 22°C, com ausência de luz e com presença de luz e, ainda, aqueles armazenados sob refrigeração, não sofreram alterações importantes na composição de compostos fenólicos e na atividade antioxidante total dos mesmos. Sendo assim, pode-se orientar o consumidor a escolher entre as diferentes formas de armazenamento a que melhor adaptar à sua rotina, visto que o armazenamento do grão de chia por 28 dias não afetou, significativamente, a atividade antioxidante do mesmo.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, I. C. **Armazenamento e fornecimento de linhaça**. 2012. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- FARHAT, M. B. et al. Characterization and quantification of phenolic compounds and antioxidant properties of *Salvia* species growing in different habitats. **Industrial Crops and Products**, London, v. 49, p. 904-914, Aug. 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 4, p. 36-41, 2008.
- FERREYRA, R. M. et al. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 112, n. 1, p. 27-32, 2007.
- FERREIRA, T. R. B. **Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães**. 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.
- HAUNG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 1, p. 1841-1856, Jan. 2005.
- IQBAL, S.; BHANGER, M. I.; ANWAR, F. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. **Food Chemistry**, Oxford, v. 93, n. 1, p. 265-272, 2005.
- IXTAINA, V. Y. **Caracterización de la semilla e el aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido mediante distintos procesos: aplicación en tecnología de alimentos**. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2010. 275 p.
- KANTER, M. Free radicals, exercise and antioxidant supplementation. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 57, p. 9-13, May 1998.

KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

MARCO, G. A. Rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 45, p. 594-598, 1968.

MILLER, H. E. A simplified method for the evaluation of antioxidant. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 48, p. 91, 1971.

NIEMAN, D. C. et al. Chia seed supplementation and disease risk factors in overweight women: a metabolomics investigation. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, New Rochelle, v. 18, n. 7, p. 700-708, 2012.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, Oxford, v. 107, n. 2, p. 656-663, Mar. 2008.

ROESLER, R. et al. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Brasília: EMBRAPA, 2006. 16 p. (Comunicado Técnico, 126).

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo sistema β -caroteno/Ácido Linoleico. Brasília: EMBRAPA, 2007. 12 p. (Comunicado Técnico, 127).

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**, London, v. 76, n. 2, p. 774-779, 1998.

SARGI, S. C. et al. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. **Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 33, n. 3, p. 541-548, Sept. 2013.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. **Food Chemistry**, Oxford, v. 94, n. 1, p. 442-447, 2006.

SILVA, Q. J. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de genótipos de cirigueiras (*Spondia purpurea* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 73-80, jan./mar. 2012.

TAGA, M. S.; MILLER, E. E.; PRATT, D. E. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. **JAOCS**, West Lafayette, v. 61, n. 5, p. 928-931, May 1984.

TEPE, B. et al. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. **Food Chemistry**, Oxford, v. 95, n. 2, p. 200-204, Mar. 2006.

VÁZQUEZ-OVANDO, A. et al. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). **LWT - Food Science and Technology**, Lausanne, v. 42, n. 1, p. 168-173, Jan. 2009.

VEBERIC, R.; COLARIC, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. **Food Chemistry**, Barking, v. 106, n. 1, p. 153-157, Jan. 2008.

VINSON, J. A. et al. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 11, p. 5315-5321, Nov. 2001.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley, 2002. p. 11-18.

CAPÍTULO 4 Índices glicêmicos de dieta contendo grão de chia

RESUMO

As recomendações dietéticas dão ênfase não só à quantidade total dos carboidratos da dieta, mas também ao tipo de carboidrato presente nos alimentos, assim como à proteína, aos lipídeos e às fibras, pois a glicemia pós-prandial pode ser influenciada pelos mesmos. O grão de chia é rico em fibra dietética, o que pode causar alterações na glicemia pós-prandial dos indivíduos. Objetivou-se neste trabalho determinar a influência da adição do grão de chia no índice glicêmico de uma refeição padrão e na glicemia pós-prandial de indivíduos saudáveis. A equipe foi composta por dez voluntários. A determinação do índice glicêmico foi conforme metodologia proposta pela Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2014). O índice glicêmico da refeição padrão e da refeição padrão adicionada de 5 g do grão de chia foi 104,3 e 99,2, respectivamente. A presença da chia reduziu o índice glicêmico da refeição padrão, no entanto a diferença não foi significativa.

Palavras-chave: Carboidratos. Glicemia pós-prandial. Refeição padrão.

ABSTRACT

Dietary recommendations give emphasis not only to the total quality of the diet carbohydrates, but also to the type of carbohydrate present in the food, as well as occurs with proteins, lipids and fibers, since the post-prandial glucose levels might be influenced by the same. The chia seed is rich in dietary fiber, which may cause alterations in post-prandial glucose levels of the individuals. The objective of this work was to determine the influence of adding chia seeds over glucose level indexes of a standard meal and in post-prandial glucose levels in healthy individuals. The team was comprised of ten volunteers. The determination of the glucose level indexes was according to methodology proposed by FAO (1998). The glucose level index of the standard meal and of the standard meal supplemented with 5 g of the chia seeds was of 104.3 and 99.2, respectively. The presence of chia reduced the glucose level index of the standard meal however, the difference was not significant.

Keywords: Carbohydrates. Post-prandial glucose levels. Standard meal.

1 INTRODUÇÃO

As taxas de digestão e absorção apresentadas pelos carboidratos estão relacionadas às respostas glicêmica e insulinêmica pós-prandiais, as quais podem ser determinantes para o controle metabólico de algumas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).

