

Qualidade proteica e eficiência alimentar de farinhas integrais de linhaça obtidas de sementes cruas e submetidas a tratamento térmico

Protein and food qualities of brown flaxseed whole flour from the raw and heat-treated seeds

RIALA6/1325

Érica Aguiar MORAES^{1*}, Júlia Cristina Cardoso CARRARO¹, Maria Inês de Souza DANTAS¹, Neuza Maria Brunoro COSTA², Sônia Machado Rocha RIBEIRO¹, Hercia Stampini Duarte MARTINO¹

*Endereço para correspondência: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde, Av. P.H. Rolfs s/n, Viçosa/MG, Brasil. CEP 36570-000. Fone: 31 3899-2545. E-mail: erica_moraes12@hotmail.com

¹Laboratório de Nutrição Experimental, Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

²Curso de Nutrição, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES

Recebido: 22.04.2010 – Aceito para publicação: 17.12.2010

RESUMO

A linhaça é uma oleaginosa que desperta interesse pelo seu alto teor de compostos bioativos e proteínas, embora pouco se saiba sobre as possíveis interferências desses compostos na sua qualidade proteica. Neste estudo foram avaliadas a qualidade proteica e a concentração de compostos fenólicos e de fibra alimentar em farinhas integrais de linhaça marrom crua e submetida ao tratamento térmico (150°C por 15 minutos). A qualidade proteica foi analisada em ratos Wistar recém-desmamados. Houve aumento de 2,4% no teor de fenólicos totais e redução de 10% e 80%, respectivamente, nos teores de hexafosfato e pentafofato de mioinositol, quando a semente foi exposta ao tratamento térmico. O ganho de peso dos animais, o Coeficiente de Eficiência Alimentar, o Coeficiente de Eficiência Proteica e a Razão Proteica Líquida foram menores nos animais alimentados com dietas contendo linhaça, em comparação à caseína, porém, o tratamento térmico não interferiu na qualidade proteica da linhaça. Estudos futuros poderão esclarecer se o tratamento térmico utilizado não foi suficiente para inativar os fatores antinutricionais que afetam a digestibilidade das proteínas desse alimento.

Palavras-chave. qualidade proteica de alimentos, análises de alimentos, composição de alimentos, alimento funcional, compostos bioativos em alimentos.

ABSTRACT

Flaxseed is an oilseed that arises concerns for its high contents of bioactive compounds and proteins, although little is known about the presumable interference of these compounds in its protein quality. This study evaluated the protein quality, and the concentration of phenolic compounds and of dietary fiber in raw and heat-treated (150°C for 15 minutes) brown flaxseed whole flour. The protein quality was analyzed in weaned Wistar rats. When the seeds were exposed to heat treatment, an increase of 2.4% in the total phenolic contents and reductions of 10% and 80% were observed in the myo-inositol hexaphosphate and pentaphosphate contents, respectively. The weight gain of animals, the Food Efficiency Ratio, the Protein Efficiency Ratio and the Net Protein Ratio were lower in animals fed with flaxseed-containing diets, when compared with the casein diet, however the heat treatment did not affect the protein quality of flaxseed. Further studies might clarify whether the used heat treatment was not sufficient to inactivate the antinutritional factors that affect the protein digestibility of this food.

Key words. protein quality of foods, food analysis, food composition, functional food, bioactive compounds in foods.

INTRODUÇÃO

A linhaça é um alimento vegetal que oferece benefícios potenciais para a saúde por ser fonte de ácido α -linolênico, lignanas e fibra alimentar, propriedades estas que a qualificam como um alimento funcional. Estes nutrientes são relacionados à redução dos riscos de doenças cardiovasculares, melhoria da saúde do colón e propriedade anticarcinogênica dos fitoestrógenos^{1,2}.

A linhaça possui em sua composição química cerca de 30 a 40% de gordura, 20 a 25% de proteína, 20 a 28% de fibra alimentar total, 4 a 8% de umidade e 3 a 4% de cinzas³. As proteínas da linhaça são de boa qualidade, sendo comparadas às da soja, com concentrações consideráveis de arginina, ácido aspártico, ácido glutâmico e leucina. Entretanto, seu conteúdo de triptofano é inferior e apresenta teores mais elevados de aminoácido sulfurados^{4,5}.

