



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**MARIA ELIZA BRUMATTI GALIARDI**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SOJA SEMI INTEGRAL  
EXTRUSADA PARA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL**  
**2017**

MARIA ELIZA BRUMATTI GALIARDI

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SOJA SEMI INTEGRAL  
EXTRUSADA PARA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL  
2017**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Galiardi, Maria Eliza Brumatti

G156a Avaliação nutricional da soja semi integral extrusada para alimentação de leitões / Maria Eliza Brumatti Galiardi. – Bandeirantes, 2017.  
54 f. ilust.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2017.

Banca: Dr. Marcos Augusto Alves da Silva, Dr. Petrônio Pinheiro Porto, Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho.

1. Desempenho. 2. Digestibilidade. 3. Extrusão. 4. Nutrição de suínos. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

CDD – 636.4085

MARIA ELIZA BRUMATTI GALIARDI

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SOJA SEMI INTEGRAL  
EXTRUSADA PARA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado  
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte  
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva

UENP

Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto

UENP

Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho

UNIOESTE

---

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva  
Orientador  
Universidade Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus* Luiz Mengehel

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais...*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por tudo.

Aos meus pais, Valmir e Vania, por todo amor, carinho e apoio. Vocês representam minha maior motivação para enfrentar os desafios e alcançar meus objetivos.

A minha irmã, Ana Emília, que está sempre ao meu lado, me incentivando e aconselhando.

A toda minha família, em especial minha avó que sempre estará viva em meu coração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva, pela acolhida, orientação, paciência, incentivo e confiança depositada em mim.

Ao Prof. Dr. Rogério Barbosa Macedo e a todo o Núcleo de Estudos de Agroecologia e Territórios – NEAT, por toda a amizade e ajuda na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho e a todo o Grupo de Estudos de Suinocultura – GEP'S da UNIOESTE, pela receptividade, auxílio e amizade.

Aos professores Petrônio e Emilia pela ajuda indispensável na condução deste trabalho.

A Universidade Estadual do Norte do Paraná pela oportunidade em realizar este curso.

A todos os professores, colegas de turma e secretárias do Programa de Mestrado em Agronomia da UENP-CLM.

Aos meus amigos que se fazem presentes todos os dias.

A empresa Bindgalvão, pela parceria de trabalho.

e a todos que contribuíram e de alguma forma foram importantes para a condução deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

*Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.”*  
*Martin Luther King*

GALIARDI, M. E. B. **Avaliação Nutricional da Torta de Soja Extrusada para Alimentação de Leitões**: 2017. 54f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2017.

## RESUMO

Foram realizados dois experimentos nas fases Pré I, Pré II e Inicial, com o objetivo de avaliar a digestibilidade, o desempenho, a concentração de ureia plasmática e a viabilidade econômica da utilização das rações que continham Soja Semi Integral Extrusada na alimentação de leitões. No primeiro experimento foi conduzido um ensaio de digestibilidade com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO) e energia bruta (CDEB) da soja semi integral extrusada (SSIE). Foram utilizados 12 suínos híbridos, machos inteiros com peso médio inicial de  $\pm 18,0$  Kg, com seis repetições, sendo a unidade experimental constituída por um suíno. O método utilizado foi o da coleta total de fezes e urina. O alimento teste substituiu em 30% uma ração referência. Os valores de CDMS, CDMO, CDPB, CDEB e CMEB foram, respectivamente de 92,33%, 93,73%, 96,49%, 91,21% e 86,43%. Os teores de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), convertidos para 100% de matéria seca, foram respectivamente de 92,33%, 88,23%, 44,63%,  $4626 \text{ kcal.kg}^{-1}$  e  $4315,23 \text{ kcal.kg}^{-1}$ . No segundo experimento foram utilizados 64 suínos híbridos, machos inteiros, com peso médio inicial de  $7,46 \pm 0,55$  kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições e quatro animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração à base de milho e farelo de soja e outra ração com substituição total do farelo de soja por soja semi integral extrusada. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos no desempenho na fase Pré Inicial I, porém no período total, houve diferença na CA. Pode-se concluir que a substituição de 100% do farelo de soja pela soja semi integral extrusada não alterou o ganho de peso diário e o consumo diário de ração mas piorou a conversão alimentar e os resultados econômicos no período total.

**Palavras-chave:** desempenho, digestibilidade, extrusão, nutrição de suínos.

GALIARDI, M. E. B. **Nutritional Evaluation of the Extruded Soybean Tart for Feeding Piglets**: 2017. 54f. Dissertation for Master's degree in Agronomy - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2017.

## ABSTRACT

Two experiments were realized with the objective to evaluate use of extruded semi-whole soybeans in feeding of piglets. In first experiment, it was conducted a digestibility test with the objective to determinate the coefficient of dry matter digestibility (CDMS), organic matter (CDMO) and gross energy (CDEB) of extruded semi-whole soybeans. 12 mixed race piglets (Landrace X Large-White) castrated males were used with eighteen kilos of initial weight, with six repetitions, the experimental unity was constituted by one piglet. Method used was total collect of urine and feces. Test feed replaced 30% a standard ration. DMDC, OMDC, CPDC, GEDC and GEDM values were, respectively, 92,33%, 93,73%, 96,49%, 91,21% e 86,43%. Digestible dry matter (DDM), digestible organic matter (OMD), digestible protein (DP), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) values, converted to 100% of dry matter, were respectively 92,33%, 88,23%, 44,63%, 4626 kcal.kg<sup>-1</sup> e 4315,23 kcal.kg<sup>-1</sup>. Second experiment was conducted with the objective to evaluate performance, plasmatic urea concentration and economic viability of using feed with total replacement of soybean meal for soybean extruded tart. They were used 64 mixed race swines (Landrace X Large-White), non-castrated males, with initial average weight of 7,46 ± 0,55 kilos, distributed in a complete randomized block design, with eight repetitions and four animals by experimental unity. Treatments consisted of a corn and soybean meal feed and another feed with total replacement of soybean meal for extruded soybean tart. They were not observed differences between treatments in performance of Pre Initial I, but in the total period, there was difference in the AC. It can be concluded that the replacement of 100% of soybean meal with semi-integral extruded soybean did not alter the daily weight gain and the daily feed intake but worsened feed conversion and economic results over the whole period.

**Keywords:** performance, digestibility, extrusion, pigs nutrition.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1	SUINOCULTURA.....	11
2.2	A SOJA .....	12
2.2.1	MÉTODOS DE PROCESSAMENTO DA SOJA.....	14
2.3	SUBPRODUTOS DA SOJA .....	17
2.4	RELAÇÃO ENERGIA/PROTEÍNA .....	20
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>33</b>
3.1	OBJETIVO GERAL .....	33
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
<b>4</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO: AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SOJA SEMI INTEGRAL EXTRUSADA PARA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES.....</b>	<b>34</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	34
4.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	35
4.2.1	EXPERIMENTO I.....	35
4.2.2	EXPERIMENTO II .....	38
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.3.1	EXPERIMENTO I.....	42
4.3.2	EXPERIMENTO II .....	45
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS: .....</b>	<b>51</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Com avanços na produção industrial de aves e suínos nos últimos anos tornou-se necessária a busca de soluções que atendam às exigências nutricionais nas diferentes fases de crescimento dos animais com o objetivo de aumentar a produtividade e evitar desperdícios com rações mais eficientes (ROSTAGNO et al., 2007).

Para obter rações que atinjam as exigências nutricionais, é necessário um conhecimento mais aprofundado sobre a composição química dos ingredientes utilizados, assim como os valores de digestibilidade e disponibilidade de nutrientes. A composição química dos alimentos pode variar muito, devido a fatores como variedade, origem, condições climáticas e ao tipo de solo em que são cultivados, tendo também interferência do tipo de processamento utilizado e condições de armazenamento (SANTOS, 2003).