As recomendações dietéticas dão ênfase não só à quantidade total dos carboidratos da dieta, mas também ao tipo de carboidrato presente nos alimentos, assim como a proteína, os lipídeos e as fibras, pois a glicemia pós-prandial pode ser influenciada pelos mesmos. Ressalva-se que alimentos com a mesma quantidade de carboidrato podem apresentar impactos glicêmicos diferentes, sendo enfatizado que a rápida mudança na composição dietética e a adoção de hábitos alimentares inadequados ou dietas desequilibradas, com predomínio de alimentos hipercalóricos, são alguns dos componentes que estão relacionados com o aumento da prevalência de DCNT.

Considerando este fato, cresceu o interesse a respeito dos efeitos biológicos dos carboidratos no organismo humano (FAO, 2014). A partir da década de 80, descobriu-se novo foco para análise fisiológica e metabólica dos carboidratos que ficou conhecido como índice glicêmico. Este parâmetro utilizado para classificar os alimentos, de acordo com a resposta glicêmica que promovem em relação à resposta observada após o consumo de alimento referência (glicose ou pão branco), avalia indiretamente a disponibilidade *in vivo* de carboidratos (BROUNS et al., 2005; FAO, 2014; WOLEVER et al., 1991) e tem por objetivo classificar os alimentos com base nas variações promovidas na glicemia.

Com isso cresceu o interesse pelo grão de chia, principalmente, em virtude das suas características nutricionais e funcionais (AYERZA; COATES, 2011). A chia contém alto conteúdo de proteína, fibras e lipídios. Já são

conhecidos os inúmeros benefícios da fibra alimentar no organismo, dentre eles a ação hipoglicêmica que é capaz de promover (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008).

Sendo assim, são determinados índices glicêmicos dos mais diversos alimentos, entretanto, não se encontraram nas tabelas brasileiras, dados relacionados ao grão de chia. Diante do exposto, há necessidade de avaliar a influência do consumo deste grão nos níveis glicêmicos de indivíduos saudáveis.

1.1 Objetivo

Determinar a influência da adição do grão de chia no índice glicêmico de uma refeição e na glicemia pós-prandial de indivíduos saudáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras de chia

Foram utilizados grãos de chia (*Salvia hispanica* L.) da safra de 2013 da região sul do Brasil, certificados e com selo de qualidade. As amostras dos grãos foram armazenadas no Laboratório de Bioquímica Nutricional (LBN), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), a uma temperatura de 5 °C.

A Figura 1 retrata os procedimentos realizados nesta etapa da pesquisa.

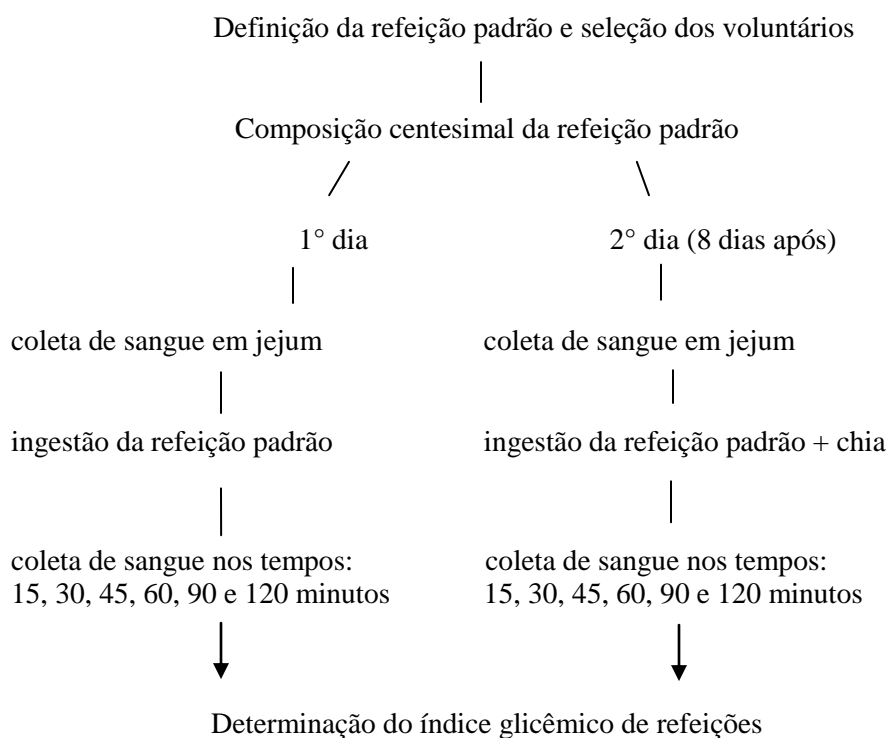


Figura 1 Fluxograma dos procedimentos prévios usados na determinação do índice glicêmico

2.2 Procedimentos e cuidados metodológicos com os voluntários

Esta etapa da pesquisa foi realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), que tem como número do parecer: 386.765 e data da relatoria: 30/08/2013, conforme parecer consubstanciado do CEP (anexo A).

Antes de participar da pesquisa, todos os dez voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (anexo B).

