

**PROCESSAMENTO DA SOJA E SUAS IMPLICAÇÕES NA ALIMENTAÇÃO DE
SUÍNOS E AVES**

Claudio Bellaver *

Nutricionista Animal, PhD – Embrapa Suínos e Aves – 89700-000 - Concórdia – SC

email: bellaver@cnpasa.embrapa.br

Pedro Nessi Snizek Jr.

Bolsista MSc da U. F. Pelotas / Embrapa Suínos e Aves – 89700-000 - Concórdia - SC

Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves

Resumo

Os suínos e as aves consomem cerca de 2/3 da produção mundial de farelo de soja. A soja "in natura" não é consumida devido a presença de fatores antinutricionais em sua composição. Entretanto, o processamento pelo calor permite a destruição da maioria das moléculas inibidoras da digestão. Os principais processamentos para beneficiamento são a extração de óleos com solventes, a tostagem, a micronização e a extrusão da soja. 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, o óleo degomado, as lecitinas, a borra, a casca e o concentrado protéico de soja. A qualidade dos ingredientes é medida na indústria pelo índice de atividade ureática e solubilidade da proteína. Entre os ingredientes 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.

Palavras-chave: Extrusão, tostagem, inibidores de proteases, antinutrientes, solubilidade protéica, concentrado protéico de soja, farelo de soja, soja extrusada, soja tostada, lecitina, óleo degomado.

Soybean processing and its implications on swine and poultry feeding

Abstract

Swine and poultry consume around 2/3 of global soybean meal. Raw soybeans are not used in feeding due to the presence of toxic compounds present in its composition. However, processing soybeans by heat permits destruction of majority of the molecules responsible for indigestion. The main processing for improving quality of soybeans includes oil extraction by solvents, roasting, micronization and extrusion. By processing soybean many ingredients are produced with applications in animal feeding. The most important are soybean meal 44 or 48 % crude protein, oil, lecithin, soap stock, hulls and the soybean protein concentrate. Quality of the ingredients is measured through an index of urease activity and protein solubility. Among the cited ingredients extruded soybean is the one that presents the best nutritional characteristics. However, the processing cost and market price not always permits its inclusion in the diets for swine and poultry.

Key words: Extrusion, Roasting, Proteases inhibitors, Anti-nutrients, Protein solubility, soybean protein concentrate, soybean meal, extruded soybean, roasted soybean, lecithin, purified soybean oil.

1. Introdução

Com o desenvolvimento dos produtos protéicos oriundos da soja para alimentação humana, nutricionistas perceberam que estes produtos poderiam ser uma alternativa protéica importante para vários tipos de criações. No mundo, são produzidas cerca de 520 milhões de toneladas de rações (Industria Avícola, 1997) e no Brasil, 30 milhões de toneladas de rações de acordo com a ANFAR/Sindirações (1998). As aves e os suínos são os grandes consumidores do 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 todos 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, ou se existe alguma, é limitada; seu uso é dependente do processamento industrial. Por isso, esse trabalho tem por objetivo mostrar os principais tipos de processamento utilizados pela indústria da soja e suas principais implicações sobre suínos e aves.

2. Fatores antinutricionais na soja crua

Segundo Said (s.d.) 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 (Glicinina e β -Conglicinina), 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 polisacarídios não-amídicos solúveis (PNAS), que causam diminuição no desempenho dos animais. O termo PNAS, cobre uma grande extensão de moléculas de polissacarídios com exceção do amido. A classificação dos PNAS, recai em 3 grandes grupos: Celulose, polímeros não celulósicos (pentosanos, arabinoxylanos, xylanos, β -Glucanos) e polisacarídios pécticos (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 polisacarídeos. A capacidade digestiva das aves limita-se a absorção de monômeros de açúcares. As enzimas existentes tem ação limitada no auxílio à 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 do soja para aumento da energia metabolizável do FS (Choct, 1997).

3. 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.

3.1. 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 após utilizado na formulação de rações. A porcentagem de proteína bruta deste produto pode ser ajustada através da retirada ou adição de casca (Said, s.d.). 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, 1998). Ward (1996) mostrou dados em que uma indústria avícola americana analisando dados de FS de 12 esmagadoras de soja. Os valores protéicos 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. As especificações do FS são mostradas nas tabelas 1 e 2.

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 desse na dieta. O ponto crítico na avaliação da qualidade do FS é determinar se o FS foi sub ou super processado pelo calor. O super aquecimento com aparecimento da

reação de Maillard produz uma coloração caramelada que é devida ao pigmento melanodina (Mauron, 1981 citado por Ward 1996). A reação de Maillard é referente a combinação do grupo épsilon do aminoácido lisina com açúcares redutores e aldeídos. Um sub aquecimento 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. Muitos farelos de soja obtidos 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 performance 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 tem sido relevantes devido a facilidade de execução e ao baixo custo laboratorial.

a. Índice de atividade ureática (IAU)

O IAU tem sido usado há muitos anos, baseado no principio de que o calor desnatura a urease e os inibidores de tripsina em mesma proporção. O IAU está baseado na liberação de amônia da uréia pela ação da enzima urease presente no soja (Smithand e Circle, 1978 citados por 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 uréia. Uma solução sub-processada, dará uma grande mudança no pH, enquanto uma super-processada, não registrará mudanças no pH. A Industria Americana do Soja recomendou IAU de 0,05 a 0,20, na tentativa de identificar os extremos do processamento. Muito embora esse método possa identificar sub-processamento, freqüentemente falha na identificação de super-processamento. Vários FS com IAU de 0,00 foram testados por Dale et al. (1987), tendo encontrado diferenças significativas ($P < 0,05$), no performance das aves.

