



NUTRI^{time}

REVISTA ELETRÔNICA

www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 145
v. 8, n.º 05 p.1606- 1611 – Setembro/Outubro 2011



Artigo Número 145

ATIVIDADE UREÁTICA

**Matheus Ramalho de Lima^{1,2}, Sérgio Antonio de Normando Moraes²,
Fernando Guilherme Perazzo Costa¹, Sarah Gomes Pinheiro², Leonilson da
Silva Dantas², Lavosier Enéas Cavalcante²**

¹ Departamento de Ciências Animais. UFERSA, Mossoró, RN. mrlmatheus@ufersa.edu.br

² Universidade Federal da Paraíba, CCA/UFPB. Areia, PB.



INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento dos produtos proteicos oriundos da soja para alimentação humana, nutricionistas perceberam que estes produtos poderiam ser uma alternativa proteica importante para vários tipos de criações. As aves e os suínos são os grandes consumidores de farelo de soja (2/3) e assumindo-se que os animais consomem nas dietas, em média, um percentual de 20% de farelo de soja, chega-se a 104 milhões de toneladas de farelo necessários à produção animal mundial, o que concorda com os valores referidos em Aves e Ovos (1998). Grande parte dessa soja precisa de melhorias no processamento industrial, havendo amplas possibilidades de ganhos na qualidade do ingrediente a ser processado.

A soja, pelas suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação a quase todas as regiões do globo, alta produção e facilidade de cultivo, pode ser considerada como um dos alimentos para a população do futuro. Em sua constituição, possui proteína de alta qualidade e elevada quantidade de energia. Entretanto, apresenta alguns fatores antinutricionais que impedem que a mesma seja utilizada "in natura" na formulação de dietas comerciais. Uma vez que os suínos e aves consomem grande quantidade de subprodutos da soja, sua participação nos custos de produção e no desempenho animal é muito grande. Como a soja integral, sem processamento, não tem aplicação na formulação de rações, assim como outros alimentos proteicos como o guandu, cunhã, é limitada e seu uso é dependente do processamento industrial.

Ante a esse relato, esse documento tem o objetivo de elucidar algumas questões relacionadas aos fatores antinutricionais da soja, principalmente, e relatar quais os métodos de tratamento e avaliação destes, dando ênfase à atividade ureática.

FATORES ANTINUTRICIONAIS NA SOJA CRUA

A soja crua deve ser processada antes de sua utilização na alimentação de suínos e aves porque contém fatores tóxicos que podem causar efeitos deletérios sobre os animais. Os principais fatores antinutricionais que devem ser levados em consideração são:

- a- Inibidores de tripsina e quimiotripsina (Kunitz e Bowman-Birk). Inibem a digestão protéica.
- b- Lectinas, que tem como principal modo de ação combinar-se com as células da parede intestinal e com isso causam interferência não específica na absorção de nutrientes (Jaffé, 1980).
- c- Fatores alérgicos (Glicina e β -Conglicina), que reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos deletérios sobre as microvilosidades do intestino delgado.
- d- Lipase e lipoxigenase que promovem a oxidação e rancificação da gordura da soja.
- e- Existem também os polissacarídeos não-amiláceos solúveis (PNAS), que causam diminuição no desempenho dos animais.

O termo PNAS, cobre uma grande extensão de moléculas de polissacarídeos com exceção do amido. A classificação dos PNAS recai em três grandes grupos: Celulose, polímeros não celulósicos (pentosanos, arabinoxylanos, xylanos, b-Glucanos) e polisacarídeos pécnicos (glicomananos, galactomananos, arabinanos, xiloglucanos e galactanos), entre outras moléculas. A atividade antinutritiva dos PNAS pode ser eliminada com o uso de enzimas na dieta, as quais causarão



despolimerização, auxiliando a digestão dos polissacarídeos.

A capacidade digestiva das aves limita-se a absorção de monômeros de açúcares. As enzimas existentes têm ação limitada no auxílio da digestão durante o tempo de trânsito de alimentos dos suínos e aves, conforme foi constatado por Marsman et al. (1997). Portanto, pesquisas devem se concentrar na obtenção dessas enzimas melhoradas ou modificações no processamento da soja para aumento da energia metabolizável do FS (Choct, 2009).