Alimentos de origem vegetal podem conter quantidades significantes de componentes antinutricionais de origem não proteica, como compostos fenólicos, oligossacarídeos (α -galactosídeos), fitatos, taninos, glicosídeos cianogênicos, oxalatos e saponinas. Na fração albumínica das sementes são encontrados os fatores antinutricionais proteicos, como as lectinas, inibidores de alfa-amilase, inibidores de tripsina e inibidores de quimotripsina. Essas substâncias reduzem o valor nutricional dos alimentos por interferir na biodisponibilidade de minerais, na digestibilidade de proteínas e de carboidratos, podendo ter efeitos adversos na nutrição e saúde^{6,7,8}.

O emprego de métodos que diminuam a ação dos fatores antinutricionais é uma alternativa para o consumo de alimentos que possuem estes compostos. O tratamento térmico constitui um dos métodos que podem acarretar modificações na estrutura das proteínas com influência na digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos, além da possibilidade de reestruturações químicas de outros componentes dos alimentos⁹. Carraro et al¹⁰ observaram preservação do ácido linolênico e capacidade antioxidante de farinhas de linhaça tratadas termicamente a 150°C durante 15 minutos. Porém, é necessário investigar o efeito deste tratamento na qualidade proteica da linhaça.

O objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade, a qualidade proteica, eficiência alimentar e a concentração de fibra alimentar e de fitoquímicos com ação antinutriente em farinhas integrais de linhaça marrom crua e submetida a tratamento térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das farinhas de linhaça

Para obtenção da farinha submetida ao tratamento térmico, as sementes foram expostas à temperatura de 150°C durante 15 minutos em estufa de circulação de ar. Em seguida, as sementes foram resfriadas, trituradas em liquidificador e peneiradas para homogeneização, conforme descrito por Moraes et al¹¹.

Determinação do teor de fenólicos totais, fitato e fibra alimentar das farinhas

As farinhas cruas e submetidas a tratamento térmico foram caracterizadas quanto ao teor de fitatos, fenólicos totais e fibras alimentares. O ácido fítico foi determinado em três repetições, por HPLC (Ultrasep, ES 100 RP18, Leonberg, Alemanha), como proposto por Sandberg e Ahderinne¹². O teor de fenólicos totais foi determinado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton et al¹³, em três repetições. Os fenólicos totais foram determinados por meio de curva padrão, $R^2 = 0,9964$ e $y = 30763x + 0,0818$, com concentração de ácido gálico variando de 0,01 a 0,1 g/L. Os teores de fibra alimentar total foram determinados em duplicata, pelo método enzimático gravimétrico descrito pela AOAC¹⁴.

Ensaio biológico

Dietas experimentais

A composição das dietas foi baseada na AIN-93G, segundo Reeves et al¹⁵, com o teor de proteínas alterado para 9% a 10%. Foram preparadas as dietas aprotéica, de caseína (padrão) e testes, cujas fontes proteicas foram fornecidas pela farinha de linhaça crua (FLC) e farinha de linhaça submetida a tratamento térmico (FLTT), seguindo as composições nutricionais ilustradas na Tabela 1.

Após o preparo, determinou-se o teor de proteína de cada dieta pelo método Kjeldhal, segundo AOAC¹⁴, sendo utilizado o fator 6,25 para cálculo de conversão do nitrogênio em proteínas.

Para a obtenção dos teores de proteínas recomendados para o estudo, não foi necessário o acréscimo de fibras e óleo de soja, sendo estes fornecidos pela farinha da semente de linhaça. Todas as dietas experimentais apresentaram densidade energética semelhante, aproximadamente de 3,9 kcal/g de dieta.

As dietas foram acondicionadas em embalagens de polipropileno, devidamente rotuladas e armazenadas em refrigerador, até a utilização no ensaio biológico.