Previamente à realização da pesquisa, os indivíduos foram convidados pessoalmente a participarem como voluntários. A equipe foi composta por dez voluntários, indivíduos hígidos, sedentários, sexo masculino e feminino, residentes na cidade de Lavras e região, com idade entre 18 e 40 anos, não portadores de patologias, não usuários de qualquer medicamento hipoglicemiante e não fumantes. Em momento anterior ao primeiro dia de coleta da glicemia capilar, todo o procedimento foi explicado aos voluntários, que esclareceram suas dúvidas de como seria conduzido o experimento. Na mesma oportunidade foram entregues orientações nutricionais e orientou-se como deveria ser realizada a alimentação no dia anterior à coleta. Todos os voluntários tinham hábitos alimentares saudáveis e semelhantes.

2.3 Refeição oferecida aos voluntários

A refeição padrão definida, para ser oferecida aos voluntários, continha iogurte sabor morango, biscoito água e sal e geleia sabor morango. Realizou-se a composição centesimal dos alimentos que foram do mesmo lote de alimentos oferecidos nos dias da coleta de sangue.

A Tabela 1 apresenta a composição centesimal dos alimentos que fizeram parte da refeição padrão ingerida pelos voluntários. Por meio destes

resultados, foram estipuladas as porções de cada alimento, totalizando 50 gramas (g) de carboidrato. Cabe ressaltar que o conteúdo de fibra bruta, presente no alimento, foi desconsiderado, na determinação da porção, conforme recomendado pela FAO (2014).

Tabela 1 Composição centesimal dos alimentos que compuseram a refeição padrão

| Alimentos | Valor calórico (kcal) | Carboidrato | Lipídio | Proteína | Fibra bruta | Cinzas |
|-----------------------|-----------------------|-------------|---------|----------|-------------|--------|
| | | | | | | |
| Iogurte sabor morango | 75,6 | 11,090 | 2,000 | 3,310 | 0 | 0,530 |
| Biscoito água e sal | 396,550 | 56,120 | 12,750 | 14,330 | 9,660 | 1,820 |
| Geleia sabor morango | 322,548 | 79,890 | 0 | 0,750 | 0 | 0,083 |

Na Tabela 2 apresenta-se a composição da refeição padrão, suas porções de iogurte, biscoito água e sal, geleia e quantidade de carboidrato de cada alimento.

Tabela 2 Alimentos, porções e quantidade de carboidrato da refeição padrão

| Alimento | Porções | Quantidade de carboidrato (g) |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------|
| Iogurte sabor morango | 1 unidade (170 g) | 18,85 |
| Biscoito água e sal | 6 unidades (25,71 g) | 14,43 |
| Geleia sabor morango | 20,93 g | 16,72 |
| Total | | 50 |

O experimento foi realizado em duas etapas: na primeira etapa somente a refeição padrão foi oferecida aos voluntários, e o sangue foi coletado conforme cronograma preestabelecido (Figura 1). Na segunda etapa, após 8 dias da

realização da primeira, seguiu-se semelhante à etapa anterior, porém da refeição padrão, diminuiu-se a porção de geleia e acrescentaram-se 5 g de grãos de chia, totalizando, também, 50 g de carboidratos, conforme apresentado na Tabela 5. O consumo dos alimentos foi em local apropriado, com devida higienização, conforme a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 216/2004 da ANVISA (BRASIL, 2004) e em embalagens descartáveis, pesados em balança analítica devidamente calibrada.

Tabela 3 Alimentos, porções e quantidade de carboidrato da refeição padrão adicionada de grãos de chia

| Alimento | Porções (g) | Quantidade de carboidrato (g) |
|-----------------------|--------------------|----------------------------------|
| Iogurte sabor morango | 1 unidade (170 g) | 18,85 |
| Biscoito água e sal | 6 unidades (25,71) | 14,43 |
| Geleia sabor morango | 19,49 | 15,57 |
| Grão de chia | 5 | 1,15 |
| Total | | 50 |

2.4 Coleta de sangue para determinação da glicose e do índice glicêmico

A amostra do sangue foi coletada da ponta do dedo dos indivíduos voluntários para determinação da glicemia capilar. As amostras obtidas por punção da polpa da digital dos dedos das mãos foram realizadas, com lanceta descartável, com o auxílio de fita reagente descartável (AccuChekActive) e glicosímetro portátil (AccuChekActive). Os materiais descartáveis foram abertos na presença dos voluntários. A higiene do local de coleta e a desinfecção das mãos do profissional responsável pela coleta e do voluntário foram realizadas com álcool 70%, conforme a Sociedade Brasileira de Patologia Clínica.

As coletas de sangue foram realizadas em dias diferentes com intervalo de uma semana entre as mesmas. Os voluntários ficaram em jejum de 12 horas e

a primeira coleta de sangue foi realizada (glicemia de jejum). Após esse momento, a refeição padrão com 50 g de carboidrato, composta por 170 g de iogurte sabor morango, seis unidades (25,7g) de biscoito água e sal, 21 g de geleia de morango, foi oferecida aos voluntários que ingeriram a refeição no tempo de 10 minutos. Em seguida, eles ficaram em repouso (sentados), durante todo o procedimento, com atividades para distração, sem que passassem por momentos de grandes emoções, para não interferir na glicemia capilar. Após 15 minutos do consumo da refeição, foi realizada a segunda aferição da glicemia e, posteriormente, nos tempos 30, 45, 60, 90 e 120 minutos. A coleta foi realizada em dias diferentes para cada voluntário. Para obter uma resposta representativa, segundo recomendação da FAO (2014), a refeição padrão foi oferecida a cada voluntário três vezes, em intervalos de uma semana e repetido todo o procedimento de coleta de sangue citado acima, e o valor utilizado para o cálculo da curva glicêmica foi a média das três coletas.