PROCESSAMENTO DA SOJA

A soja após ser transportada, é recebida na empresa de esmagamento, para limpeza e secagem. Nessa fase a soja deve ter no máximo 12 % de umidade, o que permitirá uma boa armazenagem. No processamento, o grão de soja é transportado através de rolos quebradores, produzindo a soja quebrada com casca, a qual será separada no separador de cascas. A casca será moída e tostada para posterior reincorporação ao farelo de soja, dependendo do tipo de subproduto a ser comercializado. A soja sem casca segue para o condicionador e, em seguida para a laminação. Na laminação, os grãos partidos passam por rolos e seguem para a expansão. Neste estágio, o material é pressionado com vapor para tornar-se esponjoso. O material segue para o resfriador e em seguida para o extrator de óleo.

O adequado processamento da soja integral é avaliado por metodologias como a solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (KOH) 0,2%, que fornece valores entre 75 e 90%, e a atividade da urease, com valores de 0,05 a 0,30. Entretanto, valores acima ou abaixo indicam processamento inadequado. Segundo Marsman et al. (1995), o adequado processo de extrusão aumenta a quebra das proteínas, com

maior ação de enzimas digestivas, e o superprocessamento diminui o valor nutricional, pela formação da reação de Maillard.

Sakomura & Silva (1998) observaram que frangos de corte alimentados com dieta contendo soja integral extrusada apresentaram melhor desempenho que as aves alimentadas com dietas contendo farelo de soja acrescida de óleo. Recentemente, Brito et al. (2006) concluíram que pintos de corte alimentados com dietas contendo soja extrusada normal apresentaram melhor desempenho em relação aos pintos alimentados com soja extrusada sub e superprocessada, demonstrando assim, a importância dos cuidados a serem tomados com o processamento desse alimento.

FARELO DE SOJA (FS) OBTIDO PELA EXTRAÇÃO DO ÓLEO POR SOLVENTE

A soja expandida é então levada ao extrator de hexano onde são produzidas duas frações: a miscela e o farelo de soja (FS) antes de tostar. O farelo de soja (FS) é levado ao "toaster" que tem duas funções: recuperar parte do hexano ainda presente no farelo e desativar os fatores antinutricionais do FS não tostado. A seguir, vai para o peletizador para compactar o FS e facilitar armazenagem e transporte, sendo depois utilizado na formulação de rações. A porcentagem de proteína bruta deste produto pode ser ajustada através da retirada ou adição de casca. O FS pode ser agregado com bentonita ou talco para dar fluidez ao produto, evitando empedramento do farelo. Isso deve ser diferenciado de adulteração, na qual os agentes de fluidez são adicionados em excesso, o que prejudica o desempenho animal.

Quando processado adequadamente, é altamente palatável e digestível. Apresenta alto conteúdo de proteína bruta (entre 42



e 50%), um bom balanço de aminoácidos, baixa concentração de fibras e um elevado conteúdo de energia digestível (Swick, 2009). Ward (1996) mostrou dados em que uma indústria avícola americana analisando dados de FS de 12 esmagadoras de soja. Os valores proteicos oscilaram 47,8% a 49,6% para FS produzidos para serem 48 %. Isso representa um intervalo de 1,8%, com um CV de 1,2%. Na verdade a variação encontrada é pequena e teve distribuição normal.

O tratamento térmico durante a extração do óleo pode afetar a digestibilidade de alguns aminoácidos, especialmente a lisina. Isto é importante porque a lisina é o aminoácido mais limitante para suínos e, o farelo de soja, a principal fonte desta na dieta. O ponto crítico na avaliação da qualidade do FS é determinar se o FS foi sub ou super processado pelo calor. O superaquecimento com aparecimento da reação de Maillard produz uma coloração caramelada que é devida ao pigmento melanodina (Ward 1996). A reação de Maillard é referente a combinação do grupo épsilon do aminoácido lisina com açúcares redutores e aldeídos. Um subaquecimento também é prejudicial, pois o FS contém fatores antinutricionais que interferem no processo digestivo de aves e suínos, (Swick, 1996).

O conteúdo de energia do FS pode ser variável, podendo ser afetado pelo conteúdo de fibra, pois o farelo com casca apresenta menor conteúdo de energia digestível quando comparado ao farelo sem casca. Esta também pode ser afetada pelo conteúdo residual de óleo. Muito farelo de soja obtido através de extração com solvente contém entre 0,75 e 1,5% de óleo residual e lecitinas (Swick, 1996). Parsons et al. (1992) reportou-se a um estudo para avaliar os efeitos do calor excessivo no tratamento do FS sobre a digestibilidade dos aminoácidos. O excesso de calor foi óbvio na redução do desempenho dos frangos de corte

por redução da lisina total e da disponibilidade da lisina.