O protocolo de trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brasil.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais apteica, caseína, farinha de linhaça crua (FLC) e farinha de linhaça submetida a tratamento térmico (FLTT) (g.100g⁻¹ de mistura)

Ingredientes	Dietas			
	Apteica	Caseína	FLC	FLTT
Caseína	0	11,4	0	0
Linhaça crua	0	0	47,5	0
Linhaça submetida a tratamento térmico	0	0	0	45,4
Amido Dextrinizado	13,2	13,2	13,2	13,2
Sacarose	10,0	10,0	10,0	10,0
Óleo de Soja	7,0	7,0	0	0
Celulose	5,0	5,0	0	0
Mistura de Minerais	3,5	3,5	3,5	3,5
Mistura de Vitaminas	1,0	1,0	1,0	1,0
L-Cistina	0,3	0,3	0,3	0,3
Bitartarato de Colina	0,25	0,25	0,25	0,25
Amido de milho	59,7	48,3	24,3	26,4
% de proteína	nd	9,69	9,56	9,59
Densidade calórica (kcal.g ⁻¹)	3,95	3,87	3,91	3,93

nd = Não determinado

Animais

Foram utilizados 24 ratos machos (*Rattus norvegicus*, variedade *albinus*, classe *Rodentia*), linhagem Wistar, recém-desmamados, com média de 21 a 23 dias de idade, com peso corporal variando entre 57 a 62 g, com média de 59,4 g, provenientes do biotério do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

Os ratos foram alocados em gaiolas individuais de aço inoxidável, de modo que as médias dos pesos fossem semelhantes entre os grupos, sendo mantidos em condições de temperatura de 22 ± 3°C, com fotoperíodo de 12 horas.

Os animais foram divididos em quatro grupos com seis animais, os quais receberam as seguintes dietas: apteica, caseína, farinha de linhaça crua (FLC) e farinha de linhaça submetida a tratamento térmico (FLTT).

Durante o período de 14 dias os animais receberam as dietas experimentais e água deionizada *ad libitum*.

Desenho Experimental

No período experimental os animais foram pesados no 7º e 14º dias e determinou-se o Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA), Digestibilidade Verdadeira (DV), Coeficiente de Eficiência Proteica (PER) e Razão Proteica Líquida (NPR).

Coeficiente de eficiência alimentar (CEA) representa a relação entre o ganho de peso (g) e o consumo total de dieta pelos animais (g).

Para a determinação da digestibilidade, as dietas foram marcadas com corante índigo carmim na concentração de 0,2%. Estas dietas foram oferecidas aos animais no 7º e 10º dias. Foram coletadas as fezes do 8º ao 11º dias em recipientes individuais para cada animal e mantidas sob refrigeração.

Ao término do experimento, as fezes foram secas em estufa a 105°C por 24h. Em seguida, foram resfriadas, pesadas e trituradas em multiprocessador para determinação da concentração de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl¹⁴, com amostras em triplicata.

A digestibilidade verdadeira foi calculada medindo-se a quantidade de nitrogênio ingerido na dieta, excretado nas fezes, e a perda metabólica nas fezes, que corresponde ao nitrogênio fecal do grupo com dieta apteica. Esta última foi estimada pela quantidade de nitrogênio excretado pelos ratos alimentados com a dieta livre de nitrogênio. A digestibilidade verdadeira relativa (R-DV) foi determinada considerando como 100% o resultado de DV da dieta de padrão (caseína).

O PER foi determinado considerando-se o ganho de peso do grupo-teste (g) em relação ao consumo de proteína do grupo teste (g), segundo método de Hegsted¹⁶, modificado para 14 dias. O coeficiente de eficiência proteica relativo (R-PER) foi determinado considerando como 100% o resultado de PER da dieta de padrão (caseína).

O NPR foi determinado, de acordo com Bender e Doell¹⁷, levando-se em consideração o ganho de peso do grupo-teste (g), mais a perda de peso do grupo com dieta apteica (g), em relação ao consumo de proteína do grupo-teste (g). A razão proteica líquida relativa (R-NPR) foi determinada considerando como 100% o resultado de NPR da dieta de padrão (caseína).

Análises estatísticas

Procedeu-se o teste-t ao nível de 5% de probabilidade para comparação entre as concentrações

de fenólicos totais e ácido fítico. Os dados foram expressos em valores médios e desvio padrão. A concentração de fibra alimentar foi expressa em valores médios, devido realização da análise em duplicata.

