

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

LUCILA REZENDE GARCIA

**QUALIDADE NUTRICIONAL DE FARELOS DE SOJA COMERCIAIS
PROCESSADOS NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia – MG

2020

Lucila Rezende Garcia

**QUALIDADE NUTRICIONAL DE FARELOS DE SOJA COMERCIAIS
PROCESSADOS NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de zootecnista.

Uberlândia – MG

2020

Lucila Rezende Garcia

**QUALIDADE NUTRICIONAL DE FARELOS DE SOJA COMERCIAIS
PROCESSADOS NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de zootecnista.

APROVADA EM 16 DE DEZEMBRO DE 2020

Professor: Dr. Lúcio Vilela Carneiro Girão (Professor – UFU)

Orientador

Professor (a): Dr (a). Águida Garreth Ferraz Rocha (Professora – UFU)

Professor (a): Dr (a). Eliane Pereira Mendonça (Professora – UFU)

Uberlândia - MG

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as oportunidades e conquistas.

Agradeço a UFU por me possibilitar a formação como Zootecnista, da qual sinto muito orgulho e também por todo apoio dos meus professores pelo conhecimento transmitido.

Agradeço ao meu orientador Lúcio Vilela Carneiro Girão por toda paciência, correções e incentivos.

Agradeço especialmente aos meus pais, Margareth e Ricardo, pelo apoio incondicional. Obrigado por toda a confiança depositada nesses cinco anos, este trabalho é um presente que lhes dedico.

Por fim a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO O objetivo deste trabalho é relatar as questões correlacionadas à produção de farelo moído de soja e sua importância na produção animal. O farelo é um dos principais produtos do processamento da soja, tendo uma cadeia produtiva consolidada assim como um mercado interno e externo com grande demanda seja na alimentação humana ou animal. A obtenção deste produto possui uma sistemática estruturada, desde a chegada dos grãos, sua inspeção, separação até ir para o processamento. O uso da soja na alimentação animal é bastante disseminado e configura-se na principal fonte proteica da dieta dos animais. Todavia, a soja apresenta uma série de fatores antinutricionais que dificultam sua utilização pelos animais, principalmente os monogástricos. Dentre esses fatores, destacam-se inibidores de proteases, lectinas ou hemaglutininas, saponinas e as proteínas alergênicas. Queda de produtividade, lesões de intestino, hipertrofia de órgãos e redução do aproveitamento de nutrientes são recorrentes nos animais alimentados com a soja in natura. Alguns processamentos que envolvem elevação da temperatura são capazes de reduzir o efeito dos fatores antinutricionais na soja, dentre eles podem-se citar a tostagem, micronização, extrusão e cozimento. A eficiência desses tratamentos está no tempo e intensidade de aquecimento, bem como sua associação com outras formas físico-químicas de tratamentos como umidade e pressão. Diante dessa variedade, objetivou-se revisar os efeitos dos diferentes fatores antinutricionais presentes no grão de soja bem como os principais métodos utilizados para reduzir a concentração desses metabólitos nos grãos, a fim de aumentar sua qualidade nutricional, através de análises específicas como atividade ureática, solubilidade KOH e análises bromatológicas. O trabalho desenvolvido visou determinar através da comparação de duas diferentes fontes de farelo moído de soja, estimar qual farelo passou por devido processamento e obteve melhores análises. Posteriormente, estas, poderão ser devidamente utilizadas por ambas empresas como tabelas bromatológicas recentes e revisadas.

Palavras-chave: Análises Bromatológicas. Antinutricionais. Monogástricos. Processamento. Solubilidade.

ABSTRACT The objective of this work is to report the questions correlated to the production of ground soybean and its importance for the animal production. The soybean meal is one of the main products from the soybean processing, having a consolidated production chain as well as an intern and extern market with great demand as for the animal or human food. The acquiring of this product has a structured systematic, since the arriving of the grains, its inspection, separation until the processing. The use of soybean in animal food is widespread and it is set up as the main proteic source in the animal diet. However, the soybean shows many antinutritional factors that make it difficult its use for the animals, principally the monogastric. Among these factors, It highlights protease inhibitors , lectins or hemagglutinin , saponins and the allergenic proteins. Productivity decrease, lesions in the intestins , organ hypertrophy and downsizing of nutrients are recurrent in the animals fed with soy in nature. Some of the processings That involve temperature rise are capable to reduce soy antinutritional effect, among them toasting, micronization, extrusion and coozing. The efficiency of these treatments is in the time and intensity of the heating, as well as its association with other physical-chemical forms of treatments like humidity and pressure. Facing this variety, it was aimed to revise the effects of different antinutritional factors present in the soy bean , also how the principal methods used to reduce the concentration of these metabolites in the grains in order to increase its nutritional quality , through specific analysis such as ureatic activity , KOH solubility and bromatological analysis. The aim of this work was to determine by comparing two different sources of ground soybean meal, to estimate which meal was properly processed and obtained better analysis. Subsequently, these can be duly used by both companies as recent and revised bromatological tables.