A nutrição é um fator de grande impacto na suinocultura, e em outros segmentos da produção animal, sendo um dos fatores essenciais de produção e chega a representar 70% dos custos totais desta atividade (SILVEIRA; TALAMINI, 2007).

Os ingredientes que têm maior utilização nas rações de suínos são o farelo de soja e o milho, constituindo cerca de 70 a 80% das rações e são as principais fontes proteicas e energéticas das dietas, respectivamente (MIRANDA, 2009).

O farelo de soja é a principal fonte proteica na formulação das rações para aves e suínos, correspondendo com até 80% de toda proteína presente nestas (BRUMANO; GATTAS, 2004).

A Soja Semi Integral Semi Extrusada, é o resultado do processo da extração parcial do óleo antes de ser extrusado, que é realizado por meio de prensagem, sem utilização de reagentes químicos (OLIVEIRA et al., 2005), sendo um possível alimento alternativo para as rações de suínos.

Devido a maneira que os preços desses ingredientes são influenciados pelas políticas econômicas e cambiais do país, bem como pelos preços internacionais, os custos de alimentação e de produção podem ser influenciados significativamente (MIRANDA, 2009).

A partir disso, se buscam alternativas para aumentar a eficiência das rações bem como diminuir os custos do sistema de produção. Como opção, se mostra interessante a avaliação da soja semi integral extrusada para a substituição do farelo de soja almejando a



redução do consumo e aumento da digestibilidade, melhor ganho de peso e conversão alimentar para os animais.

Os vários ingredientes produzidos no processamento da soja com aplicação em nutrição animal têm sua qualidade medida na indústria pelo índice de atividade ureática e solubilidade da proteína, sendo a soja integral extrusada o ingrediente que apresenta melhores características nutricionais.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar, o valor nutricional por meio de ensaio de digestibilidade e de desempenho, de leitões alimentados com Soja Semi Integral Extrusada.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SUINOCULTURA

A suinocultura é considerada um dos ramos agropecuários mais disseminados e produzidos no mundo, os quais datam criação há mais de 5.000 anos e ainda hoje compõem uma atividade de grande importância (GERVASIO, 2013).

Pesquisas têm salientado que a carne suína é considerada a proteína animal de maior consumo mundial, a qual ocupou a primeira colocação em consumo (42,9%), seguida da carne de frango (34,6%) e da carne bovina (22,5%) (DEPEC, 2017). Valores referentes ao consumo mundial de carne suína abrangem praticamente o dobro do consumo da carne bovina (GERVASIO, 2013; ABCS, 2016; DEPEC, 2017).

Em relação à criação, em 2016 a produção mundial de suínos foi de 111,650 milhões de toneladas (ABCS, 2016), na qual a China liderou o ranking mundial produzindo 48,7% de toda a carne suína do mundo. Em segundo lugar está a União Europeia (21,3%), seguido pelos EUA (10,4%) e posteriormente pelo Brasil (3,3%) que ocupa o quarto lugar em produção (DEPEC, 2017).

Desde então, a cada ano, a suinocultura brasileira ganha mais destaque, tanto no mercado internacional, quanto no agronegócio brasileiro, sendo de extrema importância no cenário econômico do país. O Brasil possui vantagens que tornam a atividade mais competitiva em comparação ao mercado externo devido a disponibilidade de insumos como o farelo de soja e o milho (GONÇALVES; PALMEIRA, 2006).

O consumo de carne suína aumentou cerca 113% do ano de 1995 até 2015, devido a fatores como o crescimento populacional e a urbanização (ABCS, 2016), aliados a avanços na sanidade, nutrição, manejo das granjas, produção integrada e, sobretudo, aperfeiçoamento gerencial dos produtores (MAPA, 2012), sendo que o Brasil ocupa a quinta colocação (2,7%), ficando atrás da China (50,1%), União Europeia (19%), EUA (8,7%) e Rússia (2,8%) (DE ZEN et al., 2015; DEPEC, 2017). Mesmo com o aumento das exportações, ainda é o mercado doméstico que absorve mais de 80% da produção brasileira. Ainda, observa-se a crescente quantidade de carne suína consumida no país (DE ZEN et al., 2015).



A suinocultura é uma atividade que está presente em todas as regiões do Brasil, porém está predominantemente concentrada na região Sul (DE ZEN et al., 2015; ABCS, 2016), a qual representa metade da produção de suínos (49,3%), seguida pela região Sudeste (17,2%), Centro-Oeste (15,7%), Nordeste (14,4%) e Norte (3,4%) (IBGE, 2015).

Devido a intenso investimento brasileiro em pesquisas a fim de melhorar a genética desses animais, atualmente a carne suína do Brasil é a mais magra e nutritiva do mundo, com uma redução de 31% de gordura, 10% de colesterol e 14% em calorias na carne (MAPA, 2012).

A nutrição é um fator de grande impacto na suinocultura, e em outros segmentos da produção animal, sendo um dos fatores essenciais de produção e chega a representar 70% dos custos totais desta atividade (SILVEIRA; TALAMINI, 2007).

Os ingredientes que têm maior utilização nas rações de suínos são o farelo de soja e o milho, constituindo cerca de 70 a 80% das rações e são as principais fontes proteicas e energéticas das dietas, respectivamente (MIRANDA, 2009).

É de fundamental importância o custo de produção da suinocultura, que, como outras atividades econômicas, passam constantemente por mudanças que visam combinar produtividade e retorno econômico. Dessa forma, há um cuidado especial referente a nutrição do rebanho, dada sua enorme importância no custo de produção (BISEWSKI, 2009; ABCS, 2016).

## 2.2 A SOJA

A soja (*Glycinemax L.*) é originária da China e conhecida desde 2800 A.C. Seu nome e origem é “Chianlou” e foi traduzido posteriormente pelos japoneses como “So-y-a”, tornando-se conhecida mundialmente por soja. No século XVIII foi inserida na Europa e no ano de 1712 na América do Norte, sendo introduzida nos Estados Unidos no ano de 1804. Porém, a partir do século XX, sua produção apresentou um aumento expressivo sendo hoje considerada uma das culturas de maior importância na economia mundial (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2009; BUTOLO, 2010).

No Brasil, a soja foi introduzida no final da década de 60 (BUTOLO, 2010), quando o trigo era a principal cultura na região sul do país, onde surgiu como uma opção para



ser cultivada no verão, logo após o trigo. Na mesma época, o Brasil tinha dado início à produção de aves e suínos, surgindo uma nova demanda pelo farelo de soja (EMBRAPA, 2017). Então, nos anos 70 a soja começa sua ampliação real pelo Brasil em virtude da expansão da indústria de óleo de soja e da demanda externa pelo grão sendo a principal cultura do agronegócio nacional já nessa década (APROSOJA, 2014).

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial do grão, produzindo em 2016 cerca de 95,631 milhões de toneladas com 33,177 milhões de hectares plantados. O estado brasileiro que mais produz é o Mato Grosso, seguido pelo Paraná e o Rio Grande do Sul, (EMBRAPA, 2017). A soja pode ser usada com diversas finalidades, tanto para a alimentação humana como para a alimentação animal (PASTORE et al., 2014).

O grão de soja contém aproximadamente 18% de óleo e um teor de proteína que pode variar de 35% a 37% de acordo com as diferentes variedades e condições ambientais e produtivas (BELLAVÉR; SNIZEK JR, 1999).