Para avaliar o efeito do tratamento térmico sobre as farinhas de linhaça cruas e tratadas, procedeu-se a análise de variância (ANOVA) para os parâmetros: consumo alimentar, nitrogênio ingerido, ganho de peso, coeficiente de eficiência alimentar, coeficiente de eficiência proteica, razão proteica líquida e digestibilidade verdadeira para determinação do valor de "F". Utilizou-se o teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade para comparação de cada grupo teste com o grupo caseína (testemunha). A dispersão da média foi expressa em desvio-padrão.

RESULTADOS

Os teores de fenólicos totais, de fibra alimentar, de hexafosfato de inositol (IP6) e de

pentafosfato de inositol (IP5) das farinhas de linhaça crua e submetida a tratamento térmico são apresentados na Tabela 2. Observou-se aumento de 2,4% no teor de fenólicos totais, quando a semente foi exposta ao tratamento térmico ($p < 0,05$). Entretanto, houve redução de 10% no teor de IP6 e de 80% do IP5 ($p < 0,05$).

Os dados de consumo alimentar, nitrogênio ingerido, ganho de peso e coeficiente de eficácia alimentar estão apresentados na Tabela 3. Não houve diferença de consumo alimentar e nitrogênio ingerido entre os grupos ($p \geq 0,05$). No entanto, o ganho de peso e o CEA apresentaram diferença ($p < 0,05$). O grupo de animais que recebeu dieta de caseína apresentou o maior ganho de peso (52g) e CEA (0,31) diferindo dos grupos de farinha de linhaça. Não foi observada diferença ($p \geq 0,05$) com relação ao ganho de peso e CEA entre o grupo de farinha de linhaça crua e farinha submetida a tratamento térmico.

Tabela 2. Teores de compostos fenólicos totais (FT) ($\text{mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$), fibra alimentar total (FAT) ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e ácido fítico (AF) ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) nas farinhas integrais de linhaça crua (FLC) e submetida a tratamento térmico (FLTT)

Farinhas	FT	FAT	AF	
			IP-6	IP-5
FLC	692,94 \pm 64,2 ^b	29,14	12,32 \pm 0,2 ^a	0,87 \pm 0,1 ^a
FLTT	709,72 \pm 37,9 ^a	29,83	11,08 \pm 0,2 ^b	0,17 \pm 0,0 ^b

Tabela 3. Consumo alimentar, nitrogênio ingerido, ganho de peso e coeficiente de eficiência alimentar (CEA) das dietas de caseína, farinha de linhaça crua (FLC) e farinha de linhaça submetida a tratamento térmico (FLTT)

Dietas	Consumo alimentar (g) *		Nitrogênio ingerido (g)*		Ganho de peso (g) *		CEA*	
Caseína	166,89	\pm 14,5 ^a	0,56	\pm 0,06 ^a	52,33	\pm 8,8 ^a	0,31	\pm 0,04 ^a
FLC	148,58	\pm 29,7 ^{aA}	0,47	\pm 0,12 ^{aA}	34,67	\pm 6,6 ^{bA}	0,23	\pm 0,02 ^{bA}
FLTT	141,81	\pm 12,5 ^{aA}	0,50	\pm 0,06 ^{aA}	29,33	\pm 5,2 ^{bA}	0,21	\pm 0,03 ^{bA}

*As médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$); As médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$)

A Tabela 4 apresenta os resultados de PER, NPR e digestibilidade das dietas de caseína, farinha de linhaça crua e farinha de linhaça submetida a tratamento térmico. Tanto PER quanto NPR da dieta de caseína apresentaram valores estatisticamente maiores do que os grupos de farinha de linhaça ($p < 0,05$). As dietas de farinha de

linhaça não diferiram entre si para PER e NPR ($p \geq 0,05$). A dieta de caseína apresentou digestibilidade de 93%, diferindo das dietas de linhaça ($p < 0,05$). A farinha crua apresentou digestibilidade de 74% e a farinha submetida a tratamento térmico foi de 73%, sendo que essas não apresentaram diferença entre si ($p \geq 0,05$).