Key -Words: Bromatological analysis; Antinutritional; Monogastric; Processing; Solubility;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamento utilizado para realização do banho-maria.....	p.19
Figura 2: pHmetro utilizado na análise de atividade ureática.....	p.19
Figura 3: Diluidor de Proteína.....	p.21
Figura 4: Impurezas encontradas no farelo moído da empresa A.....	p.27
Figura 5: Impurezas encontradas no farelo moído da empresa B.....	p.27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela nutricional padrão do Farelo de Soja – Níveis de Garantia.....	p.15
Tabela 2: Padrão de Atividade Ureática do Farelo de Soja.....	p.18
Tabela 3: Padrão de Solubilidade da Proteína em KOH no farelo soja.....	p.20
Tabela 4: Valores nutricionais calculados e determinados do farelo moído da empresa A e B.....	p.23
Tabela 5: Resultados do teste de uréase.....	p.25

SUMÁRIO

1.Introdução	10
2. Referencial teórico	12
2.2 Importância do processamento da soja	12
3. Metodologia	15
4. Resultados e discussão	24
5. Conclusão	30
Referências	31

1. Introdução

O Brasil é o segundo país na produção e processamento mundial de soja, sendo também o segundo maior exportador de grão, óleo e farelo de soja. Estima-se que a cadeia produtiva da soja reúna no país mais de 243 mil produtores, e um mercado de 1,4 milhões de empregos. Atualmente, 70% da produção de grão, óleo e farelo de soja são exportados.

O farelo moído de soja é a fonte proteica mais usada em rações para animais, tanto monogástricos como ruminantes, e normalmente é utilizada como um padrão referência para comparar valor alimentar de outros alimentos proteicos. O grão de soja integral se destaca como ingrediente proteico de origem vegetal, por apresentar elevados teores de proteína e energia, cerca de 17 a 18% de óleo e 35 a 37% de proteína bruta de elevado valor biológico, com uma boa composição em aminoácidos essenciais. A desvantagem do uso do grão in natura para animais não ruminantes é devido à presença de fatores antinutricionais, que atuam negativamente sobre o desempenho animal, sendo necessário processá-la antes de ofertada (BELLAVÉR et al., 2002).

O farelo moído de soja está disponível comercialmente, com valores de proteína bruta variando entre 44% a 48%, dependendo do nível de casca de soja a ele adicionado. É um alimento de alta aceitabilidade e pode ser usado como fonte única de proteína em rações.

O processamento pelo calor permite a destruição da maioria das moléculas inibidoras da digestão. Um segundo aspecto é que o calor neutraliza fatores anti-nutricionais do grão de soja, os quais são prejudiciais para bovinos com menos de quatro meses de idade e animais monogástricos como suínos e aves.

Os principais métodos de processamento da soja integral são tostagem por tambor rotativo, tostagem por vapor úmido, tostagem por vapor seco, tostagem por "jet sploder", micronização, extrusão úmida ou seca e micro-ondas.

2. No processamento da soja são produzidos vários ingredientes com aplicação em nutrição animal, entre os quais: os farelos de soja 44 ou 48 % de proteína, que é o suplemento proteico mais utilizado no mundo para alimentação animal, o óleo degomado, as lecitinas, a borra e a casca de soja, subproduto capaz de substituir grão como milho e sorgo em rações para ruminantes e o concentrado proteico de soja. Da secagem do grão de soja, resulta o resíduo de limpeza de soja, um sub-

produto com teor médio de 20% de proteína bruta. Entre os processamentos citados a soja integral extrusada é a que apresenta melhores características nutricionais. Entretanto, o seu custo de processamento e preço de mercado nem sempre permitem o uso nas rações de suínos e aves.

Variações na qualidade da proteína entre amostras de farelo de soja podem ocorrer devido tanto a insuficiente processamento térmico (sub-processamento) como por excessivo processamento térmico (sobreprocessamento). Alguns índices são utilizados para determinar tanto o processamento térmico insuficiente como o excessivo, no entanto, nenhum deles de forma individual expressa com precisão e consistência à qualidade da proteína (RUNHO, 2001).

Para monitorarmos a qualidade do processamento a qual submetemos o farelo de soja para desativação de fatores antinutricionais, existem algumas análises específicas, como: atividade ureática e proteína solúvel que determinam a qualidade e disponibilidade dos nutrientes no farelo de soja, que podem ser afetados pelo processamento térmico inadequado do grão de soja, influenciando diretamente em seu valor nutricional.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a qualidade nutricional de dois tipos de farelos de soja comerciais e avaliar as metodologias utilizadas para este fim.

1. Referencial teórico

2.1 Fatores antinutricionais da soja

O termo antinutricional é considerado quando substâncias têm a capacidade de tornar os nutrientes indisponíveis, diminuir a digestibilidade e, ainda, impedir a ação de algumas enzimas digestivas, de forma antagonista. Os fatores antinutricionais também são conhecidos como antinutrientes, fatores anticrescimento ou como substâncias causadoras de efeitos negativos a fisiologia animal e a disponibilidade dos nutrientes (SILVA; SILVA, 2000).

