



16º Congresso de Iniciação Científica

ALTERAÇÕES QUÍMICAS EM GRÃOS DE SOJA COM A GERMINAÇÃO (SOJA GERMINADA)

Autor(es)

ANA PAULA CORAZZA MARTINEZ

Co-Autor(es)

PATRICIA CRISTINA CORAZZA MARTINEZ

Orientador(es)

MIRIAN COELHO DE SOUZA, SOLANGE GUIDOLIN CANNIATTI BRAZACA

1. Introdução

A soja (*Glycine max* Merrill) é a mais importante oleaginosa e apresenta importância comercial e nutricional (SILVA et al., 2006). O seu consumo tem sido incentivado, principalmente por seu elevado teor protéico de qualidade nutricional adequada, baixo custo, alta disponibilidade, excelente propriedade funcional no organismo e contínua inovação e desenvolvimento de novos produtos alimentares (BAU et al., 2000). Além disso, vem ganhando destaque, pois apontam uma série de potenciais benéficos para a saúde (FELIX, 2005).

Na safra 2006/2007, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial do grão. Sua produção totalizou 58,4 milhões de toneladas ou 25% da safra mundial, estimada em 236,08 milhões de toneladas. O Estado do Mato Grosso é o maior produtor brasileiro de soja (15,359 milhões) seguido do Estado do Paraná (11,916 milhões de toneladas) (EMBRAPA, 2007).

Apesar da alta produtividade da soja e dos seus referidos benefícios à saúde, seus produtos ainda sofrem restrições por parte dos consumidores ocidentais. As razões para esse baixo consumo são atribuídas ao seu sabor e odor característico denominado beany flavor, (MARQUES et al., 2007; SILVA et al., 2006), à indução de flatulência gerada por oligossacarídeos do tipo estaquiose, rafinose e verbascose, e aos seus componentes antinutricionais (SILVA et al., 2006; FELIX, 2005).

Desta forma, para melhorar a qualidade nutricional da soja e utilizá-la como alimento, há necessidade de remover ou inativar esses constituintes indesejáveis (SILVA et al., 2006). Vários processos para inativá-los ou removê-los tem sido empregados (BARCELOS et al., 2002). Entre eles, a germinação tem sido proposto como uma alternativa para melhorar as qualidades da soja (BARCELOS et al., 2002). Este processo tem mostrado efeito sobre a composição química, constituintes bioquímicos, fatores antinutricionais bem como propriedades funcionais da soja. (BAU et al., 2000).

Em decorrência do exposto e devido ao aumento do consumo de grãos de soja, se torna relevante o

desenvolvimento de mais pesquisas sobre o processo de germinação como necessidade de conhecimento no que se refere ao valor nutritivo da soja.

2. Objetivos

O trabalho teve por objetivo quantificar e analisar as alterações ocorridas em relação aos aspectos nutricionais de grãos de soja antes e após germinação.

3. Desenvolvimento

Para a realização do experimento utilizou-se grãos de soja (M. Soy 7908 - RR) doados pelo Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. A germinação ocorreu em câmara de germinação mantida a 25°C, 100% de umidade.

Com a finalidade de caracterizar as amostras foi realizada a composição centesimal das mesmas. As análises químicas de teor de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, fibras alimentares (solúvel e insolúvel) e de cinzas foram realizadas de acordo com a metodologia indicada pela AOAC (2005).

A determinação de fatores antinutricionais foi realizada nas amostras de grãos antes e após germinação. A atividade inibitória de tripsina foi determinada de acordo com Kakade, Simons e Liener (1969). O teor total de ácido fítico nas amostras foi determinado segundo o método descrito por Grynspan e Cheryan (1989–). Os taninos foram analisados segundo a metodologia descrita por Hagerman e Butler (1978). A determinação da concentração de fenólicos totais foi realizada segundo metodologia descrita por Deshpande e Cheryan (1987). A análise da diálise de ferro foi realizada segundo o método proposto por Whittaker, et al. (1989). A digestibilidade in vitro foi determinada segundo metodologia descrita por Akesson e Stahman (1964).

A capacidade antioxidante dos extratos das sojas foi medida segundo método proposto por Brand-William; Cuvier e Berset (1995). O padrão TEAC descrito por Berg et al. (1999) e Re et al. (1999) que usa a determinação dos valores de TEAC com algumas modificações, foi utilizado. Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software SAS (1998).