b. Solubilidade protéica (SP)

Na última década, a SP foi reconhecida como um dos melhores métodos para avaliar sub ou super-processamento do FS. A determinação da SP é generalizada dentro da industria de rações como forma de avaliação da qualidade do FS. O método tem sido estudado (Parsons et al., 1991) e recomendado (ANFAR, 1998). O método envolve a determinação da solubilidade com solução de KOH 0,20%. O principio do método está baseado que os grupos amino livres reagem com outros grupos para formar pontes peptídicas, que reduzem a solubilidade da proteína segundo Ford e Shamrock (1941), citados por Ward (1996). Uma SP próximo a 100 %, indica a soja crua sem processamento. Ensaio com aves tem mostrado que valores de 73-85% são indicativos de FS adequadamente processado (Dale et al., 1987; Araba and Dale, 1990). Os valores de SP em KOH, IAU e digestibilidade da proteína em pepsina foram

comparados por Ward (1996), com os ganhos de peso animal. A SP foi o método que apresentou melhor correlação (0,75) com os ganhos de peso corporal. Portanto, o método é o mais indicado para avaliação da qualidade do FS.

3.2. Óleo de soja

A *miscela* é a mistura de óleo com solvente obtida após a extração com solvente. Ela passa por um conjunto de equipamentos para separar o óleo do solvente. O solvente é reutilizado e o *óleo bruto* segue para a separação da *lecitina*. A lecitina constitui 1,5 a 3,0% do óleo bruto e é separada por hidratação e centrifugação do óleo. O produto sem lecitina é o *óleo degomado* que é usado na indústria química e alimentícia. O óleo degomado segue o processo de refinação, que poderá ser química ou física. O óleo recebe um tratamento para eliminação de acidez livre e gomas mucilaginosas, obtendo-se o *óleo neutro* e a *borra*. A borra será usada para fabricação de sabão e, acidulada, obtêm-se ácidos graxos que podem ser usados na fabricação de rações. O óleo neutro é lavado varias vezes, seco e desodorizado, sendo então comercializado a granel ou envasado para cozinha como *óleo desodorizado*.

O óleo de soja tem muitas aplicações, inclusive na alimentação animal. O óleo de soja atualmente é um ingrediente muito importante na alimentação de aves e de suínos, pois estas espécies nos últimos anos passaram por considerável melhoramento genético, o que resultou em animais de rápido crescimento e conseqüentemente muito exigentes em energia. As fontes energéticas para rações de suínos e aves são críticas, sendo que os óleos vegetais tem se mostrado fontes ideais de suplementação energética para estes animais.

A EMBRAPA (1991), mostra um valor de 7300 kcal de EM/kg e 7620 kcal de EM /kg, para suínos e aves, respectivamente. Esses valores são inferiores aos valores do NRC (1998) para suínos (8400 kcal EM/kg) e do NRC (1994) para aves (8020 – 8650 kcal EM/kg).

3.3. Processamento da soja integral

O grão de soja apresenta cerca de 18% de óleo, com uma composição de aminoácidos adequada para aves e suínos, sendo deficiente em metionina e treonina. Segundo Penz Jr. (1991), o teor de proteína do grão de soja está entre 35 e 37%. Esta pequena variação é devido a diferentes variedades ou a condições de produção e ambiente. Este valor é aproximadamente 20% inferior àquele obtido nos farelos, pois os grãos tem em torno de 18% de extrato etéreo, o que dilui o valor da proteína. Entretanto, como pode ser esperado, as percentagens dos aminoácidos na proteína são aquelas do farelo de soja. Este alto teor de extrato etéreo do grão faz com que sua energia metabolizável, segundo o NRC (1984) seja de 3300 Kcal/Kg, aproximadamente 40% superior aquela do farelo de soja. Possivelmente esta é a principal vantagem deste ingrediente, pois além de ter um teor relativamente alto de proteína, também tem um nível elevado de energia. *O seu uso em misturas na propriedade é desejável uma vez que apresenta facilidade de manejo quando comparado a uso de óleos vegetais e gordura animal.*

Em contrapartida segundo Strickler (1990) os grãos de soja apresentam compostos que prejudicam o desempenho animal, entre os quais se destacam os fatores inibidores de tripsina, as hemaglutininas

(lectinas), os taninos, alcalóides, saponinas e glicosídeos, que são compostos termolábeis. O método mais comum para inativar estes fatores e através de tratamento com calor. Os resultados tem mostrado que as lectinas são mais resistentes ao calor que os inibidores de tripsina. Existem diversos métodos de processamento do grão de soja, que incluem o calor úmido e o calor seco. Na tostagem à seco, a inativação é menos efetiva do que quando utilizamos os métodos de tostagem úmida, autoclavagem e extrusão (Huisman e Tolman, 1992). Entre os sistemas mais utilizados estão: tostagem, jet-exploder, micronização, cocção e extrusão, descritos a seguir conforme Lima et al. (s.n.t.).