A maior parte da produção nacional de soja visa à produção de farelo e óleo. O farelo de soja tem de 42 a 48% de proteína bruta e 2% óleo. No processamento da soja, aproximadamente 82% é transformada em farelo e 18% em óleo bruto. A proteína do farelo de soja é altamente digestível, atingindo as exigências dos suínos nos aminoácidos lisina, triptofano, isoleucina, valina e treonina, com exceção ao conteúdo de aminoácidos sulfurados, notadamente a metionina (GUERREIRO, 2007). O óleo da soja é composto principalmente por ácidos graxos não saturados, especialmente o ácido linoléico, o qual pode interferir na qualidade das carcaças dando-lhe menor consistência do tocinho (LOPES, 2004).

Os produtos e subprodutos da soja são, em sua maioria, destinados às indústrias de ração para animais (MONTEIRO et al., 2003), sendo a alimentação animal um representante significativo da agroindústria brasileira (BUTOLO, 2010). Em 2016, a produção global de ração animal foi recorde em 1,032 bilhão de t., com aumento de 3,7% em relação as 995,6 milhões de t. do ano anterior (ALTECH, 2017) e no Brasil, 66,8 milhões de t. de rações (SINDIRAÇÕES, 2016).

Os alimentos possuem substâncias nutritivas e essenciais para o desenvolvimento dos animais, porém também podem conter uma grande variedade de fatores antinutricionais (BRUNE et al., 2010; CHOCT et al., 2010; BENEVIDES et al., 2011; WANG et al., 2014).



Os fatores antinutricionais são compostos ou classes de compostos presentes numa ampla diversidade de alimentos de origem vegetal, os quais reduzem a absorção de nutrientes no trato gastrointestinal (BRUNE et al., 2010; NIKMARAN et al., 2017). Estes interferem na digestibilidade, assimilação ou utilização dos nutrientes pelo organismo, inibindo o crescimento, causando hipertrofia pancreática, estimulando a hiper e hipo secreção de enzimas (BUTOLO, 2010), redução na disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais e ocasionar lesões da mucosa gastrintestinal, interferindo na seletividade e ação dos processos biológicos (BENEVIDES et al., 2011), ou seja, pode gerar consequências prejudiciais à saúde quando ingeridos em altas concentrações (SGARBIERI, 1987; SANTOS, 2006; BRUNE et al., 2010; BENEVIDES et al., 2011).

A caracterização dos fatores antinutricionais presentes nos produtos e subprodutos, seus efeitos e mecanismos subjacentes à utilização de nutrientes é fundamental para otimizar a utilização da soja na formulação de dietas animais, principalmente de suínos. A compreensão dos mecanismos é importante para o desenvolvimento de intervenções direcionadas (WOYENGO et al., 2016).

Os principais fatores antinutricionais da soja são os inibidores de proteases (tripsina), lectinas ou hemaglutinas, saponinas e as proteínas alergênicas (LEITE et al., 2012), os quais foram classificados em termolábeis e termoestáveis. Os termolábeis sensíveis ao calor são os inibidores de proteases, lectinas ou hemaglutininas, e os termoestáveis são as saponinas e as proteínas alergênicas (LIENER, 1994).

Ainda, dentre os fatores antinutricionais, são alvo de maior pesquisa os inibidores de proteases, os quais são divididos em dois grupos: inibidor de tripsina de Kunitz e o inibidor de tripsina e quimotripsina de Bowman-Birk (SGARBIERI, 1987), sendo o primeiro encontrado principalmente nos grãos de soja e associado ao baixo valor nutricional de leguminosas cruas, enquanto o segundo ocorre amplamente em leguminosas de grãos (JEZIERNY et al., 2010).

## **2.2.1 MÉTODOS DE PROCESSAMENTO DA SOJA**

Os métodos de processamento da soja originam produtos com diferentes características nutricionais. Para a escolha do tipo de processamento ideal e uma suplementação adequada das exigências nutricionais dos animais, é de fundamental



importância o conhecimento das alterações bromatológicas causadas no alimento devido ao método de processamento utilizado (BERTIPAGLIA et al., 2008).

A partir disso, foram desenvolvidos alguns métodos industriais para processamento da soja integral por aquecimento dos grãos, sendo as mais comuns a Tostagem (Tostagem por Tambor Rotativo - Yok, Tostagem por Vapor Úmido - Desoy, Tostagem por Vapor Seco, Tostagem por Ar Quente “Jet Sploder”), e a Extrusão (úmida ou seca) (SAKOMURA et al., 2004; BRUM, 2006; BERTIPAGLIA et al., 2008; LEITE et al., 2012), para melhor aproveitamento da qualidade nutricional da soja integral e do farelo (LEITE et al., 2012).

### **2.2.2.1 Tostagem**

A tostagem é um processo antigo, embora seja empregado atualmente com diferentes métodos, nos quais se baseiam o sistema de aplicação do calor (seco ou úmido) e a presença ou não de laminação ou expansão (BELLAYER; SNIZEK JR, 1999; ZARDO; LIMA, 1999).

O método de tostagem que utiliza equipamentos processadores do tipo Tostador por Tambor Rotativo - Yok foi o primeiro utilizado no país (BUTOLO, 2010), e utiliza um tambor rotativo que recebe calor direto, produzido pela queima de gás de cozinha, onde são inseridos os grãos de soja, sendo amplamente utilizado por pequenos produtores (ZARDO; LIMA, 1999). Os pontos negativos deste método são o longo tempo necessário para chegar à temperatura de inativação dos fatores antinutricionais gerando perdas na qualidade da proteína da soja, a dificuldade em determinar o ponto certo da tostagem (variação de acordo com a quantidade, umidade, fonte de calor e tempo de exposição ao calor) podendo implicar num produto de baixa qualidade (BELLAYER; SNIZEK JR, 1999). Ainda, sua utilização é limitada ao processamento de pequenas quantidades e proporciona um produto desuniforme (ZARDO; LIMA, 1999).

O processador de tostagem tipo Tostador por Vapor Úmido - Desoy ocorre pela circulação da soja em um equipamento com um ou mais canais, com rosca condutora em seu centro que move o grão exposto ao vapor, com baixa pressão de trabalho (BELLAYER; SNIZEK JR, 1998). O alimento é processado inteiro e em sequência é submetidos à secagem,



diminuindo a umidade, atinge o processamento de 1.500 a 3.000kg de grãos/h e necessita de uma caldeira para gerar o vapor (ZARDO; LIMA, 1999).

Logo, no método de Tostagem por Vapor a Seco é utilizado um processo misto formado por cinco cilindros, onde no primeiro a soja é exposta ao vapor úmido, e nos quatro subsequentes fica alojada em películas. Os cilindros operam em fluxo ininterrupto, sendo o grão depositado no primeiro localizado na parte superior e em seguida levado para os outros continuamente, até a extração pelo último cilindro, onde ocorre o resfriamento. Nesse método, o aquecimento da soja acontece sem contato direto com a fonte de vapor (ZARDO; LIMA, 1999).

#### **2.2.2.2 Extrusão**

O princípio básico da extrusão é converter um material sólido em líquido pela incidência de calor e força mecânica, impelindo sua passagem por meio de uma matriz para produzir um produto com características pré-determinadas (SÉBIO, 1996). No processo de extrusão, ocorre o cozimento do grão sob uma pressão mecânica de 30-60 atm, umidade de 20-30% e temperatura de 125-150°C em um curto intervalo de tempo que pode variar de 30-60 segundos (MENDES et al., 2004).

Esse processo causa a gelatinização do amido, a desnaturação e a reorganização proteica, a inativação enzimática e de alguns componentes tóxicos, como os inibidores de proteases e destruição dos microrganismos (SÉBIO, 1996; MENDES et al., 2004; CHOCT et al., 2010; BUTOLO, 2010).