Na segunda etapa de coleta, realizou-se o mesmo procedimento dos demais dias. Os voluntários ingeriram a mesma refeição padrão, com alimentos do mesmo lote, porém acrescentaram-se 5 g do grão de chia no iogurte.

A última refeição do dia anterior à coleta da glicemia capilar foi realizada 12 horas antes do exame e padronizada para todos os integrantes da pesquisa. Estes não realizaram qualquer atividade física, inclusive sexual, não consumiram bebida alcoólica e medicamentos, 24 horas antes do início da coleta de dados. O consumo de água potável no período de jejum foi livre.

2.5 Elaboração da curva glicêmica e determinação do índice glicêmico

A curva glicêmica foi elaborada, após obtenção dos resultados de glicemia por punção sanguínea dos dedos dos voluntários e calculada, segundo a FAO (2014), considerando como a área de incremento sob a curva de resposta

da glicose no sangue, ignorando a área sob a concentração de jejum. Este foi calculado, geometricamente, aplicando a regra trapezoidal, por meio do software Origin Pro 8. Os valores de glicose no sangue, que ficaram abaixo da linha de base, foram descartados, sendo incluída apenas a área acima do nível em jejum.

Após a elaboração da curva glicêmica foi possível calcular o IG do grão de chia com base no aumento na área da curva glicêmica em relação à refeição padrão, seguindo-se a metodologia proposta pela FAO (2014) e Flint et al. (2004). O IG foi determinado matematicamente pela seguinte equação:

$$\text{Índice Glicêmico} = \frac{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento teste)}}{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento de referência)}} \times 100$$

A refeição padrão foi considerada como referência.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) e os resultados obtidos nas análises foram submetidos à análise de variância pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas no software SISVAR (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial

Os resultados de glicemia pós-prandial média, realizada em diferentes tempos, em indivíduos saudáveis que ingeriram uma refeição padrão (RP) e a mesma refeição padrão adicionada de grão de chia (RPC) estão apresentados na Gráfico 1.

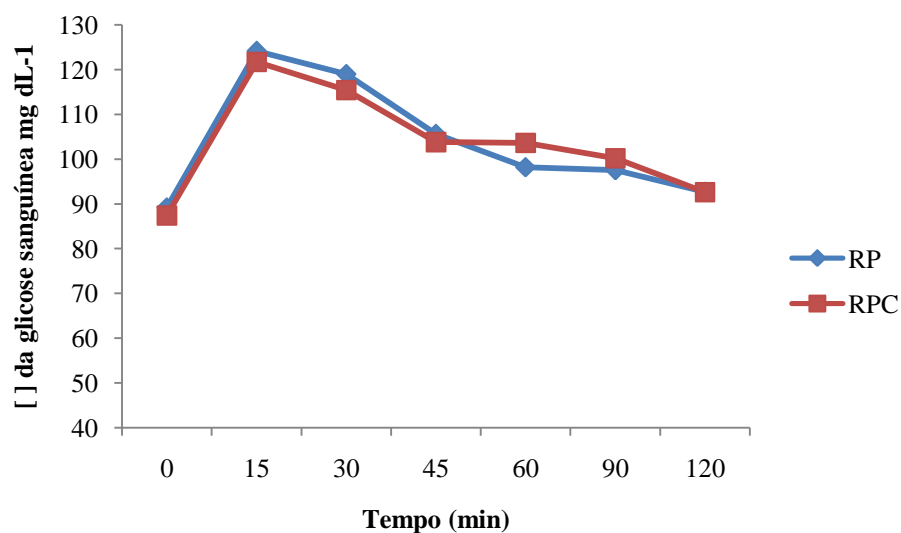


Gráfico 1 Valores médios da glicemia pós-prandial (mg dL^{-1}) dos voluntários que ingeriram a refeição padrão (RP) e a refeição padrão adicionada de chia (RPC)

Em relação à avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial, realizada em diferentes tempos, nos voluntários saudáveis que ingeriram a RP e a RPC, observou-se, por meio de análise de variância, que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o tratamento em estudo e a refeição controle. Pode-

se observar pelo Gráfico 1 que a glicemia dos voluntários se apresentou de maneira semelhante, ao longo do tempo, após a ingestão das duas refeições.

Verificou-se que, nos primeiros 15 minutos, houve aumento brusco da glicemia, atingindo suas concentrações máximas, em seguida, houve diminuição ao longo do tempo e as concentrações finais atingiram teores próximos à glicemia de jejum (tempo 0). Confirmando o que relatou Gross, Ferreir e Oliveira (2003), o nível da glicemia começa a aumentar, após 10 minutos da ingestão de alimento, atinge seus valores máximos até os 60 minutos e, após a ingestão alimentar, ocorre aproximação aos níveis basais em duas a três horas. Após a alimentação, há um aumento fisiológico normal da glicemia, com incremento de até 50mg/dL. Esse aumento é dependente da quantidade e da qualidade do carboidrato ingerido e da produção endógena de glicose (GENOLEZE, 2006).

Entretanto, as concentrações da glicemia relacionadas à RPC foram pouco inferiores quando comparado ao momento em que os voluntários ingeriram a RP e a glicemia dos voluntários, quando ingeriram a RPC, mantiveram-se estáveis por mais tempo. Com isso, observa-se o caráter hipoglicemiante dos grãos de chia. Tal característica é desejável na prevenção de DCNT e, provavelmente, isso ocorre em função do elevado teor de fibra alimentar. Entretanto, a variação nos teores da glicemia, quando os voluntários ingeriram a RP e a RPC foram muito pequenas, o que contradiz com o alto teor de fibra alimentar apresentado nos grãos de chia. Esse fato pode ser explicado em decorrência do alto conteúdo de fibra insolúvel frente à pequena concentração de fibra solúvel no grão de chia.