3.3.1. Tostagem por calor seco em tambor rotativo

O processo envolve o cozimento da soja com ar seco aquecido em temperaturas variando de 110 °C a 170 °C, dependendo do tipo do equipamento. Existem muitos métodos de tostagem, como tostagem em cerâmica quente, tonel rotatório e o secador de grãos convencional. Alguns procedimentos de tostagem usam o fogo direto, o que permite variações no grau e qualidade da tostagem (Loon, 1997). O tambor rotativo é muito comum entre os produtores pequenos, mas tem a dificuldade de "acertar o ponto de tostagem", pois este varia com a quantidade, tamanho e umidade do grão, fonte (gás, lenha); o que altera o tempo de tostagem. Cardona (1991), comenta que o soja integral em tostador de túnel, é aquecido com ar quente seco, na contra corrente do grão, alcançando na saída do tostador a temperatura de cerca de 120-125 °C na massa de grãos.

3.3.2. Tostagem por calor úmido

É feita pelo condução da soja em equipamento que contém uma ou mais tubulações com uma rosca transportadora em seu interior e que movimenta a soja enquanto a submete diretamente ao vapor, com baixa pressão de trabalho. São máquinas que processam de 1.500 a 3.000 Kg de grãos/h, sendo necessária uma caldeira para a produção de vapor, com uso de óleo combustível ou lenha. Este procedimento é semelhante a autoclavagem.

3.3.3. Jet-Sploder

O grão de soja entra em um tubo onde é submetido a um jato de ar aquecido (315 °C). Ao sair do tubo o ar se encontra a 120-200 °C e esse gradiente de temperatura provoca, em 1 minuto, a elevação da temperatura do grão acima do ponto de ebulição da água, sendo aquecido a 140-150 °C e submetido a pressão, o que provoca a ruptura na estrutura do grão. Ao sair do tubo é laminado por dois compressores e então moído, após ser resfriado.

3.3.4. Micronização

O grão de soja passa por um processo de limpeza, entra por uma moega dosadora e vai a uma esteira vibratória de ladrilhos que estão sob queimadores de gás que produzem raios infravermelhos como fonte de calor. Durante 5 minutos de passagem pela esteira os raios infravermelhos (λ 1,8 a 3,4

microns) penetram no grão movimentando as moléculas que vibrarão de 60 a 150 mil megaciclos por segundo, aquecendo o grão e vaporizando a água. O grão fica inchado e com fissuras internas e passa por um cilindro que lamina o produto, após ter passado por um tanque redondo com agitador onde ocorre o resfriamento do produto. O produto laminado deve ser moído para posterior uso em rações.

3.3.5. Cozimento

Consiste em adicionar os grãos de soja à um volume de água, na proporção de 1:2, quando esta se encontra em ebulição (100 °C), por um período de 30 minutos. Passado este período os grãos são retirados da água e postos para esfriar e secar sobre papel impermeável ou então seco em estufas para posteriormente serem moídos. Segundo Loon (1997) esse processamento é caro, demorado, pode ser feito apenas em bateladas e em geral é ineficiente.

3.3.6. 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, gelatinização do amido, desnaturação das proteínas, destruição dos microorganismos e de alguns componentes tóxicos. O princípio básico do processamento é a alta temperatura, curto tempo, pressão e fricção do ingrediente no cone de extrusão (Loon, 1997). A extrusão é um ótimo meio de eliminar os fatores antinutricionais anteriormente citados e além disso, como não envolve apenas tratamento térmico, mas devido a pressão também ocorre um rompimento das paredes celulares do grão, o que origina um aumento da digestibilidade e da energia metabolizável de óleo, comparado com produtos não extrusados (Said, s.d). A extrusão, também tem sido usada para os subprodutos do abate, conferindo melhorias na qualidade e contribuindo para a despoluição ambiental. Além disso a extrusão é responsável pela eliminação de bactérias presentes nos produtos processados (Said, 1996). Existem dois processos de extrusão que são: a seca e a úmida.

a. Extrusão seca

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.

b. Extrusão úmida

O processo de extrusão úmida é parecido com o descrito anteriormente, porém a soja é preconditionada com vapor de água e pressão a uma temperatura de 125 a 138 °C (Cardona,1991). Achados recentes demonstraram que a extrusão com pré-condicionamento à vapor aumenta a eficiência

da extrusão. Por isso muitos extrusores a seco foram transformados em úmidos para alcançar as vantagens que segundo Loon (1997), são:

- aumento da capacidade de processamento em até 70%
- redução de até 20% no desgaste do cone e componentes
- redução de 40% na energia consumida
- Evita o secamento do FS integral devido a baixa umidade do grão
- melhora a inibição de fatores antinutricionais
- permite uma produção mais homogênea e texturizada do produto extrusado
- melhora o PER (qualidade protéica) da soja integral extrusada

Waldrup e Hazen (1988), compararam a utilização de farelo de soja, soja integral tostada, soja extrusada e soja integral crua na alimentação de poedeiras. Seus resultados mostraram que aves alimentadas com soja extrusada, tiveram melhor produção de ovos e melhor conversão alimentar quando comparadas as aves alimentadas com farelo de soja. Esses dados são mostrados na tabela 3.