Ainda, o processo de extrusão torna a decomposição das gorduras mais lenta, favorece a digestibilidade do óleo devido sua maior disponibilidade para os animais e reduzem as perdas de vitaminas (BELLAVÉR; SNIZEK JR, 1999). O processo de extrusão pode gerar alterações no amido, constituindo uma parcela resistente à ação de enzimas do trato gastrintestinal, degradação de polissacarídeos e de estruturas de baixo peso molecular, reduzindo o conteúdo de fibra dietética (BERTIPAGLIA et al., 2008).

Desta forma, o processo de extrusão pelo aquecimento em altas temperaturas, pressão e umidade, atua no rompimento das paredes celulares do grão, elevando dessa forma sua digestibilidade e a energia metabolizável do óleo, conferindo a este o melhor método para eliminar os fatores indesejáveis, sendo considerado o mais eficiente por



proporcionar maior exposição dos nutrientes (BELLAVÉR; SNIZEK JR, 1998; BRUMANO; GATTAS, 2004; LEITE, 2012).

Na extrusão seca, uma rosca empurra a soja sobre várias barreiras contidas em uma câmara cilíndrica projetada para processar os grãos de soja integral ou moído. A alta concentração de óleo da soja atua como lubrificante, sem a necessidade de acrescentar água ao processamento. O calor e pressão gerados na extrusora pela passagem dos grãos aumentam a temperatura para aproximadamente 150° C, onde ocorre a desnaturação dos fatores antinutricionais e o rompimento das células oleaginosas. Já o processo de extrusão úmida é semelhante, entretanto, a soja é pré-condicionada com vapor e pressão a uma temperatura de aproximadamente 138° C (CARDONA, 1991).

Em conformidade com Carvalho (2000) e Guerreiro (2007), é de grande importância o controle do processo de extrusão para permitir o alcance de produtos com características variadas, bem como melhorar a eficiência e economia da operação. A extrusão é processo tecnológico simples, porém, de difícil controle devido ao alto número de variáveis envolvidas no processo e também sua complexidade.

## **2.3 SUBPRODUTOS DA SOJA**

Dentre as fontes proteicas empregadas na elaboração de dietas para suínos, a soja é o componente que proporciona maior quantidade de subprodutos disponíveis no mercado, na qual a disponibilidade está pautada no seu alto valor nutricional (BISEWSKI, 2009).

Dessa forma, os subprodutos da soja atualmente utilizados para alimentação animal são o farelo de soja (BRUMANO; GATTÁS, 2004; BISEWSKI, 2009; BAKER et al., 2010), a soja integral extrusada (BERTIPAGLIA et al., 2008; LEITE et al., 2012), a soja integral tostada (SAKOMURA et al., 1998), a soja semi integral extrusada (MENDES et al., 2004; THOMAZ et al., 2012) e a soja semi integral tostada (ROSTAGNO et al., 2011).

Para obtenção do farelo de soja, a soja integral passa por um processo de expansão e de extração de hexano (líquido para remoção de óleos vegetais), onde são geradas duas partes: a miscela (óleo) e o farelo de soja (BELLAVÉR; SNIZEK JR., 1999).



A qualidade do farelo está diretamente relacionada ao processamento, que, ao ser realizado adequadamente, tornando-o altamente palatável e digestível. O farelo de soja oferece uma quantidade de aminoácidos satisfatória, concentração de fibras reduzida e um alto teor de energia digestível (LIMA et al., 2011).

A soja integral extrusada é oriunda do processo de extrusão, a qual a temperatura e pressão são responsáveis pela desativação de toxinas contidas no grão sem que exista perda nutricional (BRUMANO; GATTAS, 2004). De acordo com Pablos (1986), no processo de extrusão ocorre a gelatinização dos componentes amiláceos e desnaturação protéica, o que promove o rompimento da parede celular dispensando moagem ao produto final.

Os autores Sakamura et al. (2004) citam a utilização de rações com altas densidades energéticas para não ruminantes, na qual a soja integral extrusada apresenta maior valor energético quando comparada com o farelo de soja, se mostrando como uma opção vantajosa, uma vez que não é necessária a adição de óleos e gorduras nas dietas (SOARES et al., 2000; LUDKE et. al., 2007).

A avaliação da substituição parcial do farelo de soja por outros subprodutos da soja, entre eles a Soja Integral Extrusada, proporcionou melhoras no ganho de peso diário e consumo diário de ração, porém não afetou a conversão alimentar (BERTOL et al., 2001).

A Soja Integral Tostada é o resultado do processamento via tostagem, em que o cozimento da soja ocorre por meio de calor seco (por gás, ar quente ou vapor), com tempo de cozimento e temperatura variável conforme o tipo de equipamento utilizado. Neste processo não ocorre a ruptura do grão, sendo necessária a moagem do produto final (WALDROUP, 1982).

Em um estudo realizado por Sakomura et al. (1998) em frangos de corte objetivou comparar a soja integral extrusada (SIE), soja integral tostada pelo vapor (SITV) com a mistura de farelo de soja (FS) + óleo, o qual relatou que os frangos alimentados com a SITV e a SIE tiveram desempenhos semelhantes, e foram superiores ao desempenho dos frangos alimentados com FS + óleo.

No entanto, o método de tostagem da soja é uma prática pouco padronizada, o que gera variação na qualidade nutricional da soja integral tostada, no qual o subprocessamento implica em um produto com digestibilidade reduzida de aminoácidos. O subprocessamento da soja causa uma desativação insuficiente de seus fatores antinutricionais,



o que pode restringir a digestibilidade dos aminoácidos e gerar baixo desempenho produtivo (CAFÉ et al., 2000).

A Soja Semi Integral Semi Extrusada, é o resultado do processo da extração parcial do óleo antes de ser extrusado, que é realizado por meio de prensagem, sem utilização de reagentes químicos (OLIVEIRA et al., 2005) e que apresenta 9,0% a 10,0% de extrato etéreo, 44% a 46% de proteína bruta e valor de energia metabolizável maior que o farelo de soja, podendo ser complemento energético-proteico na formulação de rações, como alternativa alimentar na nutrição de animais monogástricos (CASTILLO et al., 2001; ROSTAGNO et al., 2011; THOMAZ et al., 2012).

A composição da SIE, SIT, SSIE e SSIT, conforme Rostagno et al. (2011), (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição da Soja Integral Extrusada (SIE), Soja Integral Tostada (SIT), Soja Semi Integral Extrusada (SSIE) e Soja Semi Integral Tostada (SSIT).

*Table 1 - Composition of the Extruded Whole Soybean (EWS), Toasted Whole Soybean (TWS), Extruded Semi-Whole Soybeans (ESWS), Toasted Semi-Whole Soybeans (TSWS).*

Composição ( <i>Composition</i> )	SIE (EWS)	SIT (TWS)	SSIE (ESWS)	SSIT (TSWS)
Matéria seca %, <i>dry matter</i> %	89,94	89,94	90,5	90,5
Matéria orgânica %, <i>organic matter</i> %	85,34	85,34	85,44	85,44
Proteína bruta %, <i>Crude protein</i> %	36,42	36,42	40,07	40,07
Extrato etéreo %, <i>Ethereal extract</i> %	18,32	18,32	8,32	8,32
Energia bruta kcal.kg <sup>-1</sup> , <i>Gross Energy kcal.kg-1</i>	5032	5032	4456	4456
Energia metabolizável kcal.kg <sup>-1</sup> , <i>Metabolizable energy kcal.kg-1</i>	3913	3706	3530	3315

**Fonte:** Rostagno et al. (2011). *Source:* Rostagno et al. (2011).

Observa-se que a referida tabela demonstra valores semelhantes de SSIE e SSIT e entre a SIE e SIT para as variáveis apresentadas. No entanto, a SSIE e a SIE apresentam a energia metabolizável superiores à SSIT e SIT.