Para avaliar o grau de processamento térmico no FS existem vários métodos, entre os quais o índice de atividade ureática, a solubilidade da proteína em KOH, atividade inibidora de tripsina e capacidade de coloração da proteína processada. Na prática apenas os dois primeiros têm sido relevantes devido à facilidade de execução e ao baixo custo laboratorial.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SOJA PROCESSADA

Butolo (2002) cita como métodos para média a inativação dos fatores antinutricionais da soja, a atividade ureática, a atividade antitripsina, a atividade hemaglutinante, a solubilidade proteica em KOH (0,2%), a lisina disponível e o índice de proteína dispersível (PDI – Protein Dispersibility Index), onde o primeiro método é o mais utilizado.

A técnica de atividade ureática se baseia no princípio de que o tratamento térmico, quando feito adequadamente, desnatura a enzima urease presente no grão de soja e esta, quando desnaturada, servem de indicativo de que os inibidores de tripsina também foram desativados (Borges et al., 2003).

O grão cru apresenta atividade ureática de 2,0 a 2,5 (Butolo, 2002). Segundo ANFAR (1998), o farelo de soja utilizado em rações de monogástricos deve ter valor máximo de atividade ureática de 0,20 (Δ pH). A Indústria Americana da Soja recomenda atividade ureática de 0,05 a 0,20, na tentativa de identificar os extremos do processamento (Bellaver & Snizek Junior, 1999). No Brasil as indústrias estabelecem em média valores entre 0,03 e 0,16 para recebimento de farelo de soja (Goldflus, 2001). Entretanto a legislação federal (portaria nº7, de 09 de novembro de 1988) estabelece



valores de atividade ureática entre 0,05 e 0,30 para utilização do farelo de soja na alimentação animal (MAPA, 2009).

A atividade ureática avalia apenas a qualidade da inativação dos fatores antinutricionais, não tendo valor para determinar se o processamento prejudicou ou não a qualidade da proteína da soja (Butolo, 2002). Além disso, o índice de atividade ureática apresenta natureza não-linear em resposta a variações no tempo de processamento térmico da soja (Batal et al., 2000), o que dificulta a determinação de um nível adequado de atividade ureática para a soja processada ou farelo de soja.

As proteínas da soja sofrem influência do tratamento térmico do grão, sendo que sua solubilidade tende a ser reduzida à medida que se aumenta o tempo ou a temperatura de seu processamento. A redução da solubilidade da proteína da soja resulta geralmente em menor digestibilidade pelas aves. A solubilidade em KOH é uma medida para se estimar a solubilidade da proteína no trato digestório das aves e, consequentemente a disponibilidade dos aminoácidos. Segundo Butolo (2002), a solubilidade proteica mínima para a soja processada deve ser 77%. Segundo a portaria nº7, de 09 de novembro de 1988 a solubilidade proteica mínima deve ser de 80% para a utilização do farelo de soja na alimentação animal (MAPA, 2009). Valores acima de 85% indicam um subprocessamento da soja (Butolo, 2002; Nunes et al., 2001).

Butolo (2002) sugere ainda que o teste de solubilidade proteica deva ser sempre acompanhado do teste de atividade ureática, ou o contrário, para que se possa determinar a inativação dos fatores antinutricionais e a qualidade da proteína do produto do processamento da soja.

ÍNDICE DE ATIVIDADE UREÁTICA (IAU)

A qualidade nutricional do alimento depende, basicamente, da composição e da disponibilidade biológica de seus nutrientes, e da presença de fatores tóxicos e antinutricionais. As leguminosas constituem uma grande fonte proteica nas dietas de humanos e animais. É conhecido que elas contêm fatores antinutricionais como as hemaglutininas, os taninos, os inibidores da protease e os inibidores enzimáticos. Os inibidores da tripsina são considerados os mais importantes compostos antinutricionais da soja, os quais são determinados, principalmente, através da presença de atividade ureática, que é uma medida indireta da presença desses fatores. A eliminação desses princípios indesejáveis é efetuada através do emprego de calor.