Em um ensaio de digestão Adams e Jensen (1984), observaram em suínos desmamados que a digestibilidade do FS integral tostado foi menor do que aquela de uma dieta com FS com adição de óleo de soja para obter semelhantes níveis energéticos na dieta. Dos parâmetros medidos a digestibilidade da gordura decresceu 26% e a energia digestível foi 19% menor, quando o FS tostado foi comparado com o dietas de FS com óleo incorporado. Segundo Kohlmeier (1998), o processo de extrusão rompe com a parede das células de gordura, liberando o óleo para a digestão; enquanto a tostagem não rompe a célula de gordura. Entretanto, poderia se assumir que a peletização da soja tostada, também romperia com a célula de gordura, liberando o óleo para a digestão. Resultados similares foram observados em ensaio de crescimento com leitões na fase de creche, segundo Hancock, et al. (1990) citado por Kohlmeier (1998). Os leitões que receberam soja extrusada cresceram mais rápido, comeram mais e foram mais eficientes do que aqueles alimentados com FS tostado. Recentemente, Hancock et al. (1995) citado por Kohlmeier (1998), mostraram resultados de ensaio de metabolismo com o FS integral tostado, com 36% de proteína e processado via InstaPro. O valor energético determinado para esse farelo foi de 4414 kcal de EM/kg. O valor de EM para a soja extrusada obtido por EMBRAPA (1997), foi 4632 kcal de EM/kg para suínos e 3519 kcal de EM/kg para aves. A EM da soja extrusada (4414) é cerca de 20% superior a soja tostada (3690 kcal de EM/kg), 30% superior ao FS 48 (3380 kcal de EM/kg) e 39% maior do que o FS 44 (3180 kcal de EM/kg), constantes do NRC (1998). Woodwoorth et al. (s.d.) reportam valores para o FS, FS com cascas extrusado e expelido e FS integral sem cascas extrusado e expelido de 3410, 3872 e 3960 kcal EM/kg. Uma série de dados de digestão da energia e nutrientes é apresentada na tabela 5.

Zhang et al. (1993), estudaram o efeito de temperaturas de processamento sobre o desempenho e a digestibilidade da soja convencional extrusada (SCE), extrusada e expelida (SCEE) e soja baixo Kunitz extrusada (SBKE). Os resultados (tabela 4) indicaram uma redução do peso do pâncreas, melhorias da

eficiência alimentar e aumentos de peso com o aumento da temperatura de processamento de 104 para 154 °C. As razões dessas melhorias está na diminuição do IAU, aumentos da EM e da digestibilidade dos aminoácidos.

Segundo Holmes (1988) há vantagens do FS integral tostado ou extrusado, porque contem os antioxidantes naturais do óleo (tocoferol e lecitina), prolongando-se assim, o tempo de prateleira. FS integral sub-processado, mostrará logo os sinais de rancidez devido a incompleta destruição das lipoxigenases. Até 9 semanas de estocagem são possíveis sem grande modificação oxidativa das gorduras do FS integral. Há aumento de peróxidos com 15 semanas estocados a 45 °C. Pode-se assumir que em temperatura ambiente normal, o tempo de estocagem é de 2 meses sem prejuízo à qualidade.

3.4. Lecitinas

Lecitinas são componentes naturais do grão de soja que podem variar muito em sua composição, sendo que na avaliação das diferentes lecitinas, muitas variáveis devem ser consideradas, tais como: porcentagem de fosfolipídios, colina, nível de impurezas aceitável, coloração desejada e características funcionais (Casey, 1998). A lecitina é obtida do óleo de soja bruto pela hidratação do óleo através de vapor. Após a hidratação, é obtida uma goma, que contém cerca de 50% de fosfolipídios e 25% de óleo. Esta goma deve então ser aquecida a vácuo até que seja obtido cerca de 65% de fosfolipídios e filtrada a seguir para obtenção do produto refinado (Russett,1998a). O processo de purificação da lecitina depende do processamento e a pureza pode variar de acordo com a companhia. A tabela de composição da EMBRAPA(1991) Apresenta duas lecitinas, a bruta e a degomada, sendo que os valores de EM para suínos foram de 2502 Kcal/Kg e 6768Kcal/Kg, respectivamente.

As lecitinas melhoram o nível nutricional das dietas através da emulsificação das gorduras que ela proporciona, permitindo um aumento na digestão e absorção de gorduras (Lindsey, 1998). A propriedade de emulsificação das lecitinas ajuda a aumentar a dispersão das gorduras durante a fase aquosa da digestão e absorção. A emulsificação também melhora o manuseio e a funcionalidade dos produtos. A lecitina apresenta outras funções importantes, como antioxidante por exemplo, onde tem se mostrado um antioxidante natural para uso em rações de suínos e aves. Antioxidantes são compostos que previnem a reação entre o oxigênio e os ácidos graxos, sendo que esta reação resulta na formação de hidroperóxidos e radicais livres, que causam influencias negativas na performance e desenvolvimento animal (Casey 1997,1998). A ação antioxidante da lecitina está demonstrada por Fujikawa e Miyahara (1980) e Frolova(1979) et al. ambos citados por (Casey 1998).