Conforme demonstrado por Pereira (2007), ao observar que a farinha da polpa de banana, rica em fibra solúvel, promoveu leve redução da glicemia pós-prandial em ratos que a consumiram, enquanto a farinha da casca da banana, rica em fibra insolúvel, não apresentou redução da glicemia.

Outra situação que pode explicar a baixa variação nos níveis glicêmicos está relacionada com a quantidade de chia oferecida aos voluntários. Contudo, esta porção foi determinada, de acordo com o consumo habitual de voluntários. Porém, se essa quantidade ingerida for aumentada, possivelmente, os efeitos na glicemia serão mais pronunciados.

Observa-se que a resposta glicêmica é, predominantemente, dependente da velocidade de digestão e absorção dos carboidratos encontrados nos alimentos. São processos que envolvem fatores intrínsecos e extrínsecos (quantidade de carboidrato presente no alimento, natureza do amido, natureza dos monossacarídeos, grau de cozimento e de processamento do alimento, acidez, interação amido-nutriente, teor de lipídeos, proteínas e fibra alimentar), além dos efeitos fisiológicos e bioquímicos da mastigação, do esvaziamento gástrico e da absorção (CARVALHO; ALFENAS, 2008; FAO, 2014).

De acordo com Pasman, Blokdijk e Bertina (2003), as respostas glicêmicas e insulínicas e o grau de saciedade foram testadas em um estudo com homens saudáveis, após a ingestão de dietas contendo, respectivamente, carboidratos simples e carboidratos complexos e os resultados mostraram que o consumo de refeições com carboidratos complexos foi mais favorável às respostas glicêmicas e insulínicas apresentando níveis mais baixos e melhor grau de saciedade em comparação às refeições contendo carboidratos simples.

Por esses motivos, entre outros, é justificável fazer estudos com diferentes concentrações de chia, obtendo-se, assim, uma padronização na quantidade necessária a ser ingerida, de acordo com cada indivíduo.

3.2 Avaliação do índice glicêmico

Na Tabela 4 apresentam-se os valores médios de IG da refeição padrão e da refeição padrão, adicionada de grãos de chia.

Tabela 4 Valores médios de índice glicêmico, obtidos em voluntários que ingeriram a refeição padrão e a refeição padrão, adicionada de chia e respectivos desvios padrão

| Refeição | Índice Glicêmico* |
|----------------------------|-------------------------|
| Refeição padrão (controle) | 104,3±24,8 ^a |
| Refeição padrão + chia | 99,2±53,2 ^a |

*Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si a 0,05 de significância na análise de variância

Analisando os resultados obtidos para o IG (Tabela 4), observou-se, por meio de análise de variância, que não houve diferença significativa entre as refeições, o consumo da RPC não interferiu de forma significativa ($P>0,05$) nos valores do IG.

O tempo total das análises dos picos glicêmicos foi de 2 horas. De acordo com Cozzolino (2012), o tempo total de 2 horas de análises, a cada 15 minutos, é indicado para indivíduos saudáveis, sendo o tempo necessário para se elaborar a curva e calcular o IG do alimento teste.

A maioria das sementes tem baixo IG e confere o referido efeito redutor no índice glicêmico das refeições, em virtude do seu alto teor de fibras, embora isso não seja generalizado para todos os componentes deste grupo de alimentos (BRAND-MILLER et al., 2002).

Alguns fatores podem interferir no IG, como diferentes ingredientes utilizados na fabricação dos alimentos utilizados nas refeições e até mesmo diferenças no método utilizado no teste, como, por exemplo, diferentes métodos para obter amostras de sangue. As amostras de sangue capilar são preferíveis às amostras venosas por apresentarem menor variação no IG de um mesmo alimento e menor variação entre os indivíduos, diferenças no período experimental e diferentes quantidades de carboidrato disponível nos alimentos (FOSTER-POWELL; HA-HOLT; BRAND-MILLER, 2002), isto demonstra que vários fatores podem interferir nos resultados.

Outro fator a ser considerado, relatado por Chung et al. (1998), é que a presença de taninos, também, pode influenciar no IG, pois formam complexos com o amido e enzimas digestivas, o que pode reduzir a atividade das enzimas do trato digestório, sendo, esse processo, relevante na influência da capacidade de atuação das glicosidades intestinais na hidrólise de carboidratos.

Vale ressaltar que o presente estudo objetivou avaliar o IG da dieta contendo grão de chia, utilizando como referência uma dieta padrão. Pelo fato de não ter sido utilizado como referência a glicose ou o pão branco, os picos pós-prandiais iniciais do grupo controle não foram tão altos e, por consequência, não tão discrepantes ao serem comparados aos picos do grupo teste.

A taxa de absorção de carboidratos, após uma refeição, quantificada pelo IG, tem efeitos significativos sobre as respostas pós-prandiais hormonais e metabólicas. Refeições compostas por alimentos de alto índice glicêmico produzem um período inicial de elevação de glicose e insulina no sangue, seguido, em muitos indivíduos, por hipoglicemia reativa, o que provoca uma contra secreção de hormônios e eleva concentrações séricas de ácidos graxos livres. Estes eventos podem promover excessiva ingestão de alimentos, em decorrência da sensação de fome precoce, disfunção das células beta que, em longo prazo, estimulam o desenvolvimento de dislipidemias, assim como doenças crônicas (obesidade e diabetes mellitus tipo 2). Com isso, o consumo habitual de alimentos de baixo IG podem reduzir os riscos de desenvolvimento dessas patologias (BELL; SEARS, 2003; LUDWIG, 2002).