Esta análise tem como objetivo determinar a destruição dos fatores antinutricionais presentes no grão de soja. Sua metodologia consiste em determinar a redução na atividade da enzima urease, presente no grão de soja, e que é destruída pelo calor. Existe uma correlação direta entre os fatores antinutricionais e a urease; ambos são termolábeis, destruídos pelo calor. Portanto com a inativação da enzima urease teoricamente os fatores antinutricionais estariam destruídos. De uma maneira geral essa análise determina se o farelo de soja recebeu processamento térmico suficiente para inativar os fatores antinutricionais presentes no grão de soja.

A análise de atividade ureática é um bom indicativo de processamento térmico adequado ou inadequado do farelo de soja (Tabela 1), como resultado dessa análise, podemos observar que atividade ureática com valor de pH variando de 0.01 até no máximo de 0.15, indicam que o farelo passou por um adequado processamento térmico, objetivando a



destruição dos fatores antinutricionais.

Existem, no entanto, algumas limitações para os resultados encontrados na análise. Trabalhos na literatura indicam que, em alguns casos, mesmo com a análise de atividade ureática ao redor de zero, ainda assim poderemos encontrar inibidores de tripsina no farelo. A estatística mostra que em algumas análises de atividade ureática com valor próximo de zero, foi determinado ainda a presença de 4 a 8% dos fatores antinutricionais no farelo de soja.

Tabela 1. Padrão de Atividade Ureática do Farelo de Soja

Classificação	Atividade Ureática
Excelente	0.01 - 0.05
Boa	0.06 - 0.20
Regular	0.21 - 0.31
Deficiente	>0.30

O IAU está baseado na liberação de amônia da ureia pela ação da enzima urease presente na soja (Ward, 1996). Isso causa uma mudança no pH da solução o qual é expresso como um índice. Nesse ensaio, a solução branco padrão, não contém ureia. Uma solução subprocessada dará uma grande mudança no pH, enquanto uma superprocessada, não registrará mudanças no pH. A Indústria Americana da soja recomendou IAU de 0,05 a 0,20, na tentativa de identificar os extremos do processamento. Muito embora esse método possa identificar subprocessamento, freqüentemente falha na identificação de superprocessamento.

Vários farelos de soja com IAU de 0,00 foram testados por Dale et al. (1987), tendo encontrado diferenças significativas ($P < 0,05$) na performance das aves. Segundo Mendes et al. (2004) é de extrema importância a avaliação da atividade

ureática, segundo Sakomura et al. (1996) sojas com nível zero de urease podem apresentar ótima qualidade, pois a sensibilidade desse teste restringe-se apenas em apontar a presença de urease, entretanto não mostra a manutenção da qualidade protéica. Moreira et al. (1994) encontraram 0,03 unidades de pH para o teste de atividade ureática de soja micronizada, sem comprometimento de sua digestibilidade para leitões.

Zhang & Parson (1993) também observaram que frangos de corte dos 7 aos 21 dias de idade alimentados com soja extrusada com 2,20 de atividade ureática apresentaram peso de pâncreas de 0,694 g (%PV) e ganho de peso de 233 g, enquanto aqueles alimentados com dieta à base de soja extrusada com 0,10 de atividade ureática apresentaram peso do pâncreas de 0,350 g (%PV) e ganho de peso de 268 gramas.

Diferenças no desempenho de aves alimentadas com soja extrusada em diferentes níveis de processamento também foram relatadas por Sakomura & Silva (1998), que notaram que o desempenho de aves alimentadas com dietas formuladas com soja integral extrusada foi superior ao daquelas que consumiram dieta à base de farelo de soja, o que pode ter sido consequência do maior teor de óleo na soja integral e na atividade antitripsina (UTI/mg PB), que foi maior no farelo de soja.

O valor nutritivo do farelo de soja integral está estreitamente relacionado com o tipo de processamento utilizado, com efeitos sobre a inativação dos fatores antinutricionais (Davies et al., 1997; Bertol et al., 2001). A utilização de farelo com atividade ureática acima de 1,8 (mudança de unidade de pH) é associada ao menor desempenho e digestibilidade da proteína (Boonyaratpalin et al., 1998).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da importância da soja no contexto da fabricação de rações, sua qualidade nutricional deve ser mantida e controlada, devido aos fatores intrínsecos desse alimento, como os fatores antinutricionais.