4. Resultado e Discussão

Como observado na tabela 01, os teores de extrato etéreo e proteína diferiram estatisticamente entre as duas amostras analisadas, enquanto que os teores de cinzas, fibra solúvel e insolúvel não apresentaram diferenças significativas. A porcentagem de umidade entre as amostras foi maior para soja germinada. Isso ocorre, pois durante processo de germinação ocorre hidratação das sementes a fim de promover o crescimento da planta (VILLELA et al, 2007). Quanto aos valores obtidos para o extrato etéreo, foi observado maior conteúdo na soja germinada. Porém resultados diferentes e contraditórios foram observados na literatura. O conteúdo de lipídeo nas sementes diminui com a evolução no tempo de germinação, o qual é atribuído à degradação de reservas de nutrientes (lipídeo e carboidrato) para o fornecimento de energia requerida durante o crescimento da planta (BARCELOS et al., 2002). No entanto,

embora ocorra oxidação durante o processo, a análise de extrato etéreo não detecta esta alteração. Uma justificativa para tal fato é o tempo de germinação de 48 horas, já que na literatura essa redução ocorre somente a partir de 72 horas. O teor de proteína foi maior para soja germinada. Isso já era esperado, visto que durante este processo ocorre a síntese enzimática protéica ou a mudança na composição que segue a degradação de outros constituintes (BARCELOS et al., 2002). Os resultados das cinzas são condizentes com os apresentados por Vilas Boas, Barcelos (2002), o qual não foi observado diferença estatística entre o grão controle e germinada em um período de 3 dias. Os teores obtidos por esses autores foram similares ao presente estudo (Tabela 1). O aumento no teor de cinzas foi observado somente no quarto dia de germinação. Os teores de fibras apresentaram aumento após germinação, e não foi observada diferença estatística significativa para fibras insolúveis. Ghavidel (2007) demonstraram que após germinação as fibras totais e as frações dietéticas solúveis aumentaram e a fração insolúvel reduziu, considerando, entretanto, que o período de germinação foi maior que o do presente estudo. Observa-se redução acentuada nos Carboidratos disponíveis para a soja germinada. Isso pode ser decorrente ao seu uso como fonte de energia para o início da germinação (BARCELOS et al., 2002).

Conforme dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que os inibidores de tripsina na soja germinada tiveram as suas atividades diminuídas quando comparado à soja controle, porém não diferiram estatisticamente. Segundo BAU et al. (2000), no início da germinação há redução gradativa na atividade inibitória de tripsina, a qual contribui para a elevação da digestibilidade de suas proteínas. A análise de variância dos resultados obtidos na determinação do teor de ácido fítico apesar de apresentar pequena redução, não diferiu estatisticamente entre as amostras controle e germinada. Diversos estudos relatam que durante a germinação, o aumento da atividade da enzima fitase ocorre, contribuindo para a redução do ácido fítico (BARCELOS et al., 2002), com possível aumento na disponibilidade de minerais, vitaminas e proteínas. Devido ao curto período de germinação de 48 horas não ocorreu diminuição significativa do ácido fítico (Tabela 2). As análises de variâncias de taninos condensados e fenólicos totais indicaram diferença estatística entre as amostras analisadas (Tabela 2). Estudo realizado por Oloyo (2004) afirma que a concentração de taninos em leguminosas diminui após 2 dias de germinação alcançando o seu nível mínimo, e que após o quinto dia seus teores elevam. Foi observada (Tabela 2) redução de aproximadamente 23% após em média 48 horas de germinação. Essa redução tem sido discutida entre os autores, que afirmam que a oxidação de polifenóis está ativada durante germinação causando hidrólise enzimática de taninos, com conseqüente redução (GHAVIDEL et al, 2007). Em relação ao teor de fenólicos totais, foi observado aumento em seu conteúdo após germinação. Porém essa concentração pode variar muito, pois depende de inúmeros fatores, dentre eles: método de determinação, compostos determinados, procedimentos para a germinação, entre outros fatores (BARBOSA et al., 2006). Foi observada diferença significativa entre as amostras germinada e controle em ambos os métodos (DPPH e ABTS). Desta forma, pode-se constatar que a soja controle apresenta capacidade redutora maior em relação à amostra germinada, para ambos os métodos, provavelmente devido a diminuição de compostos fenólicos, taninos e ácido fítico que ocorrem durante a germinação (Tabela 2). Quando observado a correlação entre a determinação de fenólicos totais e a atividade antioxidante para os métodos ABTS e DPPH, constata-se que a soja germinada possui menor teor de fenólico total (Tabela 2) e menor capacidade antioxidante (Tabela 2).