Apesar de inúmeras qualidades, a soja apresenta compostos que atuam como proteção natural da planta, e que limitam a utilização in natura pelos não-uminantes (LIMA JÚNIOR et al., 2010). Estes compostos denominados de fatores antinutricionais podem interferir no aproveitamento das proteínas e dos demais nutrientes das dietas pelo animal, além de desencadear efeitos fisiológicos não desejados, resultando em inibição de crescimento, hipoglicemia, flatulência ou danos a tecidos como pâncreas ou fígado (LIENER, 1981).

Portanto, o principal motivo que limita a utilização da soja in natura na alimentação de animais monogástricos são os fatores antinutricionais. Dentre os principais, destacam-se os inibidores de proteases, lectinas ou hemaglutininas, saponinas e as proteínas alergênicas. Desta forma, o uso da soja integral na alimentação de monogástricos tem sido limitado pela necessidade de processamento térmico para inativação dos compostos antinutricionais (BRUM et al., 2006).

2.2 Importância do processamento da soja

A necessidade de inativar os fatores antinutricionais presentes nos grãos crus impulsionou o desenvolvimento de vários métodos de processamento (JORGE NETTO, 1992; NAVARRO, 1992).

A inativação dos fatores antinutricionais ocorre impreterivelmente por aquecimento do grão, pelo simples fato da maioria dessas substâncias serem termolábeis, ou seja, sensíveis à temperatura. Esse aquecimento geralmente varia entre 100 e 170°C (MATEOS et al., 2002).

A lisina é particularmente o aminoácido mais vulnerável, de forma que deve ser suplementada em dietas com soja integral superprocessada (ARABA; DALE, 1990).

Vários são os processamentos que podem ser empregados sobre a soja, entretanto, o tipo a ser utilizado dependerá de diversos fatores, principalmente a característica nutricional do grão e aos aspectos econômicos (BORGES et al., 2003).

Alguns dos métodos de processamento da soja são por tostagem por vapor úmido, tostagem por vapor seco, micronização, extrusão úmida ou seca, entre outros. Porém, muitos destes métodos acabam influenciando no aumento do custo final do produto comercial. Atualmente outros métodos de processamento menos onerosos estão sendo testados como, o pré-cozimento ou cozimento, cujo produto comercial também é a soja integral desativada.

Segundo Bellaver (1999) e Café et al. (2000) os processamentos da soja integral mais importantes comercialmente são a tostagem e a extrusão. Segundo Cheftel (1986), a extrusão é um processo de cozimento sob pressão, umidade e alta temperatura, sendo que as principais funções deste processo são hidratação, mistura, tratamento térmico, desnaturação das proteínas, destruição de micro-organismo e de alguns componentes tóxicos.

A extrusão é um ótimo meio de eliminar os fatores antinutricionais anteriormente citados e, além disso, como não envolve apenas tratamento térmico, mas devido à pressão também ocorre um rompimento das paredes celulares do grão, o que origina um aumento da digestibilidade e da energia metabolizável do óleo, comparado com produtos não extrusados. Além disso, a extrusão é responsável pela eliminação de bactérias presentes nos produtos processados (SAID, 1996).

Na extrusão seca, uma rosca sem fim empurra os ingredientes sobre uma série de obstáculos dentro de uma câmara cilíndrica desenhada para processar grãos de soja integral ou moída. O alto teor de óleo da soja atua como lubrificante, dispensando a adição de umidade ao processamento. O calor e pressão gerados na extrusora, pela passagem do ingrediente pelas traves, eleva a temperatura para 138 a 150°C, sendo suficiente para desnaturar fatores antinutricionais e romper as células de óleo.

Após o processamento térmico, a soja e o farelo precisam passar por controle de qualidade para verificar se houve destruição adequada dos fatores antinutricionais. O maior desafio é saber qual a quantidade exata de calor necessária para garantir maior qualidade nutricional desses ingredientes (COSTA et al., 2006), visto que quantidade de calor insuficiente não elimina adequadamente os fatores antinutricionais e o superaquecimento pode resultar destruição de alguns aminoácidos.

Dentre os métodos de controle de qualidade mais utilizados destacam-se o índice de atividade ureática e a solubilidade da proteína em KOH 0,2% (BRITO et al., 2006). O primeiro é usado como indicador indireto da presença de fatores antinutricionais e indica processamento inadequado (subaquecimento) e o segundo, superaquecimento.

3. Metodologia

Para o presente experimento foi coletada duas diferentes amostras de farelos de sojas comerciais no município de Uberlândia que foram identificadas como amostra A e amostra B, devidamente armazenadas e mantidas no freezer até que posteriormente foram submetidas à análise no laboratório de nutrição animal da Universidade Federal de Uberlândia, em que se foi testado além dos índices nutricionais (análises bromatológicas), teste de urease e solubilidade KOH (0,2%). O método de processamento utilizado nos farelos de soja das amostras coletadas foi por extrusão seca.