Desta forma, a avaliação dos tratamentos realizados com a soja, a atividade ureática demonstra uma ótima eficiência, mesmo demonstrando a eficiência dos métodos utilizados na inativação dos fatores de forma indireta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAR – Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Matérias-primas para a alimentação animal**. São Paulo, 1998.

AVES e OVOS. Cenário de incerteza para o milho em 1999. APA. **Associação Paulista de Avicultura**. S. Paulo. p 10-14. 1998.

BATAL, A.B.; DOUGLAS, M.W.; ENGRAM, A.E. et al. Protein dispersibility index as na indicator of adequately processed soybean meal. **Poultry Science**, v.79, p.1592-96, 2000.

BELLAVER, C. & SNIZEK JUNIOR, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR. **Anais...** Londrina:Embrapa Soja, 1999.

BERTOL, T. R. et al. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 150-157, 2001.

BOONYARATPALIN, M. et al. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 161, p.67-78, 1998

BORGES, S.A; SALVADOR, D.; IVANOVSKI, R.A. Utilização da soja desativada na dieta de monogástricos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, Cascavel, PR. **Anais...**CBNA, p.21-66, 2003

BRITO, C.L.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.2, p.457-461, 2006

BUTOLO, J.E.; **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, SP. 430p, 2002.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional. American Soybean Association. MITA (P) NO. 044/11/96 (Vol. An08-1997). <http://www.pacweb.net.sg/asa>. 1997. Consultado em 06.abril.2009.

DALE, N.M.; ARABA, M.; WHITTLE, E. Protein solubility as an indicator of optimum processing In: 1987 **Georgia Nutrition Conference for the Feed Industry**. Atlanta –Georgia. p 88-95, 1987.

DAVIES, S. J. et al. Partial substitution of fish meal and full-fat soya bean meal with wheat gluten and influence of lysine supplementation in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 28, p.317-328, 1997.



GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO DOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUINOS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS DE RAÇÕES, Campinas, SP. **Anais...** CBNA, p.97-188, 2001.

JAFFÉ, W. G. Hemagglutinins. IN: Liener, I.E. Toxic constituents of plant foodstuffs, 2ª ed. **New York: Academic Press**, p. 73-102. 1980.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SISLEGIS – Sistemas de Legislação Agrícola Federal. Disponível em [HTTP://extranet.agricultura.gov.br/sislegis](http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis) Acessado em 07 de abril de 2009.

MARSMAN, G. J. P.; GRUPPEN, H.; VAN DER POEL, A. F. B.; KWAKKEL, R. P.; VERTEGEN M. W. A. e VORAGEN, A. G., J.. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. 1997. **Poultry Science**. 76: 864-872.

MARSMAN, G.J.P.; GRUPPEN, H.; Van der POEL, A.F.B. et al. The effect of shear forces and addition of a mixture of a protease and a hemicellulase on chemical, physical and physiological parameters during extrusion of soybean meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.56, n.1-2, p.21-35, 1995.

MENDES, W. S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.2, p.207-213, 2004

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processadas a calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.

NUNES, R.V.; BUTERI, C.B.; NUNES, C.G.V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Campinas, SP. **Anais...** CBNA, p.235-45, 2001.

PARSONS, C.M., HASHIMOTO, K., WEDEKIND, K.J., HAN, Y., BAKER, D.H. Effect of over processing on availability in soybean meal. **Poultry Science**. 71:133. 1992.

SAKOMURA, N.K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: CBNA, 1996. p.26-38.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, R.D. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.584-594, 1998

SWICK, R.A. U.S. Soybean Meal: Present Quality and Future Trends. 6th ASA Regional Feed Technology and Nutrition. Workshop on May 25-29, 1998. Bangkok, Thailand. American Soybean Association. MITA (P) NO. 096/11/97 (Vol. An14-1998). 6p. <http://www.pacweb.net.sg/asa> Consultado em 07.jan. Consultado em 06 de abril de 2009*

WARD, N.E. Quality considerations for soybean meal. American Soybean Association. Blairstown, NJ. 1996. MITA (P) NO. 195/11/95. Vol. An01-1996).

ZHANG, Y.E.; PARSONS, C.M. Effect of extrusion and expelling on the nutritional quality of conventional and kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. **Poultry Science**, v.72, p.2299-2308, 1993.