De acordo com a Tabela 3, o teor de ferro não apresentou diferença estatística. Uma explicação por não haver melhora da disponibilidade do ferro seria devido ao pequeno tempo de germinação utilizado (48 horas). O ácido fítico tem sido destacado por ser um dos fatores responsáveis pela redução da biodisponibilidade de minerais, porém em relação à germinação esse fator é reduzido proporcionando aumento na qualidade nutricional (BRIGIDE et al, 2006). Esses dados demonstram que os valores encontrados de ácido fítico (tabela 2) em relação à concentração de ferro dialisável diminuíram (Tabela 3). Porém essa diminuição não foi significativa, o que pode ser justificado devido à pequena redução, embora não significativa, nos teores de ácido fítico após 2 dias de germinação. Os valores da digestibilidade da proteína in vitro diferiram estatisticamente entre as amostras analisadas. A germinação aumentou significativamente a digestibilidade da proteína comparada à amostra controle. Esse aumento foi de aproximadamente 25%, e está atribuído à desnaturação da proteína, destruição do inibidor de tripsina ou redução nos teores de taninos e ácido fítico (GRAVIDEL et al., 2007). Com a redução desses fatores antinutricionais na germinação, a proteína fica mais susceptível aos ataques proteolíticos com aumento significativo na digestibilidade in vitro da proteína (TORRES et al., 2006). Foi observada redução significativa

com diferença estatística nos teores de taninos e pequena redução, sem diferir estatisticamente nos teores de ácido fítico e inibidor de tripsina, o que justifica o aumento da digestibilidade de proteína in vitro.

5. Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos, a germinação resultou na redução significativa nos teores de taninos condensados, carboidratos disponíveis e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS. Em contrapartida, o processo promoveu aumento o teor de umidade, lipídeo, proteína, fibra solúvel, digestibilidade in vitro de proteína e fenólicos totais. Não apresentou diferença estatística para os teores de cinzas, fibra insolúvel, teor de ferro, disponibilidade de ferro, ácido fítico e atividade inibitória de tripsina.

Com isso, pode-se concluir que apesar do pequeno período de germinação utilizado no presente estudo, mudanças em sua composição foram satisfatórias, proporcionando aumento da qualidade nutricional.

Referências Bibliográficas

- BAU, H.M.; VILLAUME, C.H.; MÉJEAN, L. Effects of soybean (*Glycine max*) germination on biologically active components, nutritional values of seeds, and biological characteristics in rats. **Nahrung**, v.44, n.1, p.S2-S6, 2000.
- BARCELOS, M.F.P.; VILAS BOAS, E.V.B. LIMA, M.A.C. Aspectos nutricionais de brotos de soja e de milho combinados. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.4, p.817-825, 2002.
- EMBRAPA. **A soja – 2004**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acesso em: 04 jun. 2007
- FELIX, M.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Disponibilidade de ferro in vitro de grãos de soja tostados por diferentes tratamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, 2008. No prelo
- SILVA, M.S.; NAVES, M.M.V.; OLIVEIRA, R.B.; LEITE, O.S.M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.571-576, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS AOAC **Official Method of Analysis**, 18 ed. Washington DC USA 2005.
- DESHPANDE, S.S.; CHERYAN, M. Determination of phenolic compounds of dry beans using vanilin, redox and precipitation assays. **Journal of Food Science**, v.52, n.2, p.332-334, 1987.
- GRYNSPAN, F.; CHERYAN, M. Phytate-calcium interaction with soy protein. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.66, n.1, p.93-97, 1989.
- HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 26, n. 4, p. 809-812, 1978.
- KAKADE, M.L.; SIMONS, N.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the anti tryptic activity of soybean samples. **Cereal Chemistry**, v. 46, p. 518-526, 1969.
- AKESON, WR; STAHPAN, MA. A pepsina pancreatin digest index of protein quality evaluation. **Journal Nutrition**, v. 83, n.3, p.257-261, 1964.
- WHITTAKER, P.; SPIVEY FOX, M.R; FORBES, A.L. In vitro prediction of iron bioavailability for food fortification. **Nutrition Report International**, v.39, n.6, p.1205-1215, 1989.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying na improved ABST radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology**, v.26, n.9/10, p. 1231-1237, 1999.
- BERG, V.D.; HAENEN, G.R.M.M.; VAN DEN BERG H; BAST, A. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of