3.1 Análises bromatológicas

A composição nutricional do farelo de soja deve ser avaliada por meio de análises bromatológicas como: umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, que têm o objetivo de monitorar o padrão nutricional do ingrediente. O monitoramento por análises bromatológicas, tem o objetivo de evitar que farelos de soja de baixa qualidade sejam utilizados nas rações, evitando assim perdas no desempenho animal e perdas econômicas na produção.

As análises bromatológicas foram realizadas seguindo o método para umidade, 39.1.02 da A.O.A.C. (2007); método para proteína bruta, 39.1.19 da A.O.A.C. e método de extrato etéreo, 39.1.05 da A.O.A.C. (2007).

Os valores padrões de análises bromatológicas para o farelo moído de soja estão representados na tabela 1.

TABELA 1 - Tabela nutricional padrão do farelo de soja – níveis de garantia.

Composição nutricional		Valores máximos
Proteína Bruta	(Valor mínimo)	460 g/kg
Extrato Etéreo	(Valor máximo)	25 g/kg
Matéria Fibrosa	(Valor máximo)	60 g/kg
Insolúvel em ácido clorídrico - sílica e outros	(Valor máximo)	5.000 mg/kg
Atividade Ureática	(Valor máximo)	0,25
Solubilidade em KOH 0,2%	(Valor mínimo)	80,0 %

Fonte: ADM do Brasil.

3.1.1 Matéria seca

A determinação da matéria seca (MS) é o ponto de partida da análise dos alimentos. É de grande importância, uma vez que a preservação do alimento pode depender do teor de umidade presente no material e, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, temos que levar em consideração os respectivos teores de matéria seca.

Segundo a legislação federal valores máximos assumidos para matéria seca são de 11 a 13% de umidade, para não deteriorar, causar fungos e peroxidações lipídica na armazenagem. Esses valores estão especificados na portaria nº 795 de 15/12/1.993 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Para a determinação de matéria seca, foram colocados 2 gramas de cada farelo em 6 cadinhos de porcelana, sendo 3 repetições da empresa A e 3 repetições da empresa B e levados a estufa de secagem definitiva com temperatura de 105°C por 16 horas. Após este período, os cadinhos foram retirados da estufa, colocados no dessecador e em seguida pesados, e por diferença de peso determinou-se os teores de matéria seca de cada subproduto.

3.1.2 Extrato etéreo

Extrato etéreo é a gordura contida dentro do alimento. Têm a mesma função dos carboidratos, ou seja, fornecer energia para todas as atividades metabólicas dos organismos que a consomem. Os lipídeos são insolúveis em água e solúveis em solvente orgânico (éter na análise de alimentos).

Para a determinação de extrato etéreo foi pesado em balança analítica três amostras contendo dois gramas de cada farelo de soja, sendo estas amostras pesadas em papel filtro enumerado. A determinação do extrato etéreo consiste em submeter a amostra seca do material à extração com éter, partindo do princípio da solubilidade dos lipídios. Esse trabalho é desenvolvido num aparelho para extração de gordura e acessórios, tipo “*Extrator Soxhlet*”. O éter usado no processo é aquecido até tornar-se volátil e, ao condensar-se, circula sobre a amostra em análise, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter. O éter é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída é calculada por diferença de peso. O teor de extrato etéreo no farelo moído de soja deve ser considerado mínimo de acordo com o nível registrado no MAPA.

3.1.3 Matéria mineral

A determinação das cinzas fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. Para a avaliação de matéria mineral seis cadinhos de porcelana foram devidamente lavados e secados em estufa a 105°C por duas horas e colocados no dessecador por cerca 30 minutos a fim de esfriá-los. Após estabilização com a temperatura ambiente, as amostras foram adicionadas aos cadinhos e pesadas em balança analítica. Foram feitas três repetições por amostra. Posteriormente, os cadinhos foram adicionados na mufla por 4 horas a 600°C para incineração, retirados da mesma quando a temperatura estava em 200°C e colocados em dessecador novamente até estabilização para serem pesados e registrados.

3.1.4 Proteína bruta

No processamento dos grãos podemos obter vários tipos de farelos, divididos pelo teor de proteína bruta presente na massa. O farelo pode ter 44, 46 ou 48% de proteína. O que define essas diferenças é a adição de casca de

soja, que homogeniza e define o teor relativo de proteína. O primeiro teor tem mais casca de soja incorporada e homogenizada à massa e o último menos casca incorporada e homogenizada. Assim, quanto menor o teor de proteína bruta dos farelos de soja, maior foi a adição de casca nos mesmos, aumentando assim o teor de fibra bruta.