3.5. Concentrado protéico de soja com baixa ação antigênica

Produtos como farinhas de peixe, plasma suíno e subprodutos lácteos tem sido usados correntemente na alimentação de leitões devido ao melhor desempenho que apresentam do que com dietas baseadas em FS. A utilização de proteínas do leite com alta qualidade e digestibilidade como fonte de aminoácidos para leitões recém desmamados é bem documentada. Entretanto, esses produtos são caros, o que obriga os nutricionistas a procurarem ingredientes alternativos e que tenham efeitos positivos sobre estes

animais Russett, 1998b. Uma das alternativas existentes é o concentrado protéico de soja (CPS) que é obtido através da remoção da casca, óleo e oligosacarídeos do grão da soja. O concentrado protéico de soja (CPS) demonstrou ser uma fonte viável de aminoácidos, comparável ao leite desnatado. O melhor desempenho animal com CPS em relação ao FS é devido a eliminação dos fatores antinutricionais e modificações nos oligosacarídeos (rafinose e estaquiose) e alergênicos (glicinina, β -conglucina). Em experimento relatado por Endres (1997), houve melhoria dos ganhos e consumo de alimentos, sem modificação na eficiência alimentar em leitões, nos 13 dias subsequentes ao desmame com dietas de 3350 kcal de EM, 1,25% de lisina e 6 % de gordura. Também dados de Li et al. (1991), mostram melhorias do CPS em relação ao FS (Tabela 6).

A anti-alergenicidade do CPS foi demonstrada por Endres (1996) através da manutenção da integridade das vilosidades intestinais dos leitões conforme pode ser visto na tabela 7. O CPS é uma fonte de aminoácidos bem balanceada e, em adição a isso, a fibra restante é facilmente solúvel e não irritante para o trato gastrointestinal. A energia metabolizável para suínos deste produto é de cerca de 3745 Kcal/Kg e contém 65 % de proteína bruta (Endres, 1996).

3.6. Soja modificada geneticamente

O processamento da soja modificada geneticamente deve ser considerado, uma vez que, não se conhece ao certo se existem mudanças na composição e digestibilidade dos nutrientes dessas variedades. Segundo Padgett et al. (1996), recentes avanços na engenharia genética, tem criado bastante interesse no desenvolvimento de plantas resistentes a herbicidas. Uma variedade de soja resistente ao glifosato foi desenvolvida e é comercializada sob o nome de soja Roundup Readytm. O uso desta soja despertou o interesse em descobrir se esta soja possui a mesma composição nutricional das sojas convencionais. Foi então conduzido um estudo para comparar duas variedades de soja tolerantes ao glifosato, com uma soja convencional. As análises feitas incluíram macronutrientes e análises proximais de proteína, gorduras, fibra, carboidratos e cinzas, além de aminoácidos. As análises foram feitas na soja crua, tostada, isolados de proteína e concentrados protéicos. Os resultados, demonstram que a composição das variedades resistentes ao glifosato é comparável a fração controle, exceto pela quantidade maior de inibidores de tripsina encontrada em uma das variedades resistentes ao glifosato, o que pode originar algumas mudanças no processamento para a inativação destes seja satisfatória, porém mais estudos devem ser realizados.

Recentemente Hammond et al. (1996) conduziu estudos com ratos, frangos de corte, peixes e bovinos para comparar o valor nutricional da variedade de soja modificadas geneticamente. O FS processado, oriundo destas variedades foi incorporado em quantidades comerciais à dieta dos animais para a comparação com as variedades tradicionais. Em todos os estudos não foram obtidas diferenças significativas entre as variedades resistente ao glifosato e as variedades convencionais em nenhuma das variedades estudadas.

4. Simulação de formulas de rações para suínos com ingredientes originados da soja

Com base no trabalho de Woodworth et al. (s.d.), utilizando suínos na fase inicial e comparando vários produtos do soja com o soja extrusado foi possível construir uma matriz de preços máximos do FS em relação ao desempenho apresentado pelos suínos. Esses dados encontram-se na tabela 8. Utilizando preços correntes de janeiro de 1999, disponíveis nas informações de mercado, foram formuladas dietas para suínos nas fases de crescimento (20-50 kg), de acordo com as recomendações do NRC (1998). As composições químicas dos macro-ingredientes e o resultado das formulações encontram-se nas tabelas 9 e 10. As formulações tiveram por principio, a igualdade de fornecimento de proteína, energia metabolizável, cálcio e fósforo; deixando-se livre os demais nutrientes e portanto, as diferenças que houverem serão nos custos das dietas, uma vez que assume-se semelhante performance com as dietas calculadas. Observa-se que os preços das dietas aumentam na seguinte ordem: FS 48, FS 44, soja tostada e soja extrusada.

5. Conclusões

- 5.1. A soja integral "in natura" sem processamento contém fatores antinutricionais que inibem as proteases, provocam reações alérgicas e destroem células da mucosa intestinal em leitões, contém lipoxigenases responsáveis pela rancificação do óleo e apresenta polisacarídeos não amídicos solúveis que diminuem a energia metabolizável para frangos de corte.
- 5.2. Felizmente grande parte desses fatores são destruídos pela ação do calor.
- 5.3. Entre os métodos de processamento de soja, a extração por solventes com separação de farelos e óleo de soja degomado e desodorizado, lecitina, ácidos graxos, casca, borra, é a mais conhecida .
- 5.4. A extrusão é o processamento que melhora as características nutricionais da soja, mas agrega valor no preço do ingrediente, muitas vezes inviabilizando o seu uso.
- 5.5. O concentrado protéico de soja é um produto com excelentes características nutricionais, sendo atribuído a ele também baixa antigenicidade à proteína do soja pelos leitões.
- 5.6. A qualidade dos ingredientes obtidos do soja para alimentação animal pode ser garantida pelos índices de atividade ureática e solubilidade da proteína em solução alcalina.