mixtures. **Food Chemistry**, v.66, p.511–517, 1999.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.28, p.25-30, 1995.

• VILLELA, F.A.; NOVENBRE, A.D.L.C.; FILHO, J.M. Estado energético da água na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.1, p. 27-34, 2007.

• GHAVIDEL, R.A.; PRAKASH, J. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. **LWT Food Science and Technology**, v.40, p.1292-1299, 2007.

• BARBOSA, A.C.L.; HASSIMOTTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Teores de isoflavonas e capacidade antioxidante da soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.921-926, 2006.

• BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Antinutrients and in vitro availability iron of irradiated common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) **Food Chemistry**, v.98, n.1, p. 85-89, 2006.

• TORRES, A.; SANGRONIS, E.; RODRÍGUEZ, M.; CAVA, R. Protein quality of germinated *Phaseolus vulgaris*. **European Food Research Technology**, v.222, p.144-148, 2006.

Anexos

Tabela 1. Composição centesimal (base seca) em soja antes e após germinação por 48 horas.

Constituinte (%)	Soja antes da germinação	Soja após germinação
Umidade	6,71±0,2 ^{1b2}	63,72±0,2 ^a
Lípido	22,05±0,1 ^b	23,11±0,3 ^a
Proteína	35,67±0,5 ^b	42,02±1,1 ^a
Cinza	5,11±0,1 ^a	5,09±0,1 ^a
Fibra solúvel	0,18±0,0 ^a	2,15±0,3 ^c
Fibra insolúvel	15,88±0,5 ^a	17,82±1,5 ^a
Carboidrato disponível	21,11	9,81

¹ Média de 3 repetições ± desvio padrão.

² Letras diferentes na linha indica diferença estatística significativa (P≤0,05).

Tabela 2. Atividade inibitória de tripsina (UTI mg⁻¹), teor de ácido fítico (mg g⁻¹), teor de taninos condensados (mg g⁻¹), teor de fenólicos totais (mg g⁻¹) e atividade antioxidante (μmol Trolox) determinado pelos métodos DPPH e ABTS de extratos metanólicos em soja antes e após germinação por 48 horas.

Análises	Soja antes da germinação	Soja após germinação
Ativ. inibitória de tripsina (UTI.mg ⁻¹)	181,93±15,5 ^{1a2}	109,98±14,3 ^a
Ácido Fítico (mg g ⁻¹)	13,68±0,8 ^a	12,77±0,6 ^a
Taninos condensados (mg.g ⁻¹)	1,48±0,3 ^a	3,45±0,2 ^b
Fenólicos totais (mg.g ⁻¹)	10,89±0,9 ^b	27,93±2,9 ^a
DPPH (μmol)	0,02 ±0,0 ^a	0,04±0,0 ^b
ABTS (μmol)	5,98±0,0 ^b	5,86±0,08 ^b

¹ Média de 3 repetições ± desvio padrão.

² Letras diferentes na linha indica diferença estatística significativa (P≤0,05)

Tabela 3. Teor de ferro (μg.g⁻¹), disponibilidade de ferro (%) e digestibilidade de proteína *in vitro* (%) em soja antes e após germinação por 48 horas.

Amostras	Soja Antes da germinação	Soja após germinação
Teor de ferro (μg.g ⁻¹)	1,15±0,11 ^{1a2}	1,10±0,1 ^a
Disponibilidade de ferro (%)	1,04±0,0 ^a	1,54±0,0 ^a
Disponibilidade proteica (%)	32,53±1,4 ^{1b2}	40,32±1,3 ^a

¹ Média de 3 repetições ± desvio padrão.

² Letras diferentes na coluna indica diferença estatística significativa (P≤0,05)