Ensaio clínicos em médio prazo têm relacionado à baixa perda de peso com o uso de dietas com alto IG ou alta carga glicêmica, quando comparadas a dietas com baixo IG ou baixa carga glicêmica (LIU et al., 2001; PAWLAK; HELFMAN, 2002) o que, também, está relacionado com a obesidade e, conseqüentemente, aos problemas relacionados a ela.

Portanto, em futuras pesquisas, sugere-se realizar experimentos para testar a influência provocada pelo grão de chia, em diferentes concentrações, na glicemia pós-prandial e, ainda, na glicemia de jejum e pós-prandial, após um determinado tempo de consumo diário do mesmo. Isso poderá contribuir para recomendação da quantidade diária de consumo deste grão.

4 CONCLUSÃO

A presença da chia reduziu o índice glicêmico da refeição padrão, no entanto, a diferença não foi significativa.

REFERÊNCIAS

AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, London, v. 34, n. 2, p. 1366-1371, Sept. 2011.

BELL, S. J.; SEARS, B. Low-glycemic-load diets: impact on obesity and chronic diseases. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 43, n. 4, p. 357-377, June 2003.

BRAND-MILLER, J. C. et al. Glycemic index and obesity. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, n. 1, p. 281-285, July 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 216**, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/4a3b680040bf8cdd8e5dbf1b0133649b/RESOLU%C3%87%C3%83O-RDC+N+216+DE+15+DE+SETEMBRO+DE+2004.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

BROUNS, F. et al. Glycaemic index methodology. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 18, n. 1, p. 145-171, June 2005.

CARVALHO, G. Q.; ALFENAS, R. C. G. Índice glicêmico: uma abordagem crítica acerca de sua utilização na prevenção e no tratamento de fatores de risco cardiovasculares. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 5, p. 577-587, 2008.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. Barueri: Manole, 2012. 1368 p.

CHUNG, K. T. et al. Tannins and human health: a review. **Critical Reviews in Food Nutrition**, Amherst, v. 38, n. 6, p. 421-464, 1998.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 4, p. 36-41, 2008.

FLINT, A. et al. The use of glycaemic index tables to predict glycaemic index of composite breakfast meals. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 91, n. 6, p. 979-89, June 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v10s0/a22v10s0.pdf>>. Acesso em: 6 maio 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food and nutrition papers: carbohydrates in human nutrition**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W8079E/W8079E00.htm>>. Acesso em: 6 maio 2014.

FOSTER-POWELL, K.; HA-HOLT, S.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values. **American Journal Clinical Nutrition**, Houston, v. 76, n. 1, p. 5-56, 2002.

GENOLEZE, B. Síndrome metabólica: mito ou realidade? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 409-411, jun. 2006.

GROSS, J. L.; FERREIR, S. R. G.; OLIVEIRA, J. E. Glicemia pós-prandial. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 47, n. 6, p. 728-738, 2003.

LIU, S. et al. Dietary glycemic load assessed by food-frequency questionnaire in relation to plasma high-density-lipoprotein cholesterol and fasting plasma triacylglycerols in postmenopausal women. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 73, n. 3, p. 560-6, Mar. 2001.

LUDWIG, D. S. The glycemic index physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. **Journal of the American Association**, Chicago, v. 287, n. 18, p. 2414-2423, Aug. 2002.

PASMAN, W. J.; BLOKDIJK, V. M.; BERTINA, F. M. Effect of two breakfasts, different in carbohydrate composition, on hunger and satiety and mood in healthy men. **International Journal of Obesity**, London, v. 27, n. 6, p. 663-668, June 2003.

PAWLAK, G.; HELFMAN, D. M. Post-transcriptional down regulation of ROCK1/Rho kinase through an MEK-dependent pathway leads to cytoskeletal disruption in ras transformed fibroblasts. **Molecular Biology**, London, v. 13, n. 1, p. 336-347, July 2002.

PEREIRA, M. C. A. **Influência do consumo de farinhas da polpa e casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos**. 2007. 138 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, Oxford, v. 107, n. 2, p. 656-663, Mar. 2008.

WOLEVER, T. M. S. et al. Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 87, n. 1, p. 247-257, Jan. 2008.

ANEXOS

ANEXO A - Certificado de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE GLICÊMICO DO GRÃO DE CHIA (Salvia hispanica L.)**Pesquisador:** Camila Teodoro Rezende Picinin**Área Temática:****Versão:** 1**CAAE:** 19550113.2.0000.5148**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Lavras**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 386.765**Data da Relatoria:** 30/08/2013**Apresentação do Projeto:**

Serão realizados estudos de caracterização dos grãos produzidos no Brasil e determinação do seu índice glicêmico, sendo que estas informações não estão elucidadas na literatura. O objetivo desta pesquisa é determinar o índice glicêmico do grão de chia in natura, a partir de uma refeição padrão. Dentre os objetivos específicos estão: determinar nos grãos de chia in natura: composição centesimal; minerais; vitamina C e E por cromatografia gasosa; fibra alimentar total; nitratos; ácido oxálico; taninos ou fenólicos solúveis totais; atividade antioxidantes in vitro pelos métodos:

ABTS+, DPPH e Sistema β -caroteno/ácido linoleico; perfil de ácidos graxos e ácidos orgânicos por cromatografia gasosa; digestibilidade proteica in vitro; ferro solúvel in vitro; perfil de aminoácidos e perfil microbiológico.