As sojas semi integrais apresentam quantidades elevadas de proteína, conteúdo adequado de gordura e conteúdo baixo de fibras, consideradas como alimentos concentrados, os quais podem também ser utilizados como fonte proteica na alimentação



animal, bem como o conteúdo de óleo auxilia na melhora da digestibilidade (ABDALLA, 2008).

Thomaz et al. (2012), com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade e os nutrientes digestíveis da soja semi integral extrusada, observaram que este produto tem boa viabilidade de utilização nas rações de leitões, referindo-se, principalmente, ao conteúdo energético, pois mostrou altos níveis de energia digestível e energia metabolizável, comparado ao farelo de soja.

## 2.4 RELAÇÃO ENERGIA/PROTEÍNA

As proteínas são nutrientes orgânicos nitrogenados presentes nas células vivas essenciais à vida, sendo o principal constituinte do organismo animal, imprescindível para o crescimento, reprodução e a produção (PEARSON; HERRON, 1981).

Já a energia é um componente oneroso e determinante na elaboração das rações, pois compreende todos os componentes orgânicos do alimento destinados à digestão e absorção do animal e contribuem de maneira direta ou indireta para a energia útil deste alimento (BORGES, 2005).

Borges (2005) ainda cita a energia como um produto da oxidação dos nutrientes no processo metabólico, liberada na forma de calor ou armazenada para uso ao longo do metabolismo nos animais, e não um nutriente.

No que tange a quantidade de calor gerado pela oxidação completa dos alimentos expressa em calorias, esta é chamada de energia bruta ou total. A energia total consumida não é integralmente aproveitada pelo animal, pois ocorrem perdas, em que a energia de um alimento pode ser expressa de diferentes formas, correspondendo, cada uma, a um valor energético (ZARDO; LIMA, 1999).

O avanço no melhoramento genético suíno tem efeito no aumento da taxa de deposição proteica, demandando modificações na elaboração de dietas com relação à proteína e energia. Os monogástricos ingerem ração para suprir suas necessidades energéticas, o que se torna desejável, dessa forma, que na elaboração de rações as exigências nutricionais, sobretudo a proteica, sejam expressas em relação ao teor energético das dietas (REZENDE et al., 2006).



Nesse aspecto, Liu et al. (2015) mencionam que, para que os animais apresentem bons índices de desempenho da produção, é de grande importância o conhecimento da relação energia/proteína das dietas animais, que devem estar balanceadas para que haja seu máximo desenvolvimento.

De acordo com Le Bellego e Noblet (2002), esperara-se que exista uma relação ótima entre energia e proteína (lisina) na dieta, para que ocorra um aproveitamento energético adequado e a máxima assimilação de aminoácidos pelo trato gastrointestinal.

O aumento do nível de energia metabolizável de 3.100 para 3.500 kcal/kg de ração, mantendo a relação lisina digestível:caloria na ração de suínos machos castrados em terminação, promoveu melhoria na conversão alimentar e diminuição no consumo de ração e não alterou o ganho de peso e as características de carcaça (Rezende et al., 2006).

Coma et al. (1995) demonstraram em seus estudos que a resposta do crescimento a vários níveis de lisina na dieta suína é maior no estágio crescente comparado ao estágio final, no qual o requisito de lisina foi principalmente determinado em um nível de densidade de energia dietética. No entanto, demonstrou-se que a exigência de lisina de suínos em crescimento está sujeita ao consumo de energia.

Page e Andrews (1973) dizem que quando há uma alta relação E/P, ou seja, rações com alta energia e baixa proteína, podem ocorrer a redução voluntária na ingestão de alimentos. Rezende et al., (2006) também expõem que quanto mais alto for o nível de energia da ração, menor será o consumo voluntário. Sendo assim, quando há qualquer tipo de modificação do nível de energia das dietas, há modificações no nível de consumo destas, e todos os nutrientes terão o consumo seu alterado.

Para cada fase de produção, é necessário que se estabeleçam níveis acertados de proteína, além de ser importante considerar as condições ambientais (HANNAS et., al 2000) onde o acréscimo do consumo proteico pode aumentar os custos com a alimentação, bem como liberar maiores quantidades de nitrogênio para o ambiente (LIU et al., 2015).

Ao analisar a redução no nível de PB com suplementação de aminoácidos (conceito de proteína ideal), Oliveira (2004) não observou diferença com as dietas com alto nível de PB, o que pode ser explicado devido à relação adequada de aminoácidos essenciais, sendo a absorção de aminoácidos livres mais ágil que os aminoácidos decorrentes das proteínas intactas (LEWIS, 2001).



Borges (2005) ressalta que a energia e a proteína são os ingredientes mais caros da ração, e a energia é o nutriente mais crítico e limitante para a formulação de rações, sendo enorme a importância de se equilibrar o fornecimento com as reais necessidades dos animais.

Pode-se mencionar, por exemplo, a manipulação do nível proteico da ração em que há necessidade de suplementar os aminoácidos limitantes para não haver perdas de desempenho. Caso contrário, os níveis mínimos de proteína para suprir as exigências irão acarretar, pela carência do primeiro aminoácido limitante, restrição na ingestão e a energia não aproveitada na síntese proteica ficará armazenada no organismo na forma de gordura corporal (DAHIR, 1983).



## REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982008001300030](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008001300030)>.

Acesso em: 02 mar. 2017.

ABCS. Associação brasileira de criadores de suínos. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. (Ficha Técnica). Brasília, DF, 2016. 376 p. Disponível em:

<[http://www.abcps.org.br/attachments/-01\\_Mapeamento\\_COMPLETO\\_bloq.pdf](http://www.abcps.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

ALLTECH. Alltech Global Feed Survey. 6 ed, fev. 2017. Produção de ração mundial cresceu 19% nos últimos cinco anos. Disponível em: <<http://go.alltech.com/pesquisa-global-2017>>.

Acesso em: 12 abr. 2017.

APROSOJA. **A História da Soja**. 2014. Disponível em:

<<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-historia-da-soja/>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

BAKER, K.M., KIM, B.G.; STEIN, H.H. Amino acid digestibility in conventional, high-protein, or low-oligosaccharide varieties of full-fat soybeans and in soybean meal by weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.162, p. 66–73, 2010. Disponível em:

<[http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(10\)00279-8/fulltext](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(10)00279-8/fulltext)>. Acesso em: 19 mar. 2017.

BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.183-199 (Embrapa Soja. Documentos, 124).

Disponível em:

<<http://data.novo.gessulli.com.br/file/2012/05/09/E142914-F00001-S513.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

BENEVIDES, C.M.J.; SOUZA, M.V.; SOUZA, R.D.B.S.; LOPES, M.V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Salvador, v.18, n.2, p. 67-79, 2011. Disponível em:

<<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/download/8634679/2598>>.

Acesso em: 17 mar. 2017.



BERTIPAGLIA, L.M.A.; DE MELO, G.M.P.; SUGOHARA, V.; DE MELO, W. J.; BERTIPAGLIA, L.A. Alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p.2003-2008, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982008001100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008001100016)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V.; FRANKE, M.R. Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 30, n. 1, p.150-157, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5447.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2017.

BISEWSKI, L. **Milho pré-cozido e soja integral desativada na alimentação de leitões recém-desmamados**. 2009. 57 f. Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/25945>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

BORGES, C. A. Exigências Nutricionais de Proteína Bruta e Energia Metabolizável para galos reprodutores na Fase de Produção. In: Conferência Apinco de Ciência de Tecnologia Avícola, 2005. **Anais...Santos-SP, FACTA**, 2005, p-85-100.

BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Soja integral extrusada na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.3, p.134-146, nov./dez. 2004. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/014V1N3P134\\_146\\_NOV2004.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/014V1N3P134_146_NOV2004.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2017.

BRUM, P. A. R.; LIMA, G.J.M.M.; DE ÁVILA, V.S.; LANZMASTER, M.; ARDIGÓ, R. **Características nutricionais da soja desativada por diferentes processos térmicos para alimentação de frangos de corte**. Comunicado Técnico: Embrapa, n.451,p.1-5, 2006. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/.../caracteristicas-nutricionais-da-soja-desativada-por-diferent>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

BRUNE, M.F.S.S.; PINTO, M.O.; PELUZIO, M.C.G.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Avaliação bioquímico-nutricional de uma linhagem de soja livre do inibidor de tripsina Kunitz e de lectinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.3, p.657-663, jul.-set. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n3/v30n3a14.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2017.



BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2. ed. Campinas: Mundo Agro Editora, 2010. 430 p.

CAFÉ, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Determinação do Valor Nutricional das Sojas Integrais Processadas para Aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2, n.1, p.67-74, Jan./Abr. 2000.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2000000100010&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-635X2000000100010&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 16 mar. 2017.

CARDONA, D. Utilização da soja integral em rações de suínos – broto de soja – processamento. In: MINI SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 5, 1991, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1991. p.15-34.

CARVALHO, R.V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/9674/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Formula%C3%A7%C3%B5es%20de%20snacks%20de%20terceira%20gera%C3%A7%C3%A3o%20por%20extrus%C3%A3o%20caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20texturom%C3%A9trica%20e%20microestrutural.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/9674/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Formula%C3%A7%C3%B5es%20de%20snacks%20de%20terceira%20gera%C3%A7%C3%A3o%20por%20extrus%C3%A3o%20caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20texturom%C3%A9trica%20e%20microestrutural.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2017.

CASTILLO, W.L.; KRONKA, R.N.; BARBOSA, H.P.; THOMAZ, M.C.; GOMES DA SILVA, L.P.; RIBEIRO, P.R.; CARVALHO, L.E.; TRINDADE NETO, M.A. Efeito da utilização da soja semi-integral extrusada sobre o desempenho e as características das carcaças de suínos. **ARS Veterinária**, v.17, n.2, p.137-143, 2001. Disponível em: <<http://www.arsveterinaria.org.br/arquivo/2001/v.17,%20n.2,%202001/137-143.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; McLEISH, J.; PEISKER, M. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 10, p.1386 – 1398, 2010. Disponível em: <<https://www.ajas.info/journal/view.php?number=22393>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

CLARK, A.E.; WATANABE, W.O.; OLLA, B.L. et al. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. **Aquaculture**, v.88, p.75-85, 1990.



COMA, J.; ZIMMERMAN, D. R.; CARRION, D. Interactive Effects of Feed Intake and Stage of Growth on the Lysine Requirement of Pigs. **Journal of Animal Science**. 1995. V.73, p.3369–3375

DAGHIR, N. J.; Effect of Lysine and Methionine Supplementation of Low Protein Roaster Diets Fed After Six Weeks of Age. **Poultry Science** v.62, p.1572-1575, 1983.

DEPEC. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Carne Suína**. Janeiro de 2017. Disponível em: [https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_carne\\_suina.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_carne_suina.pdf) Acesso em: 01 mar. 2017.

DE ZEN, S.; ORTELAN, C. B.; IGUMA, M. D. **Suinocultura brasileira avança no cenário mundial**. CNA BRASIL, Ano 1, Ed. 1, maio 2015. Disponível em: <http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/Ativos-Suinocultura-n1.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

EMBRAPA. **Embrapa soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 04 jun. 2017.

FÁVERO, J. A.; FIGUEIREDO, E.A.P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p. 420-427. 2009. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3447/1346>. Acesso em: 09 mar. 2017.

GERVASIO, E. W. **Suinocultura**: análise da conjuntura agropecuária. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. 2013. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura\\_2012\\_2013](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura_2012_2013). Acesso em: 10 fev. 2017.

GONÇALVES, R.G.; PALMEIRA, E.M. Suinocultura brasileira: observatorio de la economía latinoamericana. **Revista académica de economia**, n.71, 2006. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/06/rgg.htm>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GRANT, G.; MORE, L.J.; MCKENZIE, N.H.; DORWARD, P.M.; STEWART, J.C.; TELEK, L.; PUSZTAI, A. A survey of the nutritional and haemagglutination properties of several tropical seeds. **Livestock Research for Rural Development**, v.3, n.3, p.33-55, 1991. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd3/3/tropap.htm>. Acesso em: 12 mar. 2017.



GUERREIRO, L. **Produtos extrusados para consumo humano, animal e industrial.** Dossiê Técnico. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro (REDETEC). Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossietecnico/downloadsDT/MTcy>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

HANNAS, M. I.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, R. L.; FERREIRA, A. S.; LOPES, D. C. SOARES, J. L.; MORETTI, A. M. Proteína Bruta para Suínos Machos Castrados Mantidos em Ambiente de Conforto Térmico dos 15 aos 30kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29(2), p.476-484, 2000.

IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**, v.43, 2015. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=21](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=21)>. Acesso em: 11 mar. 2017.

JEZIERNY, D.; MOSENTHIN, R.; BAUER, E. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.157, n.3, p.111–128. 2010. Disponível em: <[http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(10\)00068-4/fulltext](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(10)00068-4/fulltext)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/663329/1/DoC319.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**. vol.76, p.45–58, 2002.

LEITE, P.R.S.C.; MENDES, F.R.; PEREIRA, M.L.R.; LACERDA, M.J.R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p.1138-1157, 30 nov. 2012. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/limitacoes.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

LEWIS, A. J. Amino acids in swine nutrition. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERNM I. I. (Eds.) **Swine nutrition**. 2ed. Boca raton: CRC Press, p.131-141, 2001.



LIERNER, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 34, n.1, p.31-67, 1994. Disponível em:  
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8142044>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

LIMA, M.R.; MORAIS, S.A.N.; COSTA, F.G.P.; PINHEIRO, S.G.; DANTAS, L.S.; CAVALCANTE, L.E. Atividade ureática. **Revista Eletrônica Nutritime**, Art. 145, v. 8, n.5, p.1606- 1611, 2011. Disponível em:  
<[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/145V8N5P16061611SET2011\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/145V8N5P16061611SET2011_.pdf)>  
. Acesso em: 01 mar. 2017.

LIU, Y; KONG, X; JIANG, G; TAN, B; DENG, J; YANG, X; LI, F; XIONG, X; YIN, Y. Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance, carcass trait, meat quality, and plasma metabolites in pigs of different genotypes. **Journal of Animal Science and Biotechnology** (2015).

LOPES, P. S. **Melhoramento Genético de Suínos**. Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 1-15. Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/publication/228930515\\_Melhoramento\\_Genetico\\_de\\_Suinos](https://www.researchgate.net/publication/228930515_Melhoramento_Genetico_de_Suinos)>.  
Acesso em: 11 mar. 2017.

LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, G.J.M.M.; LANZMASTER, M.; ARDIGO, R. Soja integral processada de diferentes formas para uso em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 36, n. 5, p.1566-1572, nov. 2007. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007000700015&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007000700015&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 04 jun. 2017.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Suínos**. 2012. Disponível em:  
<<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-reorganiza-transito-de-suinos-e-derivados>>.  
Acesso em: 01 mar. 2017.