6. Bibliografia

- ADAMS, K. L. e JENSEN, A. H. Comparative utilization of in-seed fats and the respective extracted fats by the young pig. *J. Anim. Sci.* 59: 1557, 1984.
- ANFAR. Solubilidade Protéica em KOH 0,2%. In: *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal - Métodos Analíticos*. p.31,1998.
- ANFAR/SINDIRAÇÕES. Alimentação Animal: perfil do mercado brasileiro 1997/1998. São Paulo. Folder. 1998.
- ARABA, M., DALE, N. Evaluation of protein solubility as na indicator of over processing soybean meal. *Poultry Sci.* 69: 76,1991.
- AVES e OVOS. Cena´rio de incerteza para o milho em 1999. APA. Associação Paulista de Avicultura. S. Paulo. p 10-14. 1998.
- CARDONA, D. Utilização de soja integral em rações de suínos. In: *Anais do V Mini-Simpósio do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal*, Campinas. p 15-34. 1991.
- CASEY, J. Lecithins as emulsifiers in animal feeds. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>. 1997. consultado em 07.jan.1998
- CASEY, J. Lecithin as an antioxidant for fats en animal foods. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>. 1998. consultado em 07.jan.1998
- CHEFTEL, J.C. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem.* 20:263, 1986.
- 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 07.jan.1998.
- 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.
- EMBRAPA. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3^a. ed. Documentos, 19., Concórdia SC. 97 p. 1991.
- EMBRAPA. Avaliação química, bromatologica e da digestibilidade de nutrientes de alimentos para suínos e aves. Relatório Técnico Anual 1997. Concórdia. Embrapa. 1997.
- ENDRES, J.D. Soy protein concentrate for young pigs. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>. 1996. consultado em 07.jan.1998
- ENDRES,J. Low Antigenicity Soy Protein Concentrate or Fish Meal for Young Pigs. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>. 1997. consultado em 07.jan.1998
- HAMMOND, B.G.; VICINI, J.L.; HARTNELL, G.F.; NAYLOR, M.W.; KNIGHT, C.D.; ROBINSON, E.H.; PADGETTE, S.P. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not affected by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *J. Nutri.* 126:717-727, 1996.
- HOLMES, B. Quality control of raw material and finished products in fullfat soya production. Fullfat Soya: A Regional Conference, Milan. Italy. Abril 14-15, 1987. American Soybean Association. MITA (P) NO. 8/1/88 (Vol. AQ9-1988). <http://www.pacweb.net.sg/asa> . 1988. Consultado em 07.jan.1998.

- HUISMAN, J.; TOLMAN, G.H. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: Recent advances in animal nutrition. London. Butterworth. 224p., 1992.
- INDUSTRIA AVICOLA. Panorama de alimentos balanceados. Industria Avicola. Julho 1997. p.6,1997.
- JAFFÉ, W. G. Hemagglutinins. IN: Liener, I.E. Toxic constituents of plant foodstuffs, 2^a ed. New York:Academic Press, p. 73-102. 1980.
- KOHLMEIER, R.H. Quality aspects of soybean meal and fullfat soya research findings and recommendations for quality control. American Soybean Association©. Singapore. 1998. <http://www.pacweb.net.sg/asa>, 1998. Consultado em 07.jan.1998.
- LI, D.F.; NESSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; KLEMAMM, R.D.; GIESTING, D.W.; HANCOCK, J.D.; ALLE, G.L.; GOODBAND, R.D. Measuring suitability of soybean products for early weaned pigs with immunological criteria. J. Ani. Sci. 69:3299, 1991.
- LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S.; BELLAVER, C. Considerações sobre o uso de soja em grão em dietas de suínos e aves. p. 1-15. s.n.t. - não publicado.
- LINDSEY, D. Lecthin in animal feeds. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf> 1998. consultado em 07.jan.1998
- LOON, C. Y. Fullfat soybean meal production and utilization. American Soybean Association. MITA (P) NO. 044/11/96 (Vol.FT37-1997). <http://www.pacweb.net.sg/asa> 1997. Consultado em 07.jan.1998.
- 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 Sci. 76: 864-872.
- NRC (National Reserch Concil). Nutrient Requiriments of Poultry. 9 ed. National Academy of Science. Washington. 156p. 1994.
- NRC (National Reserch Concil). Nutrient Requeriments of Swine. National Academy of Science, 10 ed. Washington. 189p. 1998.
- PADGETTE, S.B.; TAYLOR, N.B.; NINA, D.L.; BAILEY, M.R.; MACDONALD, J.; HOLDEN L.R. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. J. Nutri.. 126: 702-716. 1991.
- PARSONS, C.M.; HASHIMOTO K. e BAKER, D.H. Soybean protein solubility in potassium hydroxide: An in vitro test in vivo protein quality. J. Anim. Sci. 69:2918. 1991.
- PARSONS, C.M., HASHIMOTO, K., WEDEKIND, K.J., HAN, Y., BAKER, D.H. Effect of overprocessing on availability in soybean meal. Poutry Sci. 71:133. 1992.
- PENZ JR, A.M. Sorgo e soja integral na alimentação de aves In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, p.63-73.* 1991.
- RUSSETT, C. Lecthin applications in animal feeds. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>. 1998a. consultado em 07.jan.1998
- RUSSETT, C. Soy concentrate for weanling pigs. <http://www.centralsoya.com/censoya/censoya.nsf>. 1998b. consultado em 07.jan.1998