Os farelos de sojas comuns têm aproximadamente 43,5 a 48,5% de proteína bruta, dependendo do teor de fibras (5 a 9%). Existem também os farelos “hipro” que possuem de 49 a 54% de proteína bruta com teor mínimo de fibras (menor que 4%), geralmente destinados à exportação.

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, 1998)

Baseado no fato de as proteínas terem percentual de nitrogênio (N) aproximadamente constante (em torno de 16%) foi realizada sua avaliação indireta por intermédio da concentração de N no material e utilizando-se o fator de conversão 6,25 para a conversão do resultado em equivalente proteico.

3.2 Atividade ureática

Segundo Runho (2001) 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. Existe uma correlação direta entre os fatores antinutricionais e a urease; ambos são termolábeis, ou seja, destruídos pelo calor. Portanto, com a inativação da enzima urease teoricamente os fatores antinutricionais estariam destruídos. O grão de soja cru apresenta atividade ureática de 2,0 a 2,5 (Δ pH) (BUTOLO, 2002) enquanto o farelo de soja deve possuir 0,30 no máximo, sendo que, quanto mais próximo do zero melhor (0,05).

A análise de atividade ureática é um bom indicativo de processamento térmico adequado ou inadequado do farelo de soja, determina se o farelo de soja recebeu processamento térmico suficiente para inativar os fatores antinutricionais presentes no grão de soja.

No Brasil as indústrias estabelecem em média valores entre 0,03 e 0,16 (Δ pH) 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 (Δ pH) para utilização do farelo de soja na alimentação animal (MAPA, 2009).

O princípio de determinação da urease baseou-se em colocar o produto a ser analisado em presença de ureia que será degradada pela urease, formando amônia, causando assim uma mudança no pH, servindo como base para determinação da atividade. O teste foi dividido em 2 amostras de cada farelo, uma solução A contendo 0,2 gramas de farelo de soja e 10ml de tampão de fosfato chamada de amostra branco padrão (não contém ureia), e outra amostra real B contendo fosfato, ureia e 0,2 gramas de farelo de soja. Posteriormente os tubos foram tampados e colocados em banho-maria durante 30 minutos, à temperatura de 30°C, e agitados a cada 5 minutos. Os tubos foram retirados e após 5 minutos foi feita a leitura no pHmetro. O resultado se expressa no valor da diferença de pH entre amostra branco e amostra real com ureia.

TABELA 2 - 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

Fonte: RUNHO (2001).

Desta forma, para a avaliação dos tratamentos realizados com a soja, o teste qualitativo de urease demonstra ótima eficiência e, principalmente, agilidade para obtenção de informação sobre a qualidade da soja. Porém a inativação em excesso dos fatores termolábeis, podem comprometer a disponibilidade de lisina e aminoácidos sulfurados. Considerando que o teste de atividade ureática avalia apenas a qualidade da inativação dos fatores antinutricionais não tendo valor para avaliar se o processamento prejudicou ou

não a qualidade da proteína, se faz necessário utilizar outro método que avalie a solubilidade dessa proteína. Os equipamentos utilizados no teste de urease estão ilustrados nas figuras 1 e 2.



FIGURA 1 - Equipamento utilizado para realização do banho-maria.

Fonte: Acervo do autor.



FIGURA 2 - pHmetro utilizado na análise de atividade ureática.

Fonte: Acervo do autor.

3.3 Solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (KOH)

O teste de KOH avalia a qualidade do processamento da soja através da quantidade de proteína solúvel presente no farelo. A proteína solúvel é aquela disponível para a absorção pelo animal, sendo assim, quanto maior a quantidade de proteína solúvel, melhor a disponibilidade da proteína e dos aminoácidos para o animal.

O grão de soja pode apresentar até 100% de sua proteína bruta, solúvel em KOH. Contudo, observamos que à medida que submetemos o grão de soja ao processamento térmico, com o objetivo de destruímos os fatores antinutricionais presentes, verificamos uma queda na solubilidade da proteína e consequentemente uma queda na disponibilidade da proteína e dos aminoácidos para os animais. Dentre os métodos utilizados para avaliar a solubilidade proteica, este é o mais prático. Esse teste utiliza uma solução de hidróxido de potássio a 0,2%, onde a soja bem processada deve apresentar uma solubilidade mínima de 77% e uma ideal de 80%, indicando um adequado processamento térmico, tendo mantido quase inalterada a qualidade de sua proteína, ou seja, com um mínimo de desnaturação (BUTOLO, 2002). Valores abaixo de 80% indica a ocorrência de uma desnaturação significativa na proteína da soja, afetando diretamente a disponibilidade da proteína e dos aminoácidos presentes no farelo. Os valores padrões para a solubilidade da proteína em KOH no farelo de soja estão representados na tabela 3.

TABELA 3 - Padrão de solubilidade da proteína em KOH no farelo soja.

Classificação	Solubilidade em KOH
Excelente	> 85%
Boa	> 80%
Razoável	> 75%
Deficiente	< 75%

Fonte: Adaptado de Runho (2001).