MENDES, W. S. SILVA, I.j.; FONTES, D.O.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P.C.; SILVA, F.O.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, F.C.O. 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**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p.207-213, 2004. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352004000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352004000200011)>.  
Acesso em: 19 mar. 2017.



MIRANDA, A.P. **Suínos em diferentes fases de crescimento alimentados com milho ou sorgo: desempenho, digestibilidade e efeitos na biodigestão anaeróbia.** 2009. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia - Área de Concentração em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MONTEIRO, M.R.P.; COSTA, N.M. B.; OLIVEIRA, M.G.A.; PIRES, C.V.; MOREIRA, M. A. Avaliação da digestibilidade protéica de genótipos de soja com ausência e presença do inibidor de tripsina Kunitz e lipoxigenases. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.1, p. 99-107. 2003. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rn/v17n2/21132.pdf>>. Acesso em: 10 mar 2017.

NIKMARAM, N.; LEONG, S.Y.; KOUBAA, M.; ZHU, Z.; BARBA, F.J.; GREINER, R.; OEY, I.; ROOHINEJAD, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: an overview. **Food Control**, v. 79, p. 62-73. 2017. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713517301482>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

OLIVEIRA, G. C.; MOREIRA, I.; ANTÔNIO CLÁUDIO FURLAN, A. C.; BASTOS, A. O, FRAGA, A. L. F. Efeito das Dietas de Baixo Teor de Proteína Bruta, Suplementadas com Aminoácidos, para Leitões Machos Castrados (15 a 30kg)1. R. Bras. Zootec., v.33, n.6, p.1747-1757, 2004 (Supl. 1).

OLIVEIRA, A. A. G.; PEREIRA, J.; ALVARENGA, T.P. Análises bromatológicas e mineralógicas das tortas de amendoim, girassol e mamona. In: II Congresso brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel, 2005, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, 2005. p. 24 - 29. Disponível em:

[http://oleo.ufla.br/anais\\_02/artigos/ANAIS\\_COMPLETO.pdf](http://oleo.ufla.br/anais_02/artigos/ANAIS_COMPLETO.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

PABLOS, L. B. **Consideraciones sobre el uso de la soya integral en la alimentacion de las aves.** México: Associac. Americana de Soya, 1986. 4 p. (Buletin Tecnico, 61).

PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interaction of dietary levels of protein and energy on Channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, v.103, p.1339-1346, 1973.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. O.; BRUMANO, G. Mercado de milho, farelo de soja e ovos no Brasil de 2010 a 2013. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n.01, p. 2982 – 3006. 2014. Disponível em:

<[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/ARTIGO225.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO225.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2017.



PEARSON, R.A.; HERRON, K.M. Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeders. **British Poultry Science**, v.22, p.227-239, 1981.

REZENDE, W.O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; ABREU, M. L. T.; ALOÍZIO SOARES FERREIRA, A. S.; SILVA, F. C. O. APOLÔNIO, L.R. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1101-1106, 2006.

ROSTAGNO, S.H.; BUZEN, S.; SAKOMURA, N.K. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, p.91, 2011.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciênc Agrotec.**, v.30, n.2, p.294-301. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542006000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000200015)>. Acesso em: 10 mar 2017.

SANTOS, Z .A. S. **Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras**. 2003. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, R.; LAURENTZ, A.C.; MALHEIROS, E.B.; NAKAJI, S.L.O. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.584-594, 1998. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/1969.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO JR., J.M.; CAFÉ, M.B.; FREITAS, E.R. Efeito da Idade dos Frangos de Corte sobre a Atividade Enzimática e Digestibilidade dos Nutrientes do Farelo de Soja e da Soja Integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 33, n. 4, p.924-935, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n4/22089.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2017.



SEBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame (*Dioscorea rotundata*)**. 1996. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996. Disponível em:

<<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/250703>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: UNICAMP/São Paulo: Almed, 1987. 387p.

SILVEIRA, P. R. S.; TALAMINI, D. J. D. A cadeia produtiva de suínos no Brasil. **Revista CFMV**, Brasília, v. 13, n. 42, p. 11-20, 2007.

SINDIRAÇÕES. Nutrição em foco. **Revista AG**, mar. 2017. Disponível em:

<[http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2017/03/entrevista-do-mes-marco2017\\_revistaag.pdf](http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2017/03/entrevista-do-mes-marco2017_revistaag.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2017.

SOARES, J. L.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. de; FERREIRA, A. S.; FERREIRA, C. L. de L. F.; HANNAS, M. I.; APOLÔNIO, L. R. 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**, Piracicaba, v. 4, n. 29, p.1153-1161, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n4/5631.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

THOMAZ, M.C.; SILVEIRA, A.C.; KRONKA,R.N.; KRONKA, S.N.; BUDIÑO, F.E.L. Digestibilidade da soja semi-integral extrusada para leitões na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 3, p.290-297, 2012. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/14403/11952>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

ZARDO, A. O; LIMA, G. J. M. M. **Alimentos para suínos**. **BIPERS**, Concórdia, ano 8, n.12, dez. 1999. 71 p. (Boletim Informativo. Pesquisa Embrapa Suínos e Aves -EMATER-RS). Disponível em:

<<http://data.novo.gessulli.com.br/file/2010/06/30/E142925-F00001-U450.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

WALDROUP, P. W. Whole soybeans for poultry feeds. **Journal of Poultry Science**, v. 38, n.1, p.28-35, 1982. Disponível em:

<<https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/whole-soybeans-for-poultry-feeds/F60D591A184E579A0A3115CC1D9E108E>>. Acesso em: 18 mar. 2017.



WANG, T.; QIN, G.; SUN, Z.; ZHAO, Y. Advances of Research on Glycinin and  $\beta$ -conglycinin: a Review of two Major Soybean Allergenic Proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.54, n.7, p.850-862, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24499064>>. Acesso em: 19 mar 2017.

WOYENGO, T.A.; BELTRANENA, E.; ZIJLSTRA, R.T. Effect of anti-nutritional factors of oilseed co-products on feed intake of pigs and poultry. **Animal Feed Science and Technology**, p.1-11. 2016. Disponível em: <[http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(16\)30182-1/fulltext](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(16)30182-1/fulltext)>. Acesso em: 11 mar. 2017.



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral do trabalho foi avaliar, o valor nutricional do potencial de utilização da soja semi integral extrusada para alimentação de suínos.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar o valor nutritivo da soja semi integral extrusada, por meio de ensaio de digestibilidade com leitões;

Avaliar o desempenho dos leitões alimentados com dietas contendo soja semi integral extrusada;

Avaliar a viabilidade econômica da utilização da soja semi integral extrusada em rações para suínos.



## **4 ARTIGO CIENTÍFICO: AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SOJA SEMI INTEGRAL EXTRUSADA PARA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Na alimentação de animais não ruminantes, o farelo de soja é considerado o principal ingrediente proteico na fabricação de rações. Porém, a soja integral também tem sido amplamente utilizada como um possível alimento alternativo nas rações em função do alto teor de extrato etéreo e maior teor de energia metabolizável (LEITE et al., 2012).

Entretanto, sabe-se da necessidade de tratamento térmico do grão para alimentação de animais não ruminantes, devido aos fatores antinutricionais que interferem na digestibilidade, assimilação ou utilização dos nutrientes pelo organismo (BUTOLO, 2010)

Os métodos de processamento de soja produzem diversos produtos com características nutricionais diferentes e é de grande importância o conhecimento das alterações bromatológicas desses produtos para que as exigências nutricionais dos animais sejam atingidas (BERTIPAGLIA et al., 2008).