- SAID, N. W. Extrusion of alternative feed ingredients: An environmental and nutritional solution. *J. App. Poultry Res.* 5:395-407. 1996.
- SAID, N.W. Soybean processing. *Insta Pro International*, Des Moines, IA. 7p. s.d.
- STRICKLER, M. T. Effect of feeding the kunitz trypsin-inhibitor-free soybean on swine growth performance. *Dissertação de mestrado*. Urbana: University of Illinois, 74p. 1991.
- 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. 1998*
- SWICK, R.A. Update on the use of soybean meal for growing pigs. MITA(P) NO. 044/11/96 (Vol. sw12-1997). <http://www.pacweb.net.sg/asa>. Consultado em 07.jan. 1998*
- WALDROUP, P.W.; HAZEN, K. R. An evaluation of roasted, extruded and raw unextracted soybeans in the diets of laying hens. *Nutrition Reports Intl.* 18:99. 1988.
- WARD, N.E. Quality considerations for soybean meal. American Soybean Association. Blairstown, NJ. 1996. MITA (P) NO. 195/11/95. Vol. An01-1996).
- WOODWORTH, J.C., M. D. TOKACH, R. D. GOODBAND, J. L. NELSEN, P. R. O'QUINN E D. A. KNABE. Apparent ileal digestibility of amino acids and digestible and metabolizable energy values for conventional soybean meal, or dry extruded-expelled soybean meal for swine. *Relatorio em andamento*. Texas AM Univ. College Station. TX. *Insta Pro International*. s.d.
- 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.

Tabela 1. Especificações para os farelos de soja 44 e 48 ¹

Item	FS44	FS48 (Hipro)
Proteína	44	47,5 - 49
EE min.	0,5	0,5
FB max.	7,0	3,3 - 3,5
Umidade max.	12,0	12,0
Anti-empedante max.	0,5	0,5

¹ Associação Americana de Processamento de Óleos (AAPO) segundo Swick (1998 a).

Umidade – sem penalidade se for 12,5% ou menos. Excesso de umidade 2X o preço da fatura quando acima de 12,5% e 2,5 X o preço da fatura se acima de 13%.

Fibra – sem desconto para diferença de +0.5% no FS44 e 0.3% no FS48. Acima, haverá um desconto de 1% para cada 0,1% de aumento em fibra (base de 88 % MS)

Proteína – sem desconto para 0,5% menor proteína que a especificação. Abaixo disso, 2X o preço da fatura por unidade de proteína deficiente (88% de MS)

Tabela 2 . Especificações adicionais para o FS (Swick, 1998 a).

Lisina	mais do que 2,85% (88% MS)
Cinzas	menos do que 7.5%
Sílica	menos do que 1%
Solubilidade protéica (0,2% KOH)	73-85%
Atividade Urease	0,01 a 0,35 unidades de pH
Densidade	57-64 g/100cc
Mesh	95% através peneira # 10; 45% através # 20; 6% através # 80
Textura	tamanho uniforme, sem empedramento, sem pó, fluível
Cor	levemente escurecido a marron claro
Cheiro	fresco característico, não azedo ou queimado ou amoniacal
Contaminantes	sem uréia, amônia, pesticidas, grãos, sementes ou fungos

Tabela 3. Efeitos dos processamentos da soja na alimentação de poedeiras¹

Tratamento	FS 49%	Soja integral tostada	Soja extrusada	Soja integral crua
Prod. de ovos/dia(%)	77,29b	77,82ab	80,14a	53,84c
Peso dos ovos, g	60,75b	62,3a	61,21b	58,1c
Unidade Haugh	71,04b	70,51b	71,31b	78,66 a
Consumo diário, g	104,4a	102,7a	98,9b	87,0c
Consumo por ovo, g	135,2b	132,5b	123,5a	164,0c

Waldroup e Hazen(1988); ¹ médias seguidas da mesma letra não diferem signific. (P> .05)

Tabela 4. Performance de frangos dos 7 aos 21 dias alimentados com soja convencional extrusada (SCE), extrusada e expelida (SCEE) e soja baixo Kunitz extrusada (SBKE).

T, °C	GP, g	EA	Pâncreas (%PC)	IAU (un. pH)	EMn Kcal/kg	Dig Lis, %
SCE						
104	233	,55	,69	2,2	3665	73
121	256	,65	,55	1,03	3678	81
138	277	,67	,44	,08	3815	88
154	268	,67	,35	,10	3936	91
SBKE						
104	255	,65	,48	2,24	3810	87
121	274	,65	,39	,74	3885	90
138	269	,66	,38	,10	3811	91
SCEE						
121	273	,66	,51	,98	3125	82
138	276	,67	,39	,13	3265	86
154	275	,68	,35	,03	3239	91

Tabela 5. Energia e proteína metabolizáveis para varias produtos da soja.