Objetivo da Pesquisa:

Determinar o valor do índice glicêmico do grão de chia (Salvia hispanica L.) em seres humanos.
demais objetivos:

Determinar nos grãos de chia in natura: composição centesimal: umidade, proteína bruta, lipídeos totais, cinzas, fibra bruta e fração glicídica;

minerais: cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, potássio, zinco e chumbo; vitamina C e E por cromatografia gasosa; fibra alimentar total; nitratos;

ácido oxálico; taninos ou fenólicos solúveis totais; atividade antioxidantes in vitro pelos métodos:

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037

Bairro: PRP/COEP

CEP: 37.200-000

UF: MG

Município: LAVRAS

Telefone: (35)3829-5182

E-mail: coep@nintec.ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 386.765

ABTS+, DPPH e Sistema β -caroteno/ácido linoleico;
perfil de ácidos graxos e ácidos orgânicos por cromatografia gasosa; digestibilidade proteica in vitro; ferro solúvel in vitro; perfil de aminoácidos e microbiológico.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A utilização da lanceta no dedo do voluntário causarão um pequeno desconforto, será utilizado o lancetador apropriado (modelo de uma caneta) e o local de coleta da amostra de uma gota de sangue (ponta do dedo) possui baixa sensibilidade. Não é previsível riscos aos voluntários. Não terá previsão de indenização e/ou reparação de danos, pois não há risco previsível. Medidas de proteção serão realizadas do decorrer da pesquisa:

Consumo de alimentos certificados e com selo de qualidade, que anteriormente passarão por análises microbiológicas. - Oferecer quantidades prescritas usualmente para o grão de chia (5 gramas)- O local no qual os alimentos serão oferecidos aos voluntários será adequado para tal procedimento e a devida higienização será realizada no local.- O pesquisador estará presente durante todos os passos do estudo.- Será realizada

correta higienização e assepsia do local de coleta das amostras, e das mãos do voluntário e do profissional serão conforme Sociedade Brasileira de Patologia Clínica (SBPC).

Benefícios:

Dentre os benefícios está a determinação do índice glicêmico do grão de chia produzido no Brasil, dado este que, atualmente, não é encontrado em tabelas destinadas para tal. Essa determinação será importante, já que os resultados de vários estudos têm evidenciado os efeitos benéficos do consumo de dietas com baixo índice glicêmico em indivíduos saudáveis e em portadores de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e alguns cânceres.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

É uma pesquisa que visa avaliar o índice glicêmico do grão de chia em 15 voluntários.

As amostras (5g) serão oferecidas ao voluntário em local apropriado para o consumo de alimentos, com devida higienização, conforme a Resolução RDC nº 216/2004 da ANVISA e em embalagens descartáveis. Será retirado uma gota de sangue da ponta do dedo dos voluntários, para determinação da glicemia capilar. As amostras obtidas por punção de polpa digital será realizada com lanceta descartável, com o auxílio de fita reagente descartável.

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037
Bairro: PRP/COEP CEP: 37.200-000
UF: MG Município: LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 E-mail: coep@nintec.ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 386.765

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ok

Recomendações:

Detalhar sobre a dieta padrão que será indicada para a última refeição do dia que precede a avaliação.

Considerar a manutenção do hábito alimentar do sujeito da pesquisa, padronizando o índice glicêmico conforme seu hábito.

Indicar procedência dos alimentos fornecidos no lanche pós- teste de glicemia.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LAVRAS, 06 de Setembro de 2013

Assinador por:
Luciano José Pereira
(Coordenador)

ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE

Nome: _____

As informações contidas neste termo visam firmar acordo por escrito, mediante o qual o responsável pelo menor ou o próprio sujeito objeto de pesquisa, autoriza sua participação, com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

I - TÍTULO DO TRABALHO EXPERIMENTAL:

Determinação do índice glicêmico do grão de chia (*Salvia hispanica L.*)

Pesquisador Responsável: Camila Teodoro Rezende Picinin e Profa. Maria de Fátima Piccolo Barcelos.

II - OBJETIVOS

Determinar o valor do índice glicêmico do grão de chia (*Salvia hispanica L.*).

III - JUSTIFICATIVA

Existe nos últimos tempos interesse no consumo do grão de chia na sua forma *in natura*, buscando efeitos benéficos a saúde, tais como prevenção de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de cânceres, melhora nos níveis glicêmicos e do colesterol, emagrecimento, dentre outros. Este grão possui em média 20% de proteína, 30% de gordura (sendo desta 60% de ômega 3), 40% de carboidratos e 30% de fibras. Para confirmar tais benefícios, faz-se necessário estudos de caracterização dos grãos produzidos no Brasil e determinação do seu índice glicêmico, sendo que estas informações não estão elucidadas na literatura. Esta pesquisa trata-se de parte da dissertação de mestrado da aluna Camila Teodoro Rezende Picinin.

IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

A equipe será composta por dez voluntários, que serão docentes e alunos da pós-graduação da Universidade Federal de Lavras (UFLA), indivíduos hígidos, sexo masculino e feminino, com idade entre 18 e 40 anos, não portadores de diabetes *mellitus*, hipertensão arterial sistêmica ou outras patologias, não usuários de qualquer medicamento hipoglicemiante. As coletas serão realizadas em três dias diferentes já estabelecidos com os voluntários, com intervalo de três semanas entre estes dias. Um encontro com os voluntários será realizado para esclarecer como será conduzido o experimento, entregar orientações nutricionais e explicar como deve ser realizada a alimentação no dia-a-dia durante a pesquisa e no dia anterior a coleta. Todos os procedimentos serão realizados na UFLA, local onde os voluntários já frequentam todos os dias, facilitando o acesso e evitando deslocamento dos mesmos. O transporte do voluntário de suas casas até a Universidade será realizado pelos pesquisadores. Caso ocorra qualquer desconforto ao voluntário e ele não se sinta em condições normais, será levado pelo pesquisador ao ambulatório médico mais próximo.

A última refeição do dia anterior à coleta de dados será padronizada para todos os integrantes da pesquisa, realizada no mesmo horário. Essa refeição será oferecida a todos os voluntários pela equipe pesquisadora. Todos os integrantes da pesquisa serão orientados a não realizar qualquer atividade física, inclusive sexual, não consumir outros alimentos, bebida alcoólica e medicamentos, doze horas antes do início da coleta de dados. O consumo de água potável no período de jejum será livre.

Amostra

Serão utilizados grãos de chia (*Salvia hispanica L.*) da região sul do Brasil, com a devida padronização e certificação exigida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. As amostras serão armazenadas a uma temperatura de 5 °C. Passarão por análises químicas, nutricionais e microbiológicas para posteriormente serem oferecidas aos voluntários da pesquisa.

O grão de chia (5g) será oferecido ao voluntário em local apropriado para o consumo de alimentos, com devida higienização e em embalagens descartáveis. Pesadas em balança analítica devidamente calibrada.

A coleta das amostras de uma gota de sangue acontecerá em laboratório climatizado, com todas as normas de higienização. Os materiais utilizados para a coleta da amostra de sangue para determinação do índice glicêmico serão todos descartáveis.

Cada dia de coleta das amostras iniciarão com uma explicação breve de como será conduzido os trabalhos naquele dia, será entregue individualmente o TCLE. A primeira coleta da amostra de uma gota de sangue será em jejum, para determinar a glicemia de jejum, o horário da coleta em cada voluntário será marcado e o intervalos entre um voluntário e outro será suficiente para fazer as coletas em tempo hábil.

Logo após cada voluntário consumirá grãos de chia acompanhado de uma refeição padronizada (100 ml de iogurte com 0% de gordura, 5 g de grão de chia, pão francês sem miolo 1 unidade, requeijão 10g, fruta (a definir) 100g). Os voluntários ficarão em repouso (sentados) durante 2 horas, com atividades para distração, sem que passem por momentos de grandes emoções, para não interferir na glicemia capilar. Após 15 minutos do consumo da refeição, será realizada a segunda aferição da glicemia e, posteriormente, entre 15 em 15 minutos, sendo elas realizadas no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º dedos. Encerrando assim cada dia de coleta. Todos os dias após a última coleta da amostra será disponibilizada aos voluntários da pesquisa uma mesa de café da manhã, composta por salada de frutas, pão e torrada integral, requeijão, café, leite e sucos de fruta.

V - RISCOS ESPERADOS

A utilização da lanceta no dedo do voluntário causará um pequeno desconforto, será utilizado o lancetador apropriado (modelo de uma caneta) e o local de coleta da amostra de uma gota de sangue (ponta do dedo) possui baixa sensibilidade. Não é previsível riscos aos voluntários. Não terá previsão de indenização e/ou reparação de danos, pois não há risco previsível.

Medidas de proteção serão realizadas do decorrer da pesquisa:

- Consumo de alimentos certificados e com selo de qualidade, que anteriormente passarão por análises microbiológicas.
- Oferecer quantidades prescritas usualmente para o grão de chia (5 gramas)
- O local no qual os alimentos serão oferecidos aos voluntários será adequado para tal procedimento e a devida higienização será realizada no local.
- O pesquisador estará presente durante todos os passos do estudo.
- Será realizada correta higienização e assepsia do local de coleta das amostras, e das mãos do voluntário e do profissional serão conforme Sociedade Brasileira de Patologia Clínica (SBPC).

VI – BENEFÍCIOS

Dentre os benefícios está a determinação do índice glicêmico do grão de chia produzido no Brasil, dado este que, atualmente, não é encontrado em tabelas destinadas para tal. Essa determinação será importante, já que os resultados de vários estudos têm evidenciado os efeitos benéficos do consumo de dietas com baixo índice glicêmico em indivíduos saudáveis e em portadores de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e alguns cânceres.

VII - RETIRADA DO CONSENTIMENTO

O voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ao atendimento a que está sendo ou será submetido.

VIII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A pesquisa será encerrada ao final de todas as coletas de amostra para determinação da glicemia capilar.

IX - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu _____, certifico que, tendo lido as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os itens, estou plenamente de acordo com a realização do experimento. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

Lavras, _____ de _____ de 20__.

NOME (legível) _____ RG _____

ASSINATURA _____

ATENÇÃO: A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-1127.

No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável no Departamento de Ciência dos Alimentos DCA/UFLA-MG. Telefone de contato: (035) 3829 1406 (Profa. Maria de Fátima Piccolo Barcelos) e (035) 9808-2055 (Camila Teodoro Rezende Picinin)