Tabela 4. Média e desvio padrão de PER, NPR e digestibilidade das dietas de caseína, farinha de linhaça crua (FLC) e farinha de linhaça submetida a tratamento térmico (FLTT)

Parâmetros	Caseína	FLC	FLTT
PER*	3,23 ± 0,40 ^a	2,45 ± 0,24 ^{bA}	2,13 ± 0,33 ^{bA}
R-PER (%)**	100,00	75,81	65,94
NPR*	4,01 ± 0,38 ^a	3,38 ± 0,35 ^{bA}	3,06 ± 0,34 ^{bA}
R-NPR (%)**	100,00	84,28	72,30
Digestibilidade*	94,12 ± 0,90 ^a	74,34 ± 1,18 ^{bA}	73,63 ± 2,12 ^{bA}
R-Digestibilidade (%)**	100,00	78,98	78,22

*As médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Dunnet ($p < 0,05$); As médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$). **R-PER= PER relativo; R-NPR= NPR relativo; R-Digestibilidade= Digestibilidade verdadeira relativa

DISCUSSÃO

Os animais alimentados com dietas a base de farinha de linhaça crua e submetida ao tratamento térmico obtiveram menor ganho de peso, CEA, PER e NPR, quando comparados aos animais que receberam caseína, corroborando com os dados descritos na literatura^{18,19}.

Quanto ao percentual de adequação médio relativo à caseína, as farinhas de linhaça crua e tratada termicamente apresentaram R-PER de 76% e 66%, e R-NPR de 84% e 72%, respectivamente. Resultados inferiores foram observados por Leite et al¹⁸ em farinha de linhaça crua, com R-PER de 46%, e por Jacinto²⁰, em que o R-PER o R-NPR foram de 42% e 59%, respectivamente, em ratos Wistar recém-desmamados. Diferenças no perfil de aminoácidos e compostos antinutricionais podem explicar as distinções entre os resultados para a linhaça crua entre os estudos.

Ao analisar os valores de NPR observou-se um maior potencial da proteína de linhaça ser utilizada somente para a manutenção do peso corpóreo, isto, provavelmente, ocorreu em função da deficiência de aminoácidos essenciais da linhaça. Esse resultado foi similar ao de Soares et al²¹.

A DV das farinhas de linhaça crua e tratada foram inferiores à caseína. Tal fato, provavelmente, ocorreu em função da presença de fatores antinutricionais e da qualidade das proteínas. Métodos de processamentos térmicos em alimentos podem melhorar sua qualidade proteica por meio da reestruturação das proteínas ou pela redução de compostos antinutricionais²². Silva et

al²³ destacaram que a utilização do tratamento térmico a seco, 150°C/30 min, em grãos para a produção de farinhas de soja, resultou em maiores valores de PER, NPR e DV, podendo, este resultado, ser explicado pela redução de fatores antinutricionais. No entanto, no presente estudo, o tratamento térmico não resultou nessas alterações, pois as farinhas de linhaça dos diferentes tratamentos apresentaram índices de qualidade proteica semelhantes.

O tratamento térmico, provavelmente, não melhorou a qualidade proteica da farinha de linhaça, pois reduziu a concentração de IP-6 e IP-5, mas aumentou a concentração de fenólicos totais. Deste modo, pode ter ocorrido uma equivalência de efeito sobre o aproveitamento das proteínas.

CONCLUSÃO

As dietas contendo farinha de linhaça apresentaram qualidade proteica e coeficiente de eficiência alimentar, inferior à caseína. O tratamento térmico não interferiu na qualidade proteica da farinha de linhaça, uma vez que os índices biológicos, PER, NPR e DV não diferiram entre linhaça crua e tratada, embora a concentração de IP6 e IP5 tenha reduzido com o tratamento térmico.

REFERÊNCIAS

1. Pan A, Yu D, Demark-Wahnefried W, Franco OH, Lin X. Meta-analysis of the effects of flaxseed interventions on blood lipids. *Am J Clin Nutr*. 2009; 90(2):288-97.