O método envolve a determinação da solubilidade com solução de KOH 0,20% OU 0,036 M. O princípio do método se baseia na reação dos grupos amino livres que reagem com outros grupos para formar pontes peptídicas, que reduzem a solubilidade da proteína.

Essa análise pode ser efetuada em dois meios extratores, água e hidróxido de potássio (KOH), na concentração de 0,2%. Ela fornece o percentual solúvel da proteína bruta do material em cada um dos meios e é um indicador para se avaliar, indiretamente, a fração aproveitável da proteína bruta pelo processo digestivo. O princípio dessa análise consiste na colocação do

material dentro de cada um dos sistemas extratores (água e hidróxido de potássio), para que a proteína, por solubilidade, passe para o meio, em seguida, analisa-se o teor proteico de cada fração extraída. Feito isso, e conhecendo-se o valor da proteína bruta da amostra, calcula-se a porcentagem de proteína bruta solúvel em água ou hidróxido de potássio.

Para a realização da análise de proteína solúvel, pesou-se 2g da amostra em erlenmeyer de 250 ml utilizando balança analítica. Agitou-se por 20 minutos com a adição de 100 mL de KOH 0,036N, centrifugou-se por 10 minutos e após pipetou-se 20 mL para tubos de digestão (frascos Kjeldahl), adicionou-se pastilha catalítica (sulfato de potássio, sulfato de cobre II e dióxido de titânio) mais 12 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), em seguida iniciou-se a digestão (queima da proteína) no bloco digestor por duas horas a uma temperatura de até $400^\circ C$. Retirou-se as amostras, deixou-se esfriar para a adição de 50 mL de água, após levou-se as amostras para o aparelho de destilação de nitrogênio para realizar a titulação pelo método Kjeldah. Este método determina o nitrogênio presente na amostra, baseia-se em: digestão; destilação e titulação (PATTO, 2008). O equipamento utilizado para determinação da solubilidade da proteína em KOH está ilustrado na figura 3.



FIGURA 3- Destilador de proteína.

Fonte: Acervo do autor.

3.4 Teste de impurezas

As impurezas ou materiais estranhos nos grãos de soja são permitidos na legislação brasileira até o limite de 1%, acima disso há grande possibilidade de contaminação por aflatoxina, por exemplo, devido à presença do milho quebrado, comprometendo a segurança do alimento. A aflatoxina é um metabólito secundário produzido por certos tipos de fungos, que podem causar danos aos animais e ao homem devido ao seu potencial tóxico

O teste de impureza realizado foi o manual, utilizando-se de uma espátula e uma balança analítica. Foram feitas duas repetições de 100 gramas de cada amostra e posteriormente as impurezas foram identificadas e pesadas em balança analítica.

4. Resultados e discussão

Os resultados encontrados para as análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), atividade ureática e solubilidade da proteína em KOH estão representados na tabela 4.

TABELA 4- Valores nutricionais calculados e determinados dos farelos moídos provenientes das empresas A e B.

Valores Obtidos		
Análises	Farelo empresa A	Farelo empresa B
Matéria seca, %	88,80	89,85
Extrato etéreo, %	1,55	1,51
Matéria mineral, %	3,102	3,061
Proteína bruta, %	43,42	43,73
Proteína solúvel em KOH, %	83,62	81,99
Atividade Ureática (Δ pH)	0,05	0,09

*Valores determinados no laboratório LABAM da Universidade Federal de Uberlândia. As análises bromatológicas foram realizadas seguindo o método para umidade, 39.1.02 da A.O.A.C. (2007); método para proteína bruta, 39.1.19 da A.O.A.C; e método de extrato etéreo, 39.1.05 da A.O.A.C. (2007).

De acordo com o teste realizado no LABAM, pode-se perceber que as amostras analisadas para matéria seca estão dentro do padrão exigido, o farelo da empresa B teve média de 89,85% e o farelo da A teve média de 88,80%. Em um estudo com 55 amostras de farelos de soja oriundas de sete regiões diferentes dos Estados Unidos, também houve variações no teor de MS (GRIESHOP et al., 2003), em que o teor médio de MS dos FS analisados foi de 88,58%.

Com isso, pode-se dizer que mesmo as duas amostras estarem dentro do padrão exigido, o farelo de soja da empresa A apresentou um maior percentual de umidade em relação ao farelo de soja da empresa B, e essa pequena variação pode acarretar em uma diferença significativa no transporte, por exemplo, em uma carga de 20 toneladas, se ela possuir 2% de umidade acima do esperado, estará recebendo 400 kg de água a mais, por um preço

muito elevado, principalmente em relação em peso se tratando de toneladas, podendo ocasionar em um custo mais elevado de transporte devido a maior umidade presente. Além disso, microbiologicamente, o excesso de água pode propiciar um ambiente adequado ao crescimento de micro-organismos, esses, além de consumirem os nutrientes da matéria prima, podem, dependendo do tipo de microorganismo, produzir alguma toxina prejudicial ao desenvolvimento dos animais que consumirem uma ração produzida com material nessas condições. Esse é um dos fatores que mais interferem no desenvolvimento do animal sadio.

A composição de extrato etéreo encontrada nas análises foi de 1,51 % no farelo da empresa B e de 1,55 % na empresa A. Os valores encontrados estão dentro dos padrões exigidos, estes especificados na portaria nº 795 de 15/12/1993 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

O extrato etéreo foi semelhante ($P>0,05$) nos diferentes farelos de soja estudados. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Karr-Lilienthal et al. (2005). A variação encontrada nos valores de EE pode ser explicada pelas diferenças no processamento utilizado para a extração do óleo. O valor médio de EE calculado com base em todas as amostras (1,51-1,55%) foi muito próximo aos citados por Rostagno et al. (2005), de 1,87%.

Os resultados encontrados na análise de matéria mineral foram de 3,061 % para o farelo da empresa B e de 3,102 % para o farelo da empresa A. O conteúdo de MM foi semelhante ($P>0,05$) entre ambos farelos de soja analisados, sendo a concentração média de 3,08%. São valores muito próximos daqueles publicados em vários outros estudos nacionais, como 5,71% (RODRIGUES et al., 2002) e 5,90% (ROSTAGNO et al., 2005). O conteúdo de minerais no solo e sua disponibilidade para o tecido vegetal influenciam a quantidade de minerais do farelo de soja (KARRLILIENTHAL et al., 2004).

Os resultados encontrados na análise de proteína bruta foram de 43,42% para o farelo da empresa A e de 43,73% para o farelo da empresa B. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 1988) estabeleceu os padrões mínimos das diversas matérias-primas empregadas na alimentação animal, sendo atribuídos para o farelo de soja três parâmetros – 44%, 46% e 48% de PB. Dessa forma, a fração proteica determinada para o farelo de soja

neste trabalho não se enquadra no farelo de soja de no mínimo 44% de proteína bruta estabelecido pelo MAPA. Essa característica deve ser levada em consideração nas formulações de rações e explicita ao comprador no momento da venda.

Verificou-se que houve pequena variação nos teores de proteína bruta entre os dois farelos de soja avaliados, apresentando, assim, valores próximos aos descritos na literatura.

De acordo com o teste de urease realizado o pH do farelo da empresa B constava de 0,9 (Δ pH) e da empresa A constava de 0,5 (Δ pH), indicando que os farelos passaram por um adequado processamento térmico, objetivando a destruição dos fatores antinutricionais. Os resultados encontrados do teste de urease estão apresentados na tabela 5.

TABELA 5 - Resultados do teste de urease.

	pH Amostra Branco	pH Amostra Real	ΔpH
Empresa A	6,96	7,01	0,05
Empresa B	6,93	7,02	0,09

*Valores determinados no laboratório LABAM da Universidade Federal de Uberlândia.

Portanto, os valores encontrados corroboram com os resultados de Parsons (1992), que relata que o índice de uréase não deve ser inferior a 0,05, para assegurar que o farelo de soja não seja superaquecido. Entretanto, esta recomendação tem sido questionável, porque vários pesquisadores têm demonstrado que muitas vezes o farelo de soja produzido pelas indústrias com nível zero de urease tem apresentado ótima qualidade. Vários farelos de soja com índice de atividade ureática de 0,00 foram testados por Dale et al. (1987), tendo encontrado diferenças significativas ($P < 0,05$) na performance das aves. 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 e Parson (1993) 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.

Nos trabalhos realizados por Dale (1991) verifica-se uma correlação direta entre a atividade ureática, inibidores de tripsina e ganho de peso, indicando que a atividade ureática como medida indireta da inativação dos fatores antinutricionais é bastante eficiente.

Após análise de solubilidade em KOH obteve-se os valores 83,62 % para a empresa A e 81,99 % para a empresa B, o que corrobora com os resultados de Butolo (2002), onde 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).

Portanto quanto a solubilidade da proteína, todos os farelos estão dentro dos limites de boa qualidade, apesar de ocorrerem diferenças ($P < 0,01$) entre os farelos de soja estudados. Experimentos realizados com aves indicaram que farelos de soja com valores de solubilidade da proteína entre 73 e 85% podem ser considerados adequadamente processados (ARABE; DALE, 1990).

Em relação ao teste de impureza realizado foram encontradas maiores quantidades de impurezas nas amostras de farelo moído de soja da empresa B, dentre elas milho grão inteiro e pedaços de grão de milho, cascas de palhas, casca de soja ou película do grão de soja, pequenos pedaços de galhos e insetos. Em duas amostras de 100 gramas foram encontrados 1,71g de impurezas nas amostras da empresa B e nas 2 amostras de 100 gramas da empresa A foram encontradas 0,27g de impurezas.