	FS 44	FS 47, ext.solv.	Soja tostada	Soja extr. c/cascas	Soja extr. s/cascas
EM, kcal/kg suínos	3180 ³	3410 ¹ 3380 ³	3690 ³	3872 ¹ 4180 ⁶	3960 ¹ 4632 ² 4414 ⁵
EM, kcal/kg aves	2230 ⁴	2440 ⁴	2990 ⁴	3519 ² 3850 a 3960 ⁶	3685 ³
Dig. da Proteína, %		83 ¹		86 ¹ 88 ⁶	85 ¹
Dig. da Lisina, %		89 ¹		91 ¹	91 ¹

¹ Woodwoorth et al. (s.d.), ² EMBRAPA (1997), ³ NRC(1998), ⁴ NRC (1994), ⁵ Kohlmeier (1998), ⁶ Insta Pro Internacional.

Tabela 6. Leite desnatado, concentrado protéico de soja e farelo de soja (FS) na alimentação de leitões recém desmamados (1 semana pós-desmama)

	Leite desnatado	Farelo de soja	Concentrado protéico de soja
Ganho de peso média diário , g	173	127	150
Consumo médio diário , g	213	204	252
Conversão alimentar	1,23	1,61	1,55

Fonte: Li et al, 1991

Tabela 7. Digestibilidades e morfologia intestinal de leitões por 14 dias pós desmame (21 dias)

Digestibilidade	Leite desnatado	Farelo de Soja	CPS 1	CPS 2
MS, %	88,5	87,3	88,6	89,8
N, %	83,0 b ¹	79,7 c	81,4 b,c	85,7 b
Alt. Villus, µ m	266b	175d	207c	230c
Prof. Cripta , µ m	198c	222b	214c	196c
Área Villus, µm ²	26915 b	16495 c	22191 b	21563 b
Anticorpo Anti-soja, log ₂	3,86 b	6,67 c	3,83 b	4,25 b

Endres (1996) ¹ Médias na linha com diferentes letras, diferem (P<0,01).

Tabela 8. Matriz de preços de FS extrusado com casca em comparação ao FS na mesma base de MS (88%) ^{1,2}

		FS 46,5 % Proteína, preços em U\$/ton			
		160	180	200	220
U\$/kg de gordura	0,44	203	224	245	266
	0,55	217	238	259	280
	0,66	230	251	272	293

¹ Assumindo preço do milho de U\$ 0,11/kg. Valores representam o máximo preço a ser pago pelo soja extrusado sem cascas em relação aos preços do FS e do milho; ² Woodwoorth et al. (s.d.)

Tabela 9 . Composição química (%) e energética dos ingredientes para suínos.

Nutriente	Milho ¹	Far. Trigo ¹	F. Soja 44% ²	F. Soja 48% ²	Soja Extrus. ³	Soja Tostada ²
Proteína Bruta	7,45	16,54	43,80	47,50	36,60	35,20
E.M., kcal/kg	3350	1740	3180	3685	4632	3690
Fibra Bruta	2,30	10,00	7,30	5,68	7,06	7,06
Extrato Etéreo	3,60	3,15	1,50	3,00	18,00	18,00
Cálcio	0,04	0,13	0,32	0,34	0,24	0,25
Fósforo total	0,26	1,16	0,65	0,69	0,45	0,59
Fósforo disp.	0,08	0,35	0,22	0,2	0,2	0,2
Met. + Cistina	0,33	0,62	1,31	1,41	1,08	1,08
Lisina	0,24	0,55	2,83	3,02	2,22	2,22
Triptofano	0,06	0,22	0,61	0,65	0,48	0,48
Treonina	0,27	0,47	1,73	1,85	1,41	1,41

¹ Laboratório da Embrapa, ² NRC(1998), ³ Embrapa(1997)

Tabela 10. Dietas a base de Milho, F. Trigo, F. Soja 44 e 48% , Soja tostada ou Soja extrusada

Ingredientes	R\$/kg	F. Soja 44%	F. Soja 48%	Soja Tostada	Soja Extrus.
Milho comum	0,13	67,38	64,85	51,80	40,39
Farelo Soja 44%	0,21	29,63	-	-	-
Farelo Soja 48%	0,23	-	24,89	-	-
Soja tostada	0,23	-	-	34,9	-
Soja extrusada	0,30	-	-	-	29,63
Far. de Trigo	0,12	-	8,14	11,22	25,00
Óleo de Soja	0,70	0,80	-	-	-
Outros		2,19	2,12	2,08	4,98
TOTAL		100	100	100	100
	R\$/Kg	0,169	0,164	0,173	0,185¹
<u>Comp. Calc., %</u>					
PB		18,00	18,00	18,00	18,00
EM, kcal/kg		3265	3265	3265	3265
Ca		0,6	0,6	0,6	0,9
Pdisp.		0,25	0,23	0,23	0,23
FB		3,62	3,63	4,71	5,46
EE		3,77	3,47	8,6	7,65
M + C		0,61	0,61	0,62	0,61
Lis		1,00	0,95	0,96	0,90
Tri		0,22	0,22	0,22	0,22
Tre		0,69	0,67	0,68	0,64

¹ Para a soja extrusada ser compatível em preço com FS44, deve custar R\$ 0,25/kg e para a soja extrusada ser compatível em preço com FS48, deve custar R\$ 0,23/kg.