Dentre os tipos de processamento, se destacam a tostagem pelo vapor e a extrusão (SAKOMURA et al., 2004). O princípio básico da extrusão consiste em converter um material sólido em líquido pela aplicação de calor e força mecânica, impelindo sua passagem através de uma matriz e produzindo um produto com características pré-determinadas (SÉBIO, 1996).

Este processamento inativa os fatores antinutricionais da soja crua e aumenta a digestibilidade do óleo (FEDALTO et al., 1999). Para o beneficiamento da soja, é o processo que apresenta as melhores características nutricionais do alimento (BELLAVÉR; SNIZEK JR., 1999).

Neste contexto, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o valor nutricional da soja semi integral extrusada bem como sua viabilidade na utilização para alimentação de leitões.



## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 EXPERIMENTO I

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura da Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, situado na linha Guará, aprovado pelo comitê de ética no uso de animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (número: 55/17).

No experimento, foi conduzido um ensaio de digestibilidade, utilizando 12 suínos híbridos, machos inteiros, com  $\pm 18,00$  Kg de peso vivo médio inicial.

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968). O período experimental teve duração de seis dias de adaptação às rações experimentais e às gaiolas e cinco dias de coletas de fezes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, totalizando dois tratamentos, seis repetições, e a unidade experimental foi constituída por um suíno.

A temperatura do galpão era acompanhada através de um termômetro de mesa digital, regulando a temperatura por meio de abertura e fechamento das cortinas e utilização de ventiladores, registrando temperaturas mínimas e máximas de 23,2°C e 35,4°C respectivamente, que eram registradas as 9h e as 15h.

O alimento avaliado foi obtido através do processamento realizado pela Prensa Extrusora Bindgalvão®, que extraía o óleo a frio sem processamento químico e realiza a extrusão por um processo térmico e físico de pressão e atrito.

A soja semi integral extrusada (SSIE) substituiu, com base na matéria natural, 30% da ração referência (RR), que resultou em uma ração referência (RR) e uma ração teste (RT).

A ração referência (Tabela 2) foi formulada de acordo com a composição química e os valores energéticos dos ingredientes indicados por Rostagno et al. (2011).

As rações foram fornecidas em duas alimentações diárias, 55% às 8:00 horas e 45% às 15:00 horas. A quantidade total diária foi estabelecida de acordo com o consumo na fase de adaptação, baseado no peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}$ ) de cada unidade experimental. Após cada refeição, foi fornecida água no comedouro.

**Tabela 2** - Composição centesimal da ração referência.

*Table 2 - Centesimal composition of basal diet.*

Ingredientes ( <i>Ingredients</i> )	%
Milho, <i>Corn</i>	63,82
Farelo de Soja 45,22%, <i>Soybean Meal</i> 45,22%	30,56
Óleo de soja, <i>Soybean oil</i>	1,19
Fosfato monobicálcico, <i>Phosphate monodicalcium</i>	1,54
Calcário, <i>Limestone</i>	1,09
Sal comum, <i>Common salt</i>	0,44
Supl. Vitamínico-mineral <sup>(1)</sup> , <i>Min. and vit. Premix</i> <sup>(1)</sup>	0,50
Sulfato de Lisina, <i>Lysine sulfate</i>	0,58
DI-Metionina, <i>DL-Methionine</i>	0,14
L-Treonina, <i>L-Threonine</i>	0,13
L-Triptofano, <i>L-Tryptophan</i>	0,01
<b>TOTAL, TOTAL</b>	<b>100</b>
<b>Atendimento das exigências nutricionais, Meeting the nutritional requirements</b>	
<b>Nutrientes (<i>Nutrients</i>)</b>	
Cálcio, % , <i>Calcium, %</i>	0,83
EM, kcal.kg <sup>-1</sup> , <i>ME, kcal.kg<sup>-1</sup></i>	3,23
Fósforo disponível, %, <i>Available phosphorus, %</i>	0,41
Lisina digestível, %, <i>Digestible lysine, %</i>	1,21
Met + Cis dgestível, %, <i>Digestible Met + Cys, %</i>	0,68
Proteína bruta, %, <i>Crude protein, %</i>	19,50
Sódio %, <i>Sodium %</i>	0,20
Treonina digestível %, <i>Digestible threonine %</i>	0,76
Triptofano digestível %, <i>Tryptophan digestible %</i>	0,22

<sup>(1)</sup> Supl. Vitamínico-mineral - Níveis de garantia por kg do produto: Ácido Fólico (mín) 103,12MG; Ácido Pantotênico (mín) 2249,99MG; BHT (mín) 100,00MG; Biotina (mín) 16,88MG; Clorohidroxiquinolina 15,00G; Cobre (mín) 22,87G; Ferro (mín) 6733,40MG; Fitase (mín) 50000,00U; Glucanase (mín) 1900,00U; Iodo (mín) 37,50MG; Lisina (mín) 122,50G; Manganês (mín) 1866,70MG; Metionina (mín) 110,30G; Niacina (mín) 4687,50MG; Selênio (mín) 43,75MG; Treonina (mín) 46,40G; Vitamina A (mín) 14375,00UI; Vitamina B1 (mín) 224,95MG; Vitamina B6 (mín) 437,50MG; Vitamina D3 (mín) 262500,00UI; Vitamina E (mín) 4250,00UI; Vitamina k3 (mín) 375,00MG; Xilanase (mín) 152500,00U; Zinco (mín) 1000,00MG.

<sup>(1)</sup> *Min. and vit. Premix - Levels of guarantee per kg of product: Folic Acid (min) 103.12MG; Pantothenic Acid (min) 2249.99MG; BHT (min) 100.00MG; Biotin (min) 16.88MG; Chlorohydroxyquinoline 15.00 g; Copper (min) 22.87 G; Iron (min) 6733.40MG; Fitase (min) 50000,00U; Glucanase (min) 1900.00U; Iodine (min) 37.50MG; Lysine (min) 122.50G; Manganese (min) 1866.70MG; Methionine (min) 110.30G; Niacin (min) 4687.50MG; Selenium (min) 43.75MG; Threonine (min) 46.40G; Vitamin A (min) 14375.00UI; Vitamin B1 (min) 224.95MG; Vitamin B6 (min) 437.50MG; Vitamin D3 (min) 262500.00UI; Vitamin E (min) 4250.00UI; Vitamin K3 (min) 375.00MG; Xylanase (min) 152500.00U; Zinc (min) 1000.00MG.*



Foi utilizado o método de coleta total de fezes, com a adição de 2% de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 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  $-18^\circ\text{C}$ . Posteriormente, foram homogeneizadas, na sequência, seca em estufa de ventilação forçada ( $55^\circ\text{C}$ ) e moída para análise de matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta e energia bruta. Os teores de energia bruta das rações, da soja semi integral extrusada e das fezes foram determinados por meio de calorímetro adiabático.

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  $-18^\circ\text{C}$ , posteriormente, foram homogeneizadas e amostradas para determinação de energia.

As análises dos alimentos e das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), matéria orgânica (CDMO), energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) da SSIE, foram calculados, considerando o método de coleta total de fezes e urina, conforme Moreira et al. (1994) e Sakomura e Rostagno (2016).

Os teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) da soja semi integral extrusada, foram calculados utilizando a fórmula de Matterson et al. (1965).

Para comparação dos valores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) da soja semi integral extrusada, com os valores encontrados, Rostagno et al. (2011) e Thomaz et al. (2012), foram convertidos para 100% de matéria seca.



## 4.2.2 EXPERIMENTO II

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura (galpão de creche) do Núcleo de Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, situado na linha Guará.

No experimento de desempenho, foram utilizados 64 suínos híbridos, