

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOJAS INTEGRAIS
DESATIVADAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

Autora: Juliana Beatriz Toledo
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Co-orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

MARINGÁ
Estado do Paraná
Maio - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOJAS INTEGRAIS
DESATIVADAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

Autora: Juliana Beatriz Toledo
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Co-orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Maio - 2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

T649a Toledo, Juliana Beatriz
Avaliação nutricional de sojas integrais desativadas para leitões na fase de creche / Juliana Beatriz Toledo. -- Maringá, 2009.
35 f.

Orientador : Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração: Produção Animal, 2009.

1. Leitões - Soja desativada - Digestibilidade. 2. Leitões - Soja desativada - Desempenho. 3. Leitões - Soja desativada - Fator antinutricional. 4. Leitões - Soja desativada - Valor energético. I. Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração: Produção Animal. II. Título.

CDD 21.ed.636.408522

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOJAS INTEGRAIS
DESATIVADAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

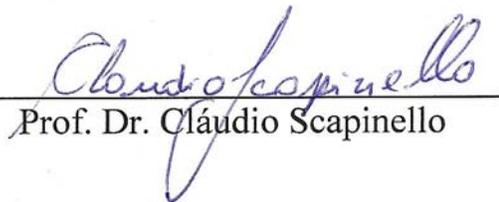
Autora: Juliana Beatriz Toledo
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção Animal

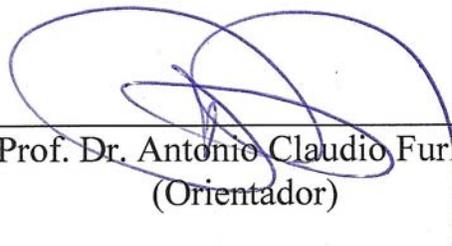
APROVADA em 26 de maio de 2009.



Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza



Prof. Dr. Cláudio Scapinello



Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
(Orientador)

Viva!

Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida com paixão,
perder com classe e vencer com ousadia,
porque o mundo pertence a quem se atreve
e a vida é "muito" pra ser insignificante.

Já perdoei erros quase imperdoáveis,
tentei substituir pessoas insubstituíveis
e esquecer pessoas inesquecíveis.

Já fiz coisas por impulso,
já me decepcionei com pessoas,
mas, também decepcionei alguém.

Já abracei pra proteger,
já dei risada quando não podia,
fiz amigos eternos,
amei e fui amada.

Já chorei ouvindo música e vendo fotos,
me apaixonei por um sorriso,
já pensei que fosse morrer de tanta saudade
e tive medo de perder alguém especial.

Mas vivi, e ainda vivo!
Não passo pela vida...
E você também não deveria passar!

Charles Chaplin

A Deus

... toda a minha gratidão.

Ao meu esposo

Marcelo Aparecido Alves, pela compreensão, companheirismo e pelo incentivo, "Ser profundamente amado por alguém nos dá força. Amar alguém profundamente nos dá coragem! (Lao-Tsé)".

Aos meus pais

Ezequiel Toledo e Alice Margarida Toledo, "Há momentos na vida em que sentimos tanto a falta de alguém que o que mais queremos é tirar essa pessoa de nossos sonhos e abraçá-la (Clarice Lispector)".

Às minhas irmãs

Aretusa Sandra Toledo e Grasiela Sandra Toledo
Pelo incentivo e as orações durante estes anos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo Dom Supremo: a VIDA;

À Universidade Estadual de Maringá, pela possibilidade de realização deste curso;

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e a todos os professores que o compõem, pelos ensinamentos;

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan e co-orientador Prof. Dr. Ivan Moreira, pelas orientações, amizade e atenção para a realização deste projeto;

Ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins pela amizade e colaboração;

À Cooperativa Agroindustrial C.Vale, por ter cedido os alimentos para a execução deste experimento;

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi/UEM, Antônio de Moraes, Antônio Parma, João S. Rodriguês, Mauro dos Santos e Pedro Barizão pela dedicação, auxílio e amizade;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Cleuza Volpato, Creuza Azevedo, Hermógenes Neto e José Trentin, pela paciência e auxílio na realização das análises químicas;

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Denílson Vicentin e Rose Pepinelli pelos serviços prestados;

Aos colegas do grupo de pesquisa, Angela Poveda Parra, Clodoaldo Costa Filho, Gisele C. de Oliveira, Leandro S. Perdigão, Liliane M. Piano, Lina M. P. Sierra, Maicon Danner Borile, Marcela G. de Brito, Marcos P. Nonaka, Mariana Moura, Paulo Levi de Oliveira Carvalho, Sergio Andrés Canizales, Thaline Maira Pachelli da Cruz pela atenção, dedicação e apoio para a realização deste trabalho;

Aos meus amigos e os colegas de pós-graduação, Alexandre S. Iwahashi, Ana Paula Silva Ton, Carina Scherer, Franciane Dias, Hanna Sakamoto, Letícia Lorençon, Ronaldo Martins e Sílvia Cristina de Aguiar;

Ao meu esposo Marcelo A. Alves e aos meus pais Alice M. Toledo e Ezequiel Toledo, por fazerem da minha realização à deles, pela paciência, ajuda e por muitas vezes entenderem a minha falta de atenção;

Às amigas Carla Viviane de Assis, Claudia Sá de Moura, Gabriella Cocito, Gessê Neniza de Godez Leonel e Vivian Gomes dos Santos pelo incentivo.

A todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a concretização deste projeto e que por alguma falha não citei.

BIOGRAFIA

JULIANA BEATRIZ TOLEDO, filha de Ezequiel Toledo e Alice Margarida Toledo, nasceu em Maringá, Estado do Paraná, no dia 24 de abril de 1980.

Em Fevereiro de 2006, concluiu o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá.

Em Abril de 2006, iniciou no Programa Apoio Técnico a Pesquisa – Nível 1^a/CNPq, na Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2007 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá.

Submeteu-se, em maio de 2009, à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
I – INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Importância e características do grão da soja.....	3
1.2 Processamento da soja e fatores antinutricionais.....	4
1.3 Métodos de avaliação do processamento da soja.....	6
1.4 Utilização da soja integral na alimentação de leitões.....	7
Citação Bibliográfica.....	9
II – OBJETIVOS.....	11
III – AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOJAS INTEGRAIS DESATIVADAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE.....	12
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	32
Citação Bibliográfica.....	33

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Composição centesimal, química e energética das rações experimentais para leitões na fase de creche utilizando dois tipos de sojas integrais desativadas.....	18
TABELA 2 - Composição centesimal, química, energética e custo da ração controle (RC) e das rações contendo diferentes níveis de soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS), para leitões na fase de creche (6 a 15kg).....	20
TABELA 3 - Composição química, energética e física da soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS) com base matéria natural.....	23
TABELA 4 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CD), coeficiente de metabolização (CM) e valores digestíveis de nutrientes da soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS) utilizadas para leitões na fase de creche, determinados pelo método de coleta total de fezes e pelo método com o uso do indicador de óxido crômico (Cr ₂ O ₃).....	26
TABELA 5 - Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da ureia plasmática (NUP) de leitões na fase I (6 a 10 kg) e fase Total (6 a 15 kg) alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS).....	28
TABELA 6 - Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho dos leitões (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de rações contendo diferentes níveis de inclusão de soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS) para leitões na fase I (6 a 10 kg) e fase Total (6 a 15 kg).....	31

I-INTRODUÇÃO GERAL

A suinocultura é uma atividade que tem apresentado um forte crescimento nos últimos anos no Brasil. A taxa de crescimento da produção de suínos para o ano de 2007, foi estimada em 0,8% e a previsão para 2010 é de 3,1%. Em um levantamento sistemático da produção e abate de suínos no Brasil, realizado pela ABIPECS (2008), a região Sul é classificada como a maior produtora de carne suína, com 1,709 mil toneladas, seguida das regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste, respectivamente.

As exportações mundiais de carne suína vêm crescendo significativamente nos últimos anos. Nos anos 60, as transações internacionais cresciam em torno de 1% ao ano, atualmente, crescem acima de 4%. A exportação da carne suína do Brasil no ano de 2007 foi de 606 mil toneladas e a estimativa para o ano de 2010 é de, aproximadamente, 688 mil toneladas (Roppa, 2008).

Nos últimos anos, o consumo per capita de carne suína no Brasil não apresentou grande variação, sendo de 13,0 kg em 2007, passando para 13,2 kg em 2008, esperando-se o mesmo valor para o ano de 2010 (ABIPECS, 2008).

Na suinocultura a preocupação tem início no momento em que o leitão nasce até o abate. O produtor deve fornecer para o suíno uma ração adequada para cada fase de criação, levando em consideração as exigências de cada fase, para que o animal possa desempenhar todo o seu potencial.

O desmame é um período crítico dentro do ciclo produtivo dos suínos. O leitão desmamado ainda apresenta os sistemas imunológico e digestório imaturos nesta fase. O período de transição do leite para um alimento seco, aliados ao estresse causado pela desmama, pode prejudicar o desempenho do leitão. Assim, o período logo após o desmame tem trazido inúmeros problemas relacionados com o tipo e a qualidade das matérias-primas empregadas em sua nutrição.

Entre os alimentos presentes nas dietas para leitões recém-desmamados, a maior atenção concerne à fonte proteica utilizada, uma vez que o consumo, ganho de peso, digestibilidade de nutrientes e a atividade das enzimas pancreáticas podem ser afetados pela sua qualidade (Peiniau et al., 1996).

A utilização de proteínas provenientes de derivados lácteos na nutrição animal eleva o preço de mercado deste produto. O leite em pó desnatado tem sido considerado essencial em dietas para leitões desmamados precocemente. Esse alimento fornece proteína de alta qualidade e também é fonte de lactose para o leitão (Rostagno et al., 2005). No entanto, pesquisas recentes têm comprovado que o leite em pó desnatado pode ser substituído por fontes proteicas de menor custo sem diminuir o desempenho dos animais (Soares, 2000).

A lactose presente no leite ingerido pelo leitão reduz gradualmente o pH estomacal e propicia condições para o crescimento de microrganismos benéficos. O pH do conteúdo intestinal dos leitões ao nascer varia de 3,8 a 4,2. Dessa forma, Viola (2008), sugere que pouco das proteínas da soja passam por processo de proteólise no estômago, antes de entrarem no intestino delgado.

Muitos ingredientes têm sido estudados com o objetivo de estimular o consumo, melhorar a digestibilidade dos nutrientes e reduzir o nível de alterações na morfologia da mucosa intestinal após o desmame. O farelo de soja, principal fonte de proteína utilizada nas rações de suínos, apresenta alguns inconvenientes na alimentação de leitões em idade precoce, relacionados com a baixa digestibilidade e a presença das proteínas antigênicas glicinina e β -conglucina, que provocam reações de hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal (Bertol et al., 2001).

Os subprodutos processados da soja têm sido estudados como alternativas de fonte proteica em substituição parcial ao farelo de soja nas dietas de leitões recém-desmamados (Moreira et al., 1994b) e em suínos em crescimento (Carvalho et al., 2007; Ludke et al., 2007). O grão de soja integral desativado é um alimento em potencial para ser utilizado em rações para suínos, além ser uma ótima fonte de proteína e conter níveis satisfatórios de aminoácidos essenciais, possui nível elevado de energia digestível devido à presença do óleo no grão.

1.1. Importância e características do grão da soja

O grão de soja integral é um produto rico em energia e proteína, normalmente comercializado para a extração de óleo vegetal comestível e do qual a indústria obtém o farelo de soja, adquirido pelos suinocultores para alimentar os animais. É considerado como uma das oleaginosas mais ricas e disponíveis do mundo, onde o seu farelo ou a forma integral são as principais fontes de proteína na nutrição animal (Butolo, 2002).

A soja (*Glycine max*) tem sua origem na China e é conhecida desde 2800 A.C.. O grão de soja como fonte proteica e energética é considerado como uma das oleaginosas mais ricas e disponíveis no mundo (Butolo, 2002). É a principal cultura oleaginosa atualmente produzida e participou com, aproximadamente, 57% da produção média de grãos oleaginosos dos últimos anos, tendo sido a cultura que mais cresceu em área e importância econômica durante as últimas décadas. Ao se analisar a evolução das oleaginosas ao longo dos anos, a da soja foi notável, aumentando, de 19,1 milhões de toneladas colhidas na safra 1964/65 para 236,1 na 2006/07 (SEAB, 2008).

Os brasileiros colheram um volume recorde de, aproximadamente, 58,4 milhões de toneladas na safra 2006/07. A estimativa feita pelo USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) é de que o Brasil produziria aproximadamente 61,0 milhões de toneladas, onde ocuparia a segunda posição ficando abaixo somente dos Estados Unidos com 71,27 milhões de toneladas na safra de 2007/08 (SEAB, 2008).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2008), a safra nacional de grãos em 2007/08 foi de 143,87 milhões de toneladas, superior a colhida na safra anterior em 9,2% (12,12 milhões de toneladas). A soja foi o segundo grão que mais cresceu nesta safra, com uma produção de 60,05 milhões de toneladas, superior a safra passada em 2,8%, ficando abaixo somente do milho.

Do total produzido, a Região Centro-Oeste participa com 48,54% (29,15 milhões de toneladas), destacando-se como a maior produtora nacional; seguida pela Sul, com 34,34% (20,62 milhões de toneladas); pela Nordeste, com 8,04% (4,83 milhões de toneladas); pela Sudeste, com 6,63% (3,98 milhões de toneladas) e pela Norte, com 2,45% (1,47 milhões de toneladas), (CONAB, 2008).

A composição química da soja integral tostada, segundo Rostagno et al. (2005), é composta de 37% de proteína bruta; 17,86% de extrato etéreo e 4.938 kcal/kg de energia bruta.

De acordo com Cramwell (1995), a maior parte das proteínas da soja são classificadas como globulinas, caracterizam-se por ser insolúveis no seu ponto isoelétrico (pH 4 a 5) e se dissolvem em valores de pH abaixo deste.

1.2. Processamento da soja e fatores antinutricionais

A soja *in natura* contém algumas substâncias que inibem o aproveitamento das proteínas e dos demais nutrientes das dietas pelos monogástricos. Entre estes fatores antinutricionais, destacam-se as hemaglutininas ou lectinas, os fatores bociogênicos, as saponinas e os fatores inibidores da tripsina (Lima, 1999). Uma vez que esses fatores são termo-sensíveis, vários tipos de processamento térmico têm sido estudados para viabilizar a utilização da soja integral na alimentação animal. Contudo esses processos têm alto custo e podem reduzir a digestibilidade dos nutrientes da soja.

Existem vários métodos para o processamento da soja integral, sendo o objetivo principal desativar os fatores antinutricionais sem causar danos aos nutrientes. Dentre eles destacam-se, desativação, fervura, tostagem por calor seco em tambor rotativo, tostagem por calor úmido (autoclavagem), jet-sploder, micronização e extrusão. Diversos trabalhos relacionam vantagens para os processos de extrusão e tostagem em relação aos demais, e ainda vantagens da extrusão em relação à tostagem. Estas vantagens estão relacionadas aos benefícios no valor nutricional e aos custos dos processamentos, (Bellaver & Snizek Jr., 1999).

O processo de desativação visa eliminar os fatores antinutricionais da soja *in natura*, onde o produto é submetido ao aquecimento direto e indireto com vapor, mantido sob pressão e temperatura até atingir a desativação dos fatores antinutricionais, proporcionando uma maior digestibilidade dos nutrientes.

De acordo com Butolo (2002), no momento da limpeza e secagem, a umidade do grão deve estar no máximo em 12% para permitir um bom armazenamento.

Mendes et al. (2004), trabalhando com diferentes processamentos térmicos para suínos de 37,67 kg em média, observaram que o processo de extrusão e micronização da soja semi-integral e integral, respectivamente, foram eficientes na inativação dos fatores antinutricionais e na melhoria da digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta.

Os principais fatores antinutricionais presentes no grão da soja, que devem ser levados em consideração, de acordo com Bellaver & Snizek Jr. (1999) são os inibidores de tripsina e quimotripsina; lectinas; proteínas antigênicas; fatores alérgicos como Glicinina e β -Conglicinina; lípase e lipoxigenase; e polissacarídeos não amiláceos.

Para os suínos, os mais importantes são os inibidores de tripsina, pois interferem na digestão da proteína no trato gastrintestinal causando uma redução na digestibilidade da proteína da dieta (Li et al., 1998) e queda no crescimento (Yen et al., 1974). Além disso, promovem uma hipertrofia e/ou hiperplasia das células pancreáticas (Liener, 2000) e um aumento da secreção enzimática (Hasdai et al., 1989).

Os inibidores de proteases presentes na soja são constituídos pelo inibidor de tripsina “*Kunitz*” e pelo inibidor de tripsina e quimotripsina “*Bowman-Birk*”. Cerca de 80% da inibição da atividade triptica de grãos de soja é causada pela ação do inibidor de tripsina “*Kunitz*”. Estes anti-nutrientes apresentam especificidade de inibir as enzimas proteolíticas e, conseqüentemente, reduzem a digestão proteica de alimentos, proporcionando diminuição no ganho de peso e crescimento dos animais (Monteiro et al., 2004).

Quando os animais monogástricos ingerem a soja crua, os fatores antitripsínicos se complexam com a tripsina e a quimotripsina secretada pelo pâncreas, impedindo a ação proteolítica dessas enzimas. Para tentar reverter essa diminuição da ação das enzimas proteolíticas, o pâncreas secreta mais enzimas, que por sua vez, são novamente inibidas, gerando uma sobrecarga pancreática, e conseqüentemente, uma hipertrofia desse órgão, reduzindo a ação digestiva em todo alimento presente na luz intestinal e, por conseguinte, prejudicando o desempenho desses animais. Como as enzimas pancreáticas (tripsina e quimotripsina), são particularmente ricas em aminoácidos sulfurados, a hipertrofia pancreática aumenta a utilização destes aminoácidos para a síntese destas enzimas e suas perdas irão agravar os problemas nutricionais, (Opalinski, 2006).

As lectinas ou hemaglutininas são componentes naturais do grão de soja que podem variar muito em sua composição. São proteínas que possuem em suas moléculas um centro ativo específico à combinação com carboidratos e, portanto, capazes de aglutinarem as hemácias e interagirem com as células da mucosa intestinal, prejudicando o processo de absorção de nutrientes, causando ruptura de membranas e degradação de microvilos, com conseqüente lesão epitelial (Bellaver & Snizek, 1999).

O termo polissacarídeo não amiláceo (PNA) compreende uma extensão de polissacarídeos com exceção do amido. A classificação dos PNA recai em três grandes

grupos: celulose, polímeros não celulósicos e polissacarídeos pécticos, entre outras moléculas (Bellaver & Snizek, 1999). A presença dos oligossacarídeos e dos polissacarídeos não amiláceos solúveis no lúmen intestinal promove aumento da viscosidade da digesta devido à formação de polímeros ou géis com a água, comprometendo a digestão e a absorção dos nutrientes, pois, dificultam a ação das enzimas digestivas e a difusão das substâncias relacionadas com a digestão e absorção.

1.3. Métodos de avaliação do processamento da soja

O ponto crítico na avaliação da qualidade do grão da soja é determinar se o mesmo foi sub ou super processado pelo calor. O superaquecimento afeta a disponibilidade de alguns aminoácidos, especialmente a lisina (ANFAR, 1992), onde ocorrerá a reação de Maillard, que é uma reação química entre um aminoácido ou proteína e um carboidrato reduzido, obtendo-se produtos que dão sabor, odor (flavor) e cor aos alimentos.

Bellaver & Snizek Jr. (1999) indicam vários métodos para medir a inativação dos fatores antinutricionais da soja, entre os quais o índice de atividade ureática; a solubilidade da proteína em hidróxido de potássio a 0,2% (KOH); atividade inibidora de tripsina e capacidade de coloração da proteína processada. Na prática, apenas os dois primeiros tem sido relevantes devido à facilidade de execução e ao baixo custo laboratorial.

Para Butolo (2002), além dos métodos já citados, existem ainda os métodos de atividade hemoaglutinante, o da lisina disponível e o índice de proteína dispersível (PDI). No entanto, o método mais adotado, mais econômico e mais rápido é o da medida da atividade ureática. Esta técnica permite detectar a ocorrência de um subaquecimento durante o processamento da soja. A urease é uma enzima presente no grão que atua quebrando os compostos nitrogenados não proteicos em amônia e dióxido de carbono. Deve-se salientar que esta reação altera o pH. A determinação da urease na soja mede, de maneira eficaz, o grau de inativação dos fatores antinutritivos termolábeis. Sua aferição se faz pela variação do pH. O grão cru tem atividade ureática entre 2,0 a 2,5. O padrão recomendado pela ANFAR (1992), para atividade ureática é de 0,05 a 0,30 unidades de pH.

O índice de atividade ureática avalia apenas a qualidade da inativação dos fatores antinutritivos, mas não tem valor para determinar se o processamento prejudicou ou não

a qualidade da proteína e das vitaminas do grão. O método mais prático para esse tipo de análise é o da proteína solúvel em KOH, onde a soja bem processada deve ter uma solubilidade proteica mínima de 77%, enquanto o ideal é de 80%. Valores próximos de 90% podem indicar um subaquecimento do grão, e 100% indica que não houve processamento (Butolo, 2002).

Há outros métodos para se determinar a qualidade proteica da soja tratada, como o teste de cresol vermelho ou de disponibilidade de lisina, mas são métodos mais lentos e onerosos que a proteína solúvel em KOH.

1.4. Utilização da soja integral na alimentação de leitões

O sistema imunodigestivo é um importante mecanismo controlador dos problemas entéricos, protegendo o epitélio intestinal da ação de microrganismos patogênicos e de fatores antigênicos de origem alimentar. A utilização de ingredientes altamente digestíveis e com baixo conteúdo de fatores antigênicos é importante, porque estimula o consumo, melhora o desempenho e reduz o aparecimento de distúrbios digestivos em leitões após o desmame (Bertol, 2001).

A soja integral processada, por apresentar as vantagens do farelo, associada ao elevado valor energético do óleo presente no grão, pode ser usada com vantagens econômicas na produção de suínos (Ludke, 2007). Para Li et al. (1998) o uso do farelo de soja ou da soja processada de forma adequada em dietas para suínos em crescimento e terminação depende da disponibilidade de cada produto e do fator econômico envolvido, uma vez que o desempenho de suínos é sempre semelhante entre os diferentes produtos.

Bertol et al. (2001) avaliando a substituição parcial do farelo de soja por outros subprodutos da soja (soja integral extrusada, proteína texturizada de soja e proteína concentrada de soja), obtidos por intermédio de diferentes tipos de processamento, como fonte proteica na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade, observaram que a substituição parcial do farelo de soja por qualquer um dos subprodutos avaliados melhorou o ganho de peso diário, o consumo diário de ração e a conversão alimentar no período de fornecimento das dietas.

Soares et al. (2000) trabalhando com soja integral fermentada, soja integral extrusada e farelo de soja, em substituição ao leite em pó desnatado, observaram que o

leite em pó desnatado pode ser substituído pela soja integral extrusada e pelo farelo de soja nas dietas de leitões desmamados aos 14 dias de idade.

Comparando diversos níveis e fontes proteicas (leite em pó desnatado; isolado proteico de soja; farinha de peixe e levedura seca) utilizados em rações sobre o desempenho de leitões de 36 a 70 dias de idade, Junqueira et al. (2008) observaram que as fontes proteicas estudadas e os níveis utilizados nas dietas não influenciaram o desempenho dos leitões.

Moreira (1994a), avaliando o uso de soja integral processada a calor na alimentação de leitões, concluiu que a utilização da soja integral, adequadamente extrusada, em rações de leitões, apresentou respostas semelhantes às rações contendo farelo de soja e óleo.

A substituição de até 50% do farelo de soja por proteína concentrada de soja, bem como a substituição de 20% do farelo de soja por leite desnatado em pó, foi avaliada por Bertol et al. (2000). Os autores não observaram prejuízo no desempenho de leitões na fase de creche, para o período do 0 a 35 dias após o desmame. No período de 14 a 35 dias após o desmame, a melhor CA foi obtida quando se utilizou como fonte proteica a ração com 30% de farelo de soja, 50% de proteína concentrada de soja e 20% de leite em pó desnatado.

Citação Bibliográfica

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS. **Notícias de Mercado**. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>> Acesso em: 18/01/2009.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR. **Métodos analíticos de controle de alimentos para o uso animal**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.
- BELLAVER, C.; SNIZEK, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.183-199.
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; MORES, N. Efeito de Diferentes Fontes Proteicas sobre Desempenho, Composição Corporal e Morfologia Intestinal em Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1735-1742, 2000.
- BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V. et al. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.916-929, 2001.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.
- CARVALHO, A.Á.; LOVATTO, P.A.; HAUSCHILD, L. et al. Processamento da soja integral e uso em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2023-2028, 2007 (supl.).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. Quarto levantamento, Safra 2007/2008**. CONAB, 2008. Disponível em < <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/Boletim.pdf>> Acesso em: 18/01/2009.
- CRAMWELL, P.D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: The neonatal pig: Development and Survival. Edited by Varley, M.A., **CAB International**, Wallingford, p. 99-154. 1995.
- HASDAI, A.; NITSAN, Z.; VOLCANI, R. Growth, digestibility and enzyme activities in the pancreas and intestines of guinea-pigs fed on raw and heated Soya-bean flour. **British Journal of Nutrition**, v.62, n.3, p.529-537, 1989.
- JUNQUEIRA, O.M.; SILZ, L.Z.T.; ARAÚJO, L.F. et al. Avaliação de níveis e fontes de proteína na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1622-1627, 2008.
- LIENER, I.E. Non-nutritive factors and bioactive compounds in soy. In: Drackley, J.K. Soy in animal nutrition. **Illinois: Federation of Animal Science Societies**, p.13-45, 2000.
- LIMA, G.J.M.M. Importância e qualidade nutricional da soja e de seus subprodutos no mercado de rações: situação atual e perspectivas futuras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.165-175.
- LI, S.Y.; SAUE, W.C.; CAINE, W.R. Response of nutrient digestibility to feeding diets with low and high levels of soybean trypsin inhibitors in growing pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n.76, p.357-363, 1998.
- LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, G.J.M.M.; LANZMASTER, M. et al. Soja integral processada de diferentes formas para uso em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1566-1572, 2007 (supl.).

- 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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.56, n.2, p.207-213, 2004.
- MONTEIRO, M.R.P.; COSTA, N.M.B.; OLIVEIRA, M.G.A. et al. Qualidade proteica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina Kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.2, p.195-205, 2004.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. et al. Uso de soja integral processada a calor na alimentação leitões de 21 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.1, p.57-64, 1994a.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994b.
- OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; MARTINS DA SILVA, E.C. et al. Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2006.
- PEINIAU, J.; AUMAITR, A.; LEBRETON, Y. Effects of dietary protein sources differing of nitrogen and pancreatic enzymes activity in early weaned pigs. **Livestock Production Science**, v.45, p.197-208, 1996.
- ROPPA, L. Edição histórica: A produção de suínos no segundo decênio do século XXI. **Revista Pork World**, n.46, p.179, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL - SEAB. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2007/08. Soja**. Disponível em: < www.seab.pr.gov.br > Acesso: 12/11/2008.
- SOARES, J.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Soja Integral Processada (Fermentada e Extrusada) e Farelo de Soja em Substituição ao Leite em Pó em Dieta de Leitões Desmamados aos 14 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1153-1161, 2000.
- VIOLA, E.S. Utilização de proteínas de soja na alimentação de leitões. In: IV Fórum Internacional de Suinocultura, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Pork expo, Animal World, [2008] (CD-ROM).
- YEN, J.T.; HYMOWITZ, T.; JENSEN, A.H. Effects of soybean of different trypsin inhibitor activities on performance of growing swine. **Journal of Animal Science**, v.38, p.304-309, 1974.

II - OBJETIVOS

A) Determinar o valor nutritivo de dois tipos de sojas integrais desativadas, sendo uma com casca e a outra sem casca, por meio de ensaio de digestibilidade com leitões na fase de creche;

B) Verificar quais os níveis máximos de inclusão das sojas integrais desativadas nas rações dos leitões na fase de creche (6-15 kg) que propicie o melhor desempenho e retorno econômico.

III - Avaliação Nutricional de Sojas Integrais Desativadas para Leitões na Fase de Creche

RESUMO – Dois experimentos foram conduzidos para determinar o valor nutricional e verificar o desempenho dos leitões na fase inicial (6 a 15 kg), alimentados com rações contendo dois tipos de sojas integrais desativadas caracterizadas pela presença (SC) ou não de casca (SS). No ensaio de digestibilidade total (Exp. I) foram utilizados 15 leitões machos, castrados, com peso vivo médio inicial de $7,36 \pm 1,71$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos, cinco repetições, sendo um leitão por unidade experimental. Os valores de energia digestível (ED) e os de metabolizável (EM), na matéria natural, para SC e SS foram: 3.979 e 4.300 kcal/kg; 3.768 e 4.111 kcal/kg, respectivamente. No experimento de desempenho (Exp. II) foram utilizados 56 leitões, desmamados aos 21 dias de idade, com peso vivo inicial de $6,19 \pm 0,67$ kg. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3, sendo dois tipos de soja (SC e SS) e três níveis de inclusão (4,5; 9,0 e 13,5%), com quatro repetições e dois leitões por unidade experimental. Os tratamentos experimentais consistiram de uma ração controle (RC) à base de milho e farelo de soja e outras seis rações contendo os níveis de inclusão de cada uma das duas sojas integrais desativadas, totalizando sete tratamentos. Os animais foram pesados no início (6 kg), no meio (10 kg) e no final (15 kg) do experimento, onde dos 6 aos 10 kg correspondeu a Fase I e dos 6 aos 15 kg a Fase Total. Não foram observadas diferenças nos coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EE, MO e no coeficiente de metabolização da EB entre as duas sojas avaliadas. Entretanto, observou-se diferença no coeficiente de digestibilidade da EB, onde a SS mostrou-se superior a SC. Para o experimento de desempenho não houve interação entre o tipo de soja e o nível de inclusão para as variáveis de CDR, GDP e CA de leitões nas fases I (6 a 10 kg) e Fase total (6 a 15 kg). Não foram observadas diferenças para as variáveis de desempenho com a inclusão de níveis crescentes das sojas desativadas SC e SS nas rações, verificando assim, que os níveis estudados podem ser utilizados nas rações de leitões.

Palavras-chave: desempenho, digestibilidade, fator antinutricional, valores energéticos

III – Nutritional Evaluation of Disabled Whole Soybeans for Piglets on Nurse Phase

ABSTRACT – Two experiments were carried out to determine the nutritional value and to verify the piglets performance in starting phase (6 to 15 kg), fed with diets containing two types of disabled whole soybeans characterized by the shell presence (CS) or not (SS). In digestibility assay (Exp. I) were used 15 piglets male, castrated, with average weight of 7.36 ± 1.71 kg, housed in cages of metabolism, distributed in a randomized design with three treatments, five replicates, one pig each. The values of digestible energy (DE), as well the metabolizable energy (ME) on fed basis for SC and SS were: 3.979 and 4.300 kcal/kg, 3.768 and 4.111 kcal/kg, respectively. In the performance experiment (Exp. II) were used 56 piglets, weaned at 21 days of age with initial body weight of 6.19 ± 0.67 kg. The animals were distributed in a completely randomized design in a factorial 2 x 3 arrangement with two types of soybean (SC and SS) and three levels of inclusion (4,5; 9,0 and 13,5%), four replicates and two pigs per experimental unit. The experimental treatments were: a control diet (RC) based on corn and soybean meal, and other diets containing six inclusion levels of each of the two disable whole soybeans, totaling seven treatments. The animals were weighed at the beginning (6 kg) during (10 kg) and at the end (15 kg) of the trial. The first phase corresponded to the weight from 6 to 10 kg and from 6 to 15 kg for Total Phase. There were no differences in digestibility coefficients of DM, CP, EE, OM and in the metabolism coefficient of GE between the two soybean evaluated. However, there was difference in the GE digestibility, where the SS was superior to SC. In the performance assay, there was no interaction between type and level of soybean inclusion on variables CDR, CA and ADG of piglets in phases I (6 to 10 kg) and total phase (6 to 15 kg). No differences were observed for the variables of performance with the inclusion of increasing levels of SS and SC disabled soybeans in the diets, thus verifying that the levels can be used in piglets diets.

Key Words: antinutritional factor, digestibility, energy values, performance

Introdução

A alimentação é responsável por mais de 70 % dos custos de produção dos suínos. Milho, farelo de soja e outros produtos ricos em vitaminas, minerais e aminoácidos são os principais ingredientes das rações. Quando esses ingredientes tornam-se escassos, ou muito caros, os suinocultores veem-se na situação de utilizar outras fontes de nutrientes para viabilizar o seu negócio, implicando na escolha cuidadosa dos alimentos, na formulação precisa das rações e também na correta mistura dos ingredientes.

Dentre as sementes de leguminosas mais utilizadas na alimentação, destaca-se a soja, constituindo-se, atualmente, na maior fonte de óleo e de proteína vegetal, tanto para a alimentação humana como animal (Costa & Manica, 1996). A demanda mundial de alimentos tem sido crescente, seja para o consumo humano, ração animal, indústrias diversas, ou para combustível, onde devido a sua versatilidade a soja é o principal substituto para diversos outros grãos.

O volume mundial de farelo de soja produzido e o consumido têm sido equivalentes e crescentes ao longo dos últimos anos. Historicamente, o farelo de soja foi destinado para a composição de rações, enquanto o óleo de soja era usado na indústria química e alimentícia, onde competia com outros óleos mais valorizados como o de girassol, o do milho e o da canola. Atualmente com a utilização do óleo para formulação de biodiesel, há uma valorização deste grão (SEAB, 2008).

A suinocultura brasileira tem buscado diferentes possibilidades no processamento e no uso da soja, com a finalidade de reduzir os custos com rações, além de proporcionar a expressão máxima do potencial genético dos suínos. Desta forma, tem-se estudado o emprego da soja integral em substituição ao farelo de soja.

De acordo com Nitsan et al. (1997), dentre as vantagens do uso da soja integral pode-se citar a melhora da palatabilidade e do consumo, a redução do incremento calórico, sobretudo em regiões de clima quente, a melhor qualidade nutricional, a melhor digestibilidade decorrente do processamento, a facilidade de manejo na fabricação da ração e a maior relação custo-benefício no sistema produtivo.

As restrições impostas às fontes proteicas de origem animal em rações pelo mercado internacional e, em menor grau, pelo mercado interno, geraram uma demanda extra do farelo de soja. O grão de soja, por ser um vegetal com elevados teores de proteína e energia, constitui boa alternativa, apresentando cerca de 17% a 18% de óleo e 35% a 37% de proteína bruta de elevado valor biológico, com composição em

aminoácidos essenciais favorável à alimentação de aves e suínos, mas deficiente em metionina e treonina (Mendes et al., 2004).

A função básica das proteínas na dieta é suprir o organismo de quantidades adequadas de aminoácidos. Todavia, a qualidade nutricional de uma proteína depende do conteúdo, da digestão, da absorção e utilização de seus aminoácidos. Essa disponibilidade de aminoácidos varia conforme a fonte proteica, o tratamento térmico e a interação com outros componentes da dieta (Friedman & Brandon, 2001). Embora o percentual de proteínas na soja seja alto, este grão contém componentes considerados antinutricionais, que podem reduzir o seu valor nutricional. Além disso, diferentemente da maioria das proteínas, cujo valor nutricional é determinado por suas composições de aminoácidos, o potencial nutricional máximo da proteína da soja só é obtido após a aplicação de calor.

O leite em pó desnatado, por sua vez, tem sido considerado essencial em dietas para leitões desmamados. Esse alimento fornece proteína de alta qualidade e também é fonte de lactose para o leitão, no entanto, pesquisas recentes têm comprovado que o leite em pó desnatado pode ser substituído por fontes proteicas de menor custo sem diminuir o desempenho dos animais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de ensaio de digestibilidade, o uso de duas sojas integrais desativada, e verificar os efeitos da inclusão das mesmas sobre o desempenho de leitões na fase de creche.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CCA/UEM).

As sojas integrais desativadas foram obtidas na Cooperativa C.Vale (Cooperativa Agroindustrial de Palotina), onde foi realizado o processo de desativação dos fatores antinutricionais presentes no grão.

O processamento consistiu em receber a soja *in natura* em um reator, onde é acionada uma bomba de vácuo, a qual tem por função extrair todo o ar do reator, com objetivo de evitar oxidações e cooxidações das gorduras e outros nutrientes. No reator o produto é submetido ao aquecimento direto e indireto com vapor, agregando ao produto 8% de umidade, para não tostá-lo, durante o processo de cocção, que o torna mais

digestivo. Após atingir a pressão e temperatura desejada, o produto é mantido nestas condições até que haja a desativação dos compostos antinutricionais. Decorrido o tempo necessário para a completa desativação, o produto é novamente exposto a vácuo, retirando assim os 8% de umidade anteriormente agregados ao produto. Em seguida o produto segue por elevador de caneca até o resfriador, sendo direcionado para o silo de expedição de soja desativada com casca.

Para obter a soja sem casca ocorre uma continuação do processamento da soja desativada com casca, o qual passa por um sistema de fricção de rolos, onde ocorre um atrito na parte periférica da soja, desprendendo a casca do grão. Cascas e grãos, parcialmente partidos seguem para as máquinas separadoras.

Para a inclusão das sojas nas rações, as mesmas foram moídas em moinho de faca, com peneira de diâmetro de dois mm e foram classificadas como soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS).

As composições químicas da SC, SS, rações e fezes foram obtidas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-DZO/UEM). As análises de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica e fibra bruta, foram realizadas conforme as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). A atividade ureática e a proteína solúvel em KOH foram realizadas de acordo com a ANFAR (1992). A determinação da granulometria foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Zanotto & Bellaver (1996). Os valores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co. AC720), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os aminoácidos dos alimentos foram mensurados através do aparelho de espectrometria de reflectância no infravermelho proximal (NIRS - Near-infrared spectroscopy), realizados pela empresa Evonik Industries.

Ensaio de digestibilidade total

No ensaio de digestibilidade, realizado no período de três a 18 de outubro de 2007, foram utilizados 15 suínos (Landrace X Large White X Pietran), machos, castrados, com $7,36 \pm 1,71$ kg de peso vivo médio inicial, desmamados aos 21 dias de idade.

Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em sala com ambiente parcialmente controlado e distribuídos em um

delineamento experimental inteiramente casualizado, totalizando três tratamentos e cinco repetições, sendo a unidade experimental constituída por um leitão.

O período experimental teve a duração de onze dias de adaptação às rações experimentais e às gaiolas, seguido por um período de cinco dias de coletas de fezes e urina. No primeiro dia de adaptação os leitões receberam ração da fase Pré-I; no segundo dia foi oferecido 70% da ração Pré-I e 30% da ração referência ou testes; no terceiro dia, 30% da ração Pré-I e 70% da ração referência ou testes; e, no quarto dia, as rações experimentais foram oferecidas na sua totalidade.

As temperaturas mínimas e máximas médias, registradas no período experimental, foram de $24,05 \pm 1,03^{\circ}\text{C}$ e $25,42 \pm 0,77^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Os alimentos avaliados foram duas sojas integrais desativadas, que substituíram, com base na matéria seca, 25% da ração referência (RR), resultando em duas rações testes (RT), uma com a inclusão de soja com casca (SC) e outra com soja sem casca (SS).

A ração referência (Tabela 1), à base de milho e farelo de soja, foi formulada de acordo com a composição química e os valores energéticos dos ingredientes indicados por Rostagno et al. (2005).

Os leitões receberam quatro refeições diárias, fornecidas às 7h30, 10h00, 13h30 e 16h30, nas proporções de 38; 19; 19 e 24% da quantidade total, respectivamente, de acordo com Moreira et al. (2001). A quantidade total diária foi estabelecida de acordo com o consumo na fase de adaptação, baseado no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Para evitar o desperdício e facilitar o manejo, as rações foram umedecidas com 15% de água, e após cada refeição foi fornecida água no comedouro, na proporção de 3,5 mL/g de ração, calculada para cada unidade experimental, para evitar o excesso de consumo de água.

Foram utilizados os métodos de coleta total de fezes e o do indicador (0,5% de óxido crômico – Cr_2O_3), com a adição de 2% de óxido férrico (Fe_2O_3) às rações como marcador do início e fim da coleta de fezes.

As fezes totais produzidas foram coletadas uma vez ao dia em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -18°C . Posteriormente, foram homogeneizadas e uma amostra de 20% foi retirada, seca em estufa de ventilação forçada (55°C) e moída para análises posteriores.

Tabela 1 - Composição centesimal, química e energética das rações experimentais para leitões na fase de creche utilizando dois tipos de sojas integrais desativadas

Ingredientes	RR	SC	SS
Milho	47,25	35,38	35,38
Farelo de soja	27,50	20,62	20,62
Suplemento ¹	25,00	18,75	18,75
Soja com casca	--	25,00	--
Soja sem casca	--	--	25,00
Óxido crômico (Cr ₂ O ₃)	0,250	0,250	0,250
Total	100,00	100,00	100,00
Composição analisada ²			
Matéria seca, %	91,95	92,36	91,88
Proteína bruta, %	19,96	24,52	24,74
Extrato etéreo, %	4,12	8,22	8,46
Fibra bruta, %	2,59	3,24	2,83
Energia bruta, kcal/kg	3.698	3.905	3.997
Cálcio, (%)	0,75	0,60	0,59
Fósforo total, (%)	0,58	0,51	0,52

¹ Concentrado com vitaminas, minerais, aminoácidos, aditivos e produtos lácteos para a alimentação de leitões na fase de creche, composição por kg do produto: Vit A, 50.000 UI; Vit D3, 10.000 UI; Vit E, 160mg; Vit K3, 12mg; Vit B1, 12mg; Vit B2, 20mg; Vit B6, 12mg; Vit B12, 100mcg; Ac. Fólico, 2,4mg; Ac. Nicotínico, 140mg; Ac. Pantotênico, 88mg; Biotina, 0,4mg; Colina, 1,248g; Ferro, 800mg; Cobre, 800mg; Cobalto, 3,2mg; Manganês, 220mg; Zinco, 11.150mg; Selênio, 1,2mg; Iodo, 7,2mg; ² Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá – UEM; Valores com base na matéria natural.

A urina foi coletada diariamente em baldes plásticos contendo 20 mL de HCl 1:1. Uma alíquota de 20% foi acumulada diariamente e congelada a -18°C, posteriormente, foram homogeneizadas e retiradas amostras para determinação de energia bruta.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da matéria orgânica (CDMO), da energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos foram calculados considerando o método de coleta total de fezes e urina e o do indicador de óxido crômico conforme Moreira et al. (1994).

Os teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), extrato etéreo digestível (EED), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) dos alimentos foram calculados utilizando a fórmula de Matterson et al. (1965).

Para avaliar diferenças entre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da SC e SS, os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) – (UFV, 1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \text{ em que:}$$

Y_{ij} = coeficientes de digestibilidade do tratamento i , da repetição j ;

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = efeito do tipo do alimento i , sendo $i = 1$ e 2 ($1 = \text{SC}$ e $2 = \text{SS}$);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Obtida a composição química e os valores energéticos da SC e SS, estes foram utilizados nas formulações das rações do experimento de desempenho para leitões na fase de creche (6 – 15 kg de PV).

Experimento de desempenho

O experimento de desempenho foi realizado no período de maio a agosto de 2008. Foram utilizados 56 suínos mestiços (Landrace, Large-White e Pietran), sendo metade machos castrados e metade fêmeas, com peso vivo médio inicial de $6,19 \pm 0,67$ kg e final de $15,68 \pm 3,02$ kg. As temperaturas máximas e mínimas médias foram de $27,4 \pm 3,08^\circ\text{C}$ e $17,9 \pm 3,26^\circ\text{C}$, respectivamente.

Os animais foram alojados em creche de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento, dispostas em quatro salas, cada uma possuindo dez baias, divididas por um corredor central. As baias, de $1,32 \text{ m}^2$, do tipo suspensas com piso de plástico, cada uma equipada com comedouro de cinco bocas, localizado na parte frontal e um bebedouro tipo chupeta na parte posterior. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Os animais foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizado em esquema fatorial 2×3 , sendo dois tipos de soja integral desativada (SC e SS) e três níveis de inclusão das sojas (4,5; 9,0 e 13,5%), com quatro repetições e dois leitões por unidade experimental.

Os tratamentos experimentais (tabela 2) consistiram de uma ração controle (RC) à base de milho e farelo de soja, e outras seis rações contendo os níveis de inclusão de cada uma das duas sojas integrais desativadas, totalizando sete tratamentos. Os nutrientes foram ajustados pelo valor energético das rações e atenderam os requisitos mínimos de exigência nutricional propostas por Rostagno et al. (2005), para leitões em fase de creche. As rações foram isoenergéticas, isofosfóricas, isocálcicas e

isoaminoacídicas para lisina e metionina + cistina. O valor de EM foi fixado em 3.450 kcal/kg para os sete tratamentos.

Tabela 2 - Composição centesimal, química, energética e custo da ração controle (RC) e das rações contendo diferentes níveis de soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS), para leitões na fase de creche (6 a 15 kg)

Ingredientes	Níveis de Inclusão, %						
	RC	SC			SS		
		0	4,5	9,0	13,5	4,5	9,0
Milho	41,91	45,53	43,16	43,78	42,97	44,03	45,09
Farelo soja, 45%	25,30	25,91	26,53	27,14	25,87	26,43	27,00
Soja com casca	-	4,50	9,00	13,50	-	-	-
Soja sem casca	-	-	-	-	4,50	9,00	13,50
Leite desnatado em pó	18,00	12,00	6,00	-	12,00	6,00	-
Soro de leite em pó	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Açúcar	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de Soja	4,29	4,26	4,22	4,19	3,87	3,46	3,05
Fosfato Bicálcico	1,60	1,69	1,78	1,87	1,69	1,78	1,87
Calcário	0,48	0,54	0,61	0,67	0,55	0,61	0,67
Supl. vit. + min. ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal Comum	0,30	0,36	0,43	0,49	0,36	0,43	0,49
L-Lisina HCL	0,29	0,34	0,39	0,45	0,34	0,39	0,44
DL-Metionina	0,16	0,18	0,19	0,21	0,17	0,19	0,20
L-Treonina	0,14	0,16	0,17	0,19	0,16	0,17	0,18
B H T	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Promotor ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados ³ ou analisados ⁴							
EM, Mcal/kg	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
EE ⁴ , %	6,45	7,48	8,41	9,16	7,18	7,52	8,26
FB ⁴ , %	1,85	2,09	2,70	2,87	2,38	2,38	2,78
PB ⁴ , %	22,92	22,78	22,95	22,38	23,48	22,37	23,88
Lis dig. ³ , %	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
M+C dig. ³ , %	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Treo dig. ³ , %	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Ca ³ , %	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
P disponível ³ , %	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
P total ⁴ , %	0,62	0,63	0,56	0,59	0,62	0,59	0,62
Custo, R\$/kg	2,63	2,08	1,54	0,99	2,07	1,52	0,96

1- Suplemento vitamínico-mineral e aminoácido para leitões na fase de creche, composição por kg do produto: Vit A, 1.800.000 UI; Vit D3, 360.000 UI; Vit E, 4.000 UI; Vit K3, 600mg; Vit B1, 280mg; Vit B2, 800mg; Vit B6, 300mg; Vit B12, 3.600mcg; Niacina, 6.000mg; Ac. Pantotênico, 3.200mg; Biotina, 20mg; Ac. Fólico, 80mg; Colina, 31g; Ferro, 20.000mg; Cobre, 50.000mg; Cobalto, 120mg; Manganês, 11.000mg; Zinco, 18.000mg; Selênio, 60mg; Iodo, 200mg; Lisina, 140g; Antioxidante, 20g; veículo q.s.p., 1.000 g.;² Promotor de crescimento (Leucomag -*Leucomicina*, 30%);³ Valor estimado a partir dos dados de Rostagno et al. (2005),⁴ Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá - UEM.

Para os cálculos das rações, foi utilizada a composição química e energética dos alimentos avaliados, obtidos no experimento de digestibilidade (Tabela 3). Para os demais ingredientes, como milho, farelo de soja, leite em pó desnatado e soro de leite foram determinados os valores de proteína bruta, cálcio e fósforo.

Os animais foram pesados no início (6 kg), no meio (10 kg) e no final (15 kg) do experimento, em que de 6 a 10 kg correspondeu a Fase I e de 6 a 15 kg a Fase Total. Foi calculado o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) de cada unidade experimental.

No início (baseline) e no final do período experimental, foram colhidas amostras de sangue, em tubos com heparina (Cai et al., 1994), via veia cava cranial, para análise do nitrogênio da ureia plasmática (NUP). Após as coletas, as amostras foram centrifugadas (3.000 rpm por 15 minutos) para obtenção do plasma. Em seguida, 3mL de plasma (em duplicata) foram transferidos para tubos tipo eppendorf[®] que foram devidamente identificados e armazenados em freezer (-18°C), para posteriores análises. Os valores de NUP foram determinados pelo método de Marsh et al. (1965). Os resultados de baseline obtidos no início do experimento foram utilizados como covariável para análise do NUP final.

Para avaliar a viabilidade econômica da inclusão das sojas integrais desativadas nas rações, foi determinado, inicialmente, o custo de ração por quilograma de peso vivo ganho, segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i \text{ (R\$/kg)} = Q_i \times P_i / G_i,$$

Em que: Y_i = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento;

P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento;

G_i = ganho de peso do i -enésimo tratamento.

Foi calculado também o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Gomes et al. (1991):

$$\text{IEE (\%)} = \text{MCE} / \text{CTE}_i \times 100$$

$$\text{IC (\%)} = \text{CTE}_i / \text{MCE} \times 100$$

Em que: MCE = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos;

CTE_{*i*} = custo do tratamento i considerado.

Foram utilizados os preços dos insumos da região de Maringá/PR para calcular os custos das rações experimentais, onde o milho (grão) custou R\$ 0,40/kg; farelo de soja R\$ 0,69/kg; óleo de soja R\$ 2,85/kg; soja integral desativada com casca R\$ 0,77/kg; soja integral desativada sem casca R\$ 0,81/kg; leite desnatado em pó R\$ 10,00/kg; soro de leite R\$ 4,00/kg, fosfato bicálcico; R\$ 2,76/kg; calcário, R\$ 0,18/kg; açúcar; R\$ 0,80/kg; sal comum, R\$ 0,34/kg; leucomag, 166,00/kg; premix mineral e vitamínico inicial R\$ 8,10/kg; L-Lisina, R\$ 7,08/kg; DL-Metionina, R\$ 26,90/kg; L- Treonina, R\$ 9,30/kg; BHT, R\$ 10,40/kg.

As variáveis de desempenho e econômicas foram submetidas a uma análise de regressão, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) – (UFV, 1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + N_j + (SN)_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j , recebendo soja integral desativada com ou sem casca i ;

μ = constante geral;

S_i = efeito do tipo de soja $i = 1$ e 2 ($1 =$ soja integral desativada com casca e $2 =$ soja integral desativada sem casca);

N_j = nível de inclusão j , sendo $j = 1, 2$ e 3 ($1 = 4,5\%$ de inclusão, $2 = 9,0\%$ de inclusão e $3 = 13,5\%$ de inclusão);

$(NS)_{ij}$ = efeito da interação da soja i e o nível j ;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão das sojas SC e SS foram desdobrados em polinômios ortogonais.

Foi utilizado o teste de Dunnett ($P < 0,05$) para a comparação da ração controle com cada um dos níveis de inclusão das sojas.

Resultados e Discussão

Composição química, energética, diâmetro geométrico médio e índices de controle de qualidade

A composição química das sojas avaliadas (Tabela 3) foi similar à proposta por Rostagno et al. (2005), onde apresenta valores de 37% de PB; 17,86% de EE; 6,2% de FB; 0,23% de Ca e 0,52% de P para a soja integral tostada. Verifica-se, portanto, que os teores de EE para os dois tipos de soja foram superiores, fato que pode ser atribuído, principalmente às diferenças nas variedades de soja.

Tabela 3- Composição química, energética, física e índices de controle de qualidade da soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS) com base matéria natural

Nutriente	Soja com Casca	Soja sem Casca
Matéria seca ¹ , %	93,26	93,71
Proteína bruta ¹ , %	37,94	39,28
Extrato etéreo ¹ , %	21,57	22,56
Matéria orgânica ¹ , %	88,80	88,93
Matéria mineral ¹ , %	4,46	4,78
Fibra bruta ¹ , %	5,87	5,30
Energia bruta ¹ , kcal/kg	5.294	5.430
Cálcio ¹ , %	0,23	0,24
Fósforo total ¹ , %	0,56	0,58
Lisina ² , %	2,20	2,25
Metionina ² , %	0,48	0,49
Metionina + Cistina ² , %	1,01	1,05
Treonina ² , %	1,42	1,46
Triptofano ² , %	0,49	0,50
Isoleucina ² , %	1,64	1,69
Leucina ² , %	2,78	2,85
Valina ² , %	1,73	1,77
Diâmetro geométrico médio ¹ , µm	802	750
Solubilidade em KOH ¹ , %	78,96	78,85
Atividade Ureática ¹ , pH	0,01	0,02

¹-Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá – UEM;

²- Análises realizadas na Evonik Industries.

O processamento da soja integral tem como objetivo melhorar a digestibilidade de seus nutrientes por meio da inativação de fatores antinutricionais e da disponibilização de alguns nutrientes, especialmente aminoácidos e lipídeos (Moreira, 1994). Os elevados teores de EB nas sojas integrais desativadas ocorre devido ao alto teor de

extrato etéreo, sendo superior à citada por Rostagno et al. (2005) para a soja tostada (4.938 kcal/kg).

Ao avaliarem uma soja integral desativada para aves, Freitas et al. (2005), encontraram valores de composição química e controle de qualidade, próximos ao deste experimento, exceto para o valor de EB (5.721 kcal/kg), superior a SC e SS em 8,1% e 5,4 %, respectivamente. Essas variações podem ser atribuídas ao fato de que a composição dos alimentos de origem vegetal, pode ser influenciada por fatores como solo, clima e variedade genética.

Os teores de nutrientes da SS foram superiores a com maior teor de casca, exceto para FB, onde a SC, como já era esperado, apresentou valor superior.

Os valores de composição química das sojas integrais desativadas podem ser considerados satisfatórios por estarem próximos aos apresentados no NRC suínos (1998).

O diâmetro geométrico médio das partículas da SC foi maior em relação a SS. Segundo Zanotto et al. (1995), a digestibilidade e o desempenho dos suínos melhoram com a diminuição do DGM das partículas.

Os valores de solubilidade em KOH de 78,96 e 78,85% obtidos, respectivamente, para SC e SS podem ser considerados dentro da faixa de processamento considerado adequado. De acordo com Butolo (2002) a solubilidade da proteína em KOH para a soja deve se situar entre 75% e 80%. Este teste avalia o nível de desnaturação da proteína e, portanto, a biodisponibilidade de aminoácidos (Carvalho et al., 2007).

Os valores observados para a análise de atividade ureática para SC e SS encontram-se abaixo das faixas de normalidade estabelecida pelo Sindirações (2005), o qual indica valores normais entre 0,05 a 0,30 unidades de pH. Segundo Sakomura (1996), sojas com nível zero de atividade ureática podem apresentar ótima qualidade, pois a sensibilidade desse teste restringe-se apenas em apontar a presença de urease.

Para o teste de atividade ureática, Moreira et al. (1994) obtiveram valores de 0,85 e 0,47 unidades de pH para a soja integral extrusada e 0,03 para a soja micronizada. Esses resultados mostram que o processamento para a soja integral extrusada, nas condições adotadas, foi ineficiente para desativar a urease, no entanto, segundo os autores não prejudicou a digestibilidade.

Bertol et al. (2001), trabalhando com farelo de soja, soja integral extrusada, proteína texturizada de soja e proteína concentrada de soja para leitões desmamados aos 14 dias, obtiveram valores de índice de atividade ureática e solubilidade proteica em KOH de 0,16 e 64,04%; 0,02 e 81,61%; 0,05 e 82,94%; 0,03 e 46,06%, respectivamente. Exceto o farelo de soja, os outros produtos não apresentaram diferenças entre si no desempenho dos animais. Ao comparar esses valores com os do presente trabalho, pode-se verificar que o processamento foi eficiente para desativação dos inibidores da tripsina.

Ensaio de digestibilidade total

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade da MS, da PB, do EE, da MO e no coeficiente de metabolização da EB entre as duas sojas avaliadas pelo método de coleta total. Entretanto, observou-se diferença ($P<0,05$) no coeficiente de digestibilidade da EB pelo método do indicador de óxido crômico, onde a SS mostrou-se superior a SC (Tabela 4).

De um modo geral todos os CD determinados pelo método do indicador foram inferiores ao de coleta total.

Moreira et al. (1994) utilizando duas partidas diferentes de soja integral extrusada para leitões desmamados aos 21 dias de idade, determinaram CDPB (87,20; 94,48) e valores de ED semelhantes.

Os CDEE pelo método de coleta total e pelo método do indicador de óxido crômico, respectivamente, determinados por Moreira et al. (1994), para a soja integral micronizada (95,17; 93,48) e para a soja integral extrusada (86,77; 84,24) foram superiores ao determinado neste trabalho, fato este que poderia ser explicado pelo tipo de processamento, onde a extrusão pode ter sido mais eficiente que o processamento aqui realizado.

Mendes et al. (2004) trabalhando com suínos em crescimento, determinaram o CDPB pelo método de coleta total para soja semi-integral extrusada, soja integral expandida e soja integral micronizada, respectivamente, de 86,12, 73,87 e 95,17%, semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CD), coeficiente de metabolização (CM) e valores de nutrientes digestíveis da soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS) utilizadas para leitões na fase de creche, determinados pelo método de coleta total de fezes e pelo método com o uso do indicador de óxido crômico (Cr₂O₃)

Coeficientes de digestibilidade, %	Método							
	Coleta Total			Indicador				
	SC	SS	CV	SC	SS	CV		
CDMS	93,57	94,20	6,43	84,99	88,99	3,66		
CDPB	91,75	92,18	6,57	83,57	88,84	6,83		
CDEE	67,27	68,33	6,44	59,15	62,64	9,15		
CDMO	83,71	82,38	6,44	75,42	81,16	6,49		
CDEB	75,17	79,19	6,81	62,22 ^a	75,31 ^b	7,08		
CMEB	71,17	75,71	5,71	-	-	-		
Nutrientes digestíveis	SC		SS		SC		SS	
	MN ¹	MS ²	MN ¹	MS ²	MN ¹	MS ²	MN ¹	MS ²
MSD, %	81,39	-	82,72	-	73,93	-	78,14	-
PD, %	34,81	37,32	36,21	38,64	31,26	34,00	34,24	37,24
EED, %	14,51	15,56	15,41	16,45	12,58	13,68	13,87	15,08
MOD, %	79,71	74,34	78,18	73,26	71,27	77,51	77,98	84,81
ED, kcal/kg	3.979	4.266	4.300	4.589	3.294	3.532	4.089	4.364
EM, kcal/kg	3.768	4.040	4.111	4.387	-	-	-	-

Médias seguidas de letra diferentes, na mesma linha, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Newman Keuls. ¹ Matéria natural; ² Matéria seca.

Pode-se verificar que a soja integral desativada sem casca apresentou CD numericamente superior para todos os nutrientes estudados.

Comparando os valores de EM dos alimentos avaliados com a soja integral tostada apresentado pela EMBRAPA (1991) e Rostagno et al. (2005), observou-se que os valores são superiores para SC e SS em 2% e 11% respectivamente.

Valor semelhante de EM foi observado para a SC ao comparar com os valores publicados pela EMBRAPA (1991) para a soja cozida, de 3.745 kcal/kg. Para a SS os valores foram superiores em cerca de 10%.

Os valores de EM das sojas testadas apresentaram-se inferiores aos encontrados por Rostagno et al. (2005), de 4.330 kcal/kg, para a soja micronizada. Ao comparar os valores com a soja extrusada (4.000 kcal/kg), a SC foi cerca de 6% menor e a SS 3% maior que os valores reportados por Rostagno et al (2005).

Considerando o método de coleta total, os teores de ED e EM da SS foram cerca de 300 kcal/kg superiores em comparação a SC. Este fato pode ser explicado pelos

maiores teores de EE e PB apresentado pela SS. A vantagem calórica da SS em relação a SC para ED está em torno de 8% e para a EM em 9%.

A relação EM:ED média para os dois tipos de sojas foi de 0,96, similar ao valor mostrado por Rostagno et al. (2005), de 0,97.

Trabalhando com suínos em crescimento, pelo método de coleta total, Carvalho et al. (2007) obtiveram, respectivamente, para a soja integral processada à vácuo ou à vapor teores de MSD e PD semelhantes (81,5; 79,50 e 34,54; 31,30% respectivamente), e superiores para EED (18 e 17,30%) e ED (5,46 e 4,98 Mcal/kg). Os autores concluíram que o processamento à vácuo melhora os teores digestíveis de proteína e energia da soja integral. Considerando que os valores de PD são semelhantes ao encontrado por Carvalho et al. (2007), pode-se afirmar que o processo de desativação aqui realizado, foi satisfatório.

Experimento de desempenho

Não houve interação ($P>0,05$) entre o tipo de soja e o nível de inclusão para as variáveis de CDR, GDP e CA (Tabela 5) de leitões nas fases I (6 a 10 kg) e Fase total (6 a 15 kg).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho com a inclusão de níveis crescentes das sojas desativadas SC e SS nas rações.

Embora os resultados não tenham alcançado significância ($P>0,05$), observou-se que os leitões alimentados com a ração controle apresentaram 18% de melhora no GDP em relação aos leitões que receberam rações contendo SC ou SS.

A falta de diferença estatística nos resultados deve-se, provavelmente, ao alto coeficiente de variação observado para o GDP na fase I (6 a 10 kg). Para a fase Total (6 a 15 kg), resultados semelhantes foram observados, contudo, com menores diferenças. Comportamento semelhante pode ser verificado para a CA nas duas fases de criação.

Considerando as variáveis de desempenho, foi observada diferença ($P<0,05$) apenas para a CA na Fase I entre a ração controle e a SC no nível de 4,5% de inclusão, fato este que pode ser atribuído ao maior CDR neste tratamento.

Tabela 5 – Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da ureia plasmática (NUP) de leitões na fase I (6 a 10 kg) e fase Total (6 a 15 kg) alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS)

Variáveis	Níveis de Inclusão, %									
	0	SC			Média ¹	SS			Média ¹	CV ²
		4,5	9,0	13,5		4,5	9,0	13,5		
Fase I (6 a 10 kg)										
CDR, kg	0,382	0,424	0,356	0,386	0,388±0,026	0,423	0,334	0,334	0,364±0,027	14,60
GDP, kg	0,246	0,203	0,192	0,208	0,201±0,015	0,254	0,183	0,180	0,206±0,019	21,98
CA	1,55	2,15*	1,86	1,89	1,97±0,128	1,74	1,82	1,86	1,81±0,095	15,36
Fase Total (6 a 15 kg)										
CDR, kg	0,547	0,549	0,500	0,546	0,532±0,025	0,554	0,465	0,491	0,503±0,026	14,56
GDP, kg	0,365	0,307	0,301	0,330	0,313±0,018	0,342	0,276	0,323	0,314±0,019	17,65
CA	1,50	1,79	1,67	1,67	1,71±0,043	1,68	1,67	1,52	1,62±0,083	12,30
NUP, mg/dL	9,86	12,45	10,57	12,04	11,69±0,792	11,30	10,67	10,97	10,98±0,643	23,19

¹- Média ± Erro padrão; ²- Coeficiente de Variação; * Teste de Dunnett (P<0,05)

Soares et al. (2000) avaliaram a substituição do leite em pó por soja integral fermentada e farelo de soja, em rações contendo soro de leite, para leitões desmamados aos 14 dias de idade e constataram melhoria na CA dos leitões que receberam a dieta contendo leite em pó, o mesmo ocorreu no presente trabalho. Contudo, a variação da CA não foi significativa entre os tratamentos. Este fato pode ser atribuído a maior digestibilidade e melhor palatabilidade da dieta com leite em pó.

De acordo com Makkink et al. (1994), leitões desmamados precocemente apresentam redução no consumo e piora no desempenho, quando alimentados com proteínas vegetais, em comparação com proteínas de origem animal, sendo o leite em pó alimento altamente digestível após a desmama. Contudo, os autores mostram que embora os leitões desmamados precocemente tenham habilidade em utilizar os carboidratos e proteínas do leite de forma mais eficiente do que os nutrientes vegetais, a soja integral, desde que adequadamente processada, pode ser utilizada como uma alternativa de substituição aos produtos lácteos.

O leitão neonato apresenta seus sistemas termorregulador, imunológico e digestivo (pH gástrico e enzimas pancreáticas e intestinais) imaturos. O sucesso de dietas pré-iniciais está condicionado à adequação de ingredientes as enzimas específicas (Lovatto, 1996). Considerando o desenvolvimento fisiológico dos animais, a atividade da amilase no intestino delgado aumenta durante os 10 primeiros dias de idade. A maltase, sacarase e protease são inicialmente pouco ativas, enquanto a lactase apresenta grande atividade nos leitões recém-nascidos, decrescendo com a idade. A produção de proteases pancreáticas depende da fonte proteica e da quantidade de alimento ingerido (Makkink et al., 1994).

Segundo Lopes et al. (1986), citado por Teixeira et al. (2003), o pH estomacal diminui com a idade e a hidrólise de proteína da soja começa a aumentar gradativamente, a partir dos 28 dias de idade; logo, pode-se deduzir que o aproveitamento de alimentos sólidos pelos leitões antes de 21 dias é reduzido em razão do baixo consumo e da pequena capacidade de hidrólise dos alimentos sólidos por estes animais.

As proteínas da soja comparada ao leite da porca têm maior ação tamponante no estômago do leitão e o aumento do pH reduz a atividade da pepsina, transferindo para o intestino delgado maior quantidade de proteínas intactas (Teixeira et al., 2003).

Trindade Neto et al. (2003), trabalhando com soja integral macerada para leitões dos 20 aos 41 dias de idade (Fase I) e dos 20 aos 55 dias de idade (Fase Total),

utilizando ou não produtos lácteos, obtiveram valores de CDR, quando se utilizou os produtos lácteos, semelhantes ao deste experimento. O valor encontrado pelos autores para a Fase I (0,303 kg/dia) e para a Fase Total (0,464 kg/dia) sem a inclusão de produtos lácteos foi inferior aos obtidos no presente trabalho.

Ao utilizar o leite em pó desnatado (8,8 e 12%) e isolado proteico de soja (3,20 e 4,50%) como fonte proteica para leitões dos 36 aos 70 dias de idade, Junqueira et al. (2008), verificaram que o aumento de 8,80% para 12,00% de leite em pó desnatado não melhorou o ganho de peso e CA dos leitões.

Junqueira et al. (2004), verificaram que a substituição de até 51% da proteína láctea por proteína de soja não trouxe prejuízo a CA de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

Turlington et al. (1990), avaliando o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade e alimentados com ração contendo soja micronizada ou soja integral tostada, por um período de 33 dias, obtiveram ganhos de peso médios de 400 g e 330 g e conversões de 1,45 e 1,53, respectivamente, com a soja micronizada mostrando-se superior a soja tostada. Contudo, os ganhos para a soja integral tostada se assemelham com os valores obtidos nesse experimento para o nível de 13,5% de inclusão de SS na Fase Total.

Bertol et al. (2001), avaliando a substituição parcial (50%) do farelo de soja por soja integral extrusada, proteína texturizada de soja e proteína concentrada de soja, como fonte proteica na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade, verificaram que a substituição parcial do FS por qualquer um dos subprodutos avaliados melhorou o GDP, o CDR e a CA no período de fornecimento das dietas. A CA para o farelo de soja + soja integral extrusada, no período de 0-14 dias após o desmame, foi de 1,63, valor que está muito próximo ao encontrado neste trabalho para a média da SS na fase Total.

O teor de nitrogênio da ureia plasmática não sofreu alteração ($P > 0,05$) com os níveis de inclusão de qualquer um dos tipos de soja, indicando que a proteína dos dois tipos de sojas testadas pode ser considerada de boa qualidade. O aumento desta variável nos níveis de inclusão foi o mesmo para SC e SS.

O resultado da análise econômica encontra-se na Tabela 6. O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho reduziu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento da inclusão da soja integral desativada com casca e da soja integral desativada sem casca para a Fase Total.

Tabela 6 – Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho dos leitões (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de rações contendo diferentes níveis de inclusão de soja integral desativada com casca (SC) e soja integral desativada sem casca (SS) para leitões na fase I (6 a 10 kg) e fase Total (6 a 15 kg)

Variáveis	Níveis de Inclusão, %							CV ¹	Dun ²	Reg ³
	0	SC			SS					
		4,5	9,0	13,5	4,5	9,0	13,5			
Fase I (6 a 10 kg)										
Peso médio inicial, kg	6,12	5,99	6,15	6,08	6,17	6,05	6,04	-	-	-
Peso médio final, kg	10,65	9,76	9,69	9,90	10,85	9,40	9,35	-	-	-
CR, R\$/kg PV ganho	5,99	5,20	4,07	2,59*	4,38	3,71*	2,65*	33,4	2,156	-
IEE	226,17	196,45	153,65	97,8	165,61	140,00	100,00	-	-	-
IC	44,22	50,90	65,08	102,20	60,38	71,43	100,00	-	-	-
Fase Total (6 a 15 kg)										
Peso médio final, kg	17,30	15,35	15,35	16,20	16,69	14,50	15,95	-	-	-
Custo da ração	2,63	2,08	1,54	0,99	2,07	1,52	0,96	-	-	-
CR, R\$/kg PV ganho	3,94	3,72	2,57*	1,65*	3,48	2,54*	1,46*	14,4	0,628	L=0,05
IEE	270,11	255,17	176,49	113,10	238,89	174,22	100,00	-	-	-
IC	37,02	39,19	56,66	88,40	41,86	57,40	100,00	-	-	-

¹- Coeficiente de variação; ²- Teste de Dunnett, * - Valor diferente (P<0,05) em relação ao nível 0% de inclusão; ³- Análise de regressão: L= Efeito linear (P<0,05) (Y= 4,58733 - 0,224935 X)

Citação Bibliográfica

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR. **Métodos analíticos de controle de alimentos para o uso animal**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992.
- BELLAVER, C.; FIALHO, ET.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V. et al. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.916-929, 2001.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. **Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.**
- CAI, Y.; ZIMMERMAN, D.R.; EWAN, R.C. Diurnal variation in concentrations of plasma urea nitrogen and amino acids in pigs given free access to feed or fed twice daily. **Journal Nutrition**, v.124, p.1088-1093, 1994.
- CARVALHO, A. Á.; LOVATTO, P. A.; HAUSCHILD, L.; et al. Processamento da soja integral e uso em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2023-2028, 2007 (supl.).
- COSTA, J.A.; MANICA, I., **Cultura da Soja**. Porto Alegre: I. Manica; J. A. Costa, 1996. 233p.
- EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SUÍNOS E AVES . CNPSA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: EMBRAPA, 1991. 97p.
- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. et al. Efeito do Processamento da Soja Integral sobre a Energia Metabolizável e a Digestibilidade dos Aminoácidos para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1938-1949, 2005.
- FRIEDMAN, M.; BRANDON, D. L. Nutritional and health benefits of soy proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.49, n.3, p.1069-1086, Mar. 2001.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigoilho para suínos**. (S.I): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- JUNQUEIRA, O.M.; SILZ, L.Z.T.; ARAÚJO, L.F. et al. Níveis de Substituição do Leite em Pó Desnatado pelo Isolado Proteico de Soja na Dieta de Leitões Desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2283-2291, 2004 (Supl. 3).
- JUNQUEIRA, O.M.; SILZ, L.Z.T.; ARAÚJO, L.F. et al. Avaliação de níveis e fontes de proteína na alimentação de leitões na fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1622-1627, 2008.
- LOVATTO, P.A.; OLIVEIRA, V.; EBERT, A. R. **Suinocultura Geral**. 1. ed. Santa Maria: CCR, 1996. 165 p.
- MAKKINK, C.A., BERNTSEN, P.J.M., OP DEN KAMP B.M.L. et al. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein source in newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2843-2850, 1994.

- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of blood urea. **Clinical Chemistry**. V.11, n. 578, 1965.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- 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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**., v.56, n.2, p.207-213, 2004.
- MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G.C.; FURLAN, A.C. et al. Utilização da farinha pré-gelatinizada na alimentação de leitões na fase de creche. Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.440-448, 2001.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURY, M.L. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 3.ed. Washington, D.C: National Academy of Sciences, 1998. 189p.
- NITSAN, Z.; DVORIN, A.; ZOREF, Z. et al. Effect of added soybean oil and dietary energy on metabolisable and net energy of broiler diets. **British Poultry Science**, v.38, p.101-106, 1997.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 5, p.1303-1309, 1968.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL - SEAB. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2007/08. Soja**. Disponível em: < www.seab.pr.gov.br> Acesso: 12/11/2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.26-59.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de Alimentos** (Métodos Químicos e Biológicos). 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL – SINDIRAÇÕES. **Guia de métodos analíticos**. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2005.
- SOARES, J.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Soja Integral Processada (Fermentada e Extrusada) e Farelo de Soja em Substituição ao Leite em Pó em Dieta de Leitões Desmamados aos 14 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1153-1161, 2000.
- TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. et al. Efeito de Dietas Simples e Complexas sobre a Morfo-fisiologia Gastrintestinal de Leitões até 35 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.926-934, 2003.
- TRINDADE NETO, M.A.; BARBOSA, H.P.; PETELINCAR. I.M. et al. Efeito do processamento e nível de proteína em dietas com milho e soja no desempenho de leitões desmamados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.3, p.427-435, 2003.

- TURLINGTON, W. H.; POLLMAN, D. S.; COALSON, J. A.; ENDRES, J. G. Nutritive value of soy protein concentrate in starter pigs diets. **Journal of Animal Science Champaign**, v. 68, p. 357, 1990.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 7.1. Viçosa: MG, 1997. 150p.
- ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves**. Comunicado técnico, 215. (S.I): Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - EMBRAPA, 1996. p15.
- ZANOTTO, D.L.; MOTICELLI, C.; MAZZUCO, C. Implicações da granulometria de ingredientes de rações sobre a produção de suínos e aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1995. p.166.