É de fundamental importância que os níveis de tolerância sobre os defeitos apresentados no laudo de classificação estejam explícitos nos contratos. Assim, podem ser negociados entre as partes envolvidas quais os limites de tolerância serão aceitos na comercialização. Essa negociação, portanto, irá definir os critérios a serem adotados pelas empresas compradoras para poder incidir sobre o lote os descontos referentes ao teor de impurezas, pois pode haver empresas em que 1% de impurezas seja tido como tolerável

(comum em contratos de compra e venda de soja), porém, pode haver empresas que prefiram comprar lotes sem impurezas.

O conhecimento e transparência dessas informações darão maior credibilidade à empresa compradora e permite que os vendedores possam comercializar seu lote de soja de acordo com sua capacidade de processamento. Os materiais encontrados no teste de impureza estão ilustrados nas figuras 4 e 5.



FIGURA 4 - Impurezas encontradas no farelo moído da empresa A.

Fonte: Acervo do autor.



FIGURA 5 - Impurezas encontradas no farelo moído da empresa B.

Fonte: Acervo do autor.

5. Conclusão

Conclui-se por meio dos testes realizados que as determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), atividade ureática e solubilidade da proteína em KOH que foram encontrados valores dentro do padrão mínimo esperado para o ingrediente de acordo com o Ministério da Agricultura, e também valores próximos ao da literatura.

Referências

ARABA, M.; DALE, N.M. **Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing of soyabean meal.** *Poult Sci.*, v.69, p.76-82, 1990.

BELLAVER, C.; SNIZEK Jr., P.N. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves.** In: Congresso Brasileiro da Soja, Londrina, Anais... Londrina. Embrapa Soja, p.183-199, 1999.

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.

BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ÁVILA, V.S.; LANZMASTER, M.; ARDIGÓ, R. **Características Nutricionais da Soja Desativada por Diferentes Processos Térmicos para Alimentação de Frangos de Corte.** Concórdia-SC (Comunicado Técnico. Embrapa – CNPSA). 2006.

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

CAFÉ M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M.; CARVALHO, M.R.B.; DEL BIANCHI, M. Determinação do Valor Nutricional das Sojas Integrais Processadas para Aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2 n.1, 2000.

CARVALHO, A.D. **Digestibilidade de dietas e metabolismo em frangos de corte e suínos alimentados com soja integral processada.** UFSM, 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

CHEFTEL, J.C. **Nutritional effects of extrusion-cooking.** *Food Chem.* 20:263, 1986.

COSTA, F.G.P.; OLIVEIRA, F.N.; SILVA, J.H.V.; NASCIMENTO, G.A.J.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; BARROS, L.R. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2006.

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

GOLDFLUS, F. **Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal.** In: simpósio sobre manejo e nutrição de aves e

suínos e tecnologia de produtos de rações, Campinas, SP. Anais... CBNA, p.97-188, 2001.

GRIESHOP, C.M. et al. **Chemical and nutritional characteristics of United States soybeans meals.** *Journal Agricultural Food Chemistry*, v.51, n.26, p.7684-7691, 2003.

KARR-LILIENTHAL, L.K. et al. **Amino acid, carbohydrate, and fat composition of soybean meals prepared at 55 commercial U.S. soybean processing plants.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.53, n.6, p.2146-2150, 2005.

KARR-LILIENTHAL, L.K. et al. **Chemical composition and protein quality comparisons of soybeans and soybean meals from five leading soybean-producing countries.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.52, n.20, p.6193-6199, 2004.

LIENER, I.E. The nutritional significance of the plant lectins. In: Ory, R.L. Antinutrients and natural toxicants in foods. **Westport: Food & Nutrition Press**, p.143-157, 1981.

LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N.; MACIEL, M.V.; OLIVEIRA, S.E.O.; FREIRE, D.A. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

MATEOS, G.G.; LATORRE, M.A.; LÁZARO, R. Traitement de la graine de soja. 2002. Disponível em: <http://www.asaeurope.org/pdf/processsb_f.pdf>. Acesso em: 21 de dezembro de 2020.

RODRIGUES, P.B. et al. **Aminoácidos digestíveis verdadeiros da soja e subprodutos.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2 (sup.), p.970-987, 2002.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p

RUNHO, R.C. **Farelo de soja: processamento e qualidade.** 2001. Poli-nutri Alimentos, Artigos Técnicos. Disponível em: < >. Acesso em: Agosto de 2020.

SAID, N. W. **Extrusion of alternative feed ingredients: An environmental and nutritional solution.** *J. App. Poultry Res.* 5:395-407. 1996

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P.D. Fatores antinutricionais: Inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, v.13, n.1, p.3-9, 2000.

SWICK, R.A. **Update on the use of soybean meal for growing pigs.** MITA(P) NO. 044/11/96 (Vol. sw12- 1997). Disponível em: <http://www.pacweb.net.sg/asa>. Acesso em: Agosto 2020.

ZHANG, Y.; PARSONS, C. M.; WEINGARTNER, K. E. E WIJERATNE, W. B. **Effects of extrusion and expelling on the nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybeans.** Poultry Sci. 72: 2299-2308. 1993.