2. Morri DH. Linaza - Una Recopilación sobre sus Efectos en la Salud y Nutrición; 2008: Available from URL: http://www.flaxcouncil.ca/spanish/index.php?p=primer_spanish. Acesso em 24/11/2008.
3. Coskuner Y, Karababa E. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Food En*. 2007; 78(3):1067-73.
4. Chung MWY, Lei B, Li-Chan ECY. Isolation and structural characterization of the major protein fraction from NorMan flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Food Chem* 1998; 62(1):1-6.
5. Trevino J, Rodríguez ML, Ortiz LT, Rebolé A, Alzueta C. Protein quality of linseed for growing broiler chicks. *An Feed Sci Tech*. 2000; 84(3-4):155-66.
6. Del-Vechio G, Corrêa AD, Abreu CMP, Santos CD. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóbora (*Cucúrbita* spp) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. *Ciênc Agrotec*. 2005; 29(2); 369-76.
7. Carvalho MRB, Kirschnik PG, Paiva, KC, Aiura FS. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. *Rev Nutr*. 2002; 15(3):267-72.
8. Duodu KG, Taylor JRN, Belton PS, Hamaker BR. Factors affecting sorghum protein digestibility. *J Cereal Sci*. 2003; 38(2):107-13.
9. Peluzio MCG, Batista ES. Proteínas. In Costa NMB, Peluzio MCG. *Nutrição Básica e Metabolismo*. Ed. UFV, Viçosa. 2008: 102-54.
10. Carraro JCC, Lucas CG, Morais DC, Moraes EA, Dantas MIS, Martino HSD et al. Efeito do tratamento térmico sobre a peroxidação lipídica, o teor de ômega-3 e fenólicos totais de sementes de linhaça escura. 10º Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição - SBAN. 2009; São Paulo- SP, p.4.
11. Moraes EA, Dantas MIS, Morais DC, Silva CO, Castro FAF, Martino HSD et al. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. *Ciênc Tecnol Aliment*. (No prelo) 2010.
12. Sandberg A, Ahderinne R. HPLC method for determination of inositol tri-, tetra-, penta-, hexaphosphates in foods and intestinal contents. *J Food Sci*. 1986; 51(3):547-50.
13. Singleton VL, Orhofer R, Lamauela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth Enz*. 1999; 299:152-78.
14. Association of Official Analytical Chemists- AOAC. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 17 Ed. Maryland, 1997.
15. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of nutrition ad hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr*. 1993;123:1939-51.
16. Hegsted DM. Protein quality and its determination. In: Whitaker, J.H; Tannenbaum, S.H, editors. *Food proteins*. Westport:AVI Publishing. 1977. p.347-62.
17. Bender AE, Doell BH. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. *Brit J Nutr*. 1957; 11:138-43.
18. Leite CDFC, Muniz JM, Motta EFRO, Fernandes FS, Lenzi KC, Troína AA et al. Potencial protéico da linhaça (*Linum usitatissimum*) para ração de ratos em crescimento. In: 21 Reunião Anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental FeSBE: Águas de Lindóia, SP, Brasil. Ago/2006.
19. Muniz JM, Motta EFRO, Cysneiros NC, Leite CDFC, Daleprane JB, Fernandes FS et al. Linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte protéica exclusiva: um estudo em ratos. In: 21 Reunião Anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental FeSBE: Águas de Lindóia, SP, Brasil. Ago/2006.
20. Jacinto KA. Efeito do consumo de farinha de linhaça (*Linum usitatissimum*) no crescimento de ratos wistar e sua relação com a digestibilidade de globulinas e fatores antinutricionias protéicos nas albuminas. [dissertação de mestrado]. Rio Grande do Norte (RN): Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2007.
21. Soares LL, Pacheco JT, Brito CM, Troina AA, Boaventura GT, Guzmán-Silva MA. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. *Rev Nutr*. 2009;22(4);483-91.
22. Bressani R, Elias LG, Molina MR. Estudos sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas. *Arch Latinoam Nutr*. 1977; 27:215-31.
23. Silva CO, Andrade GF, Dantas MIS, Costa NMB, Peluzio MCG, Martino HSD. Influência do processamento na qualidade protéica de novos cultivares de soja destinados à alimentação humana. *Rev Nutr*. 2010; 23(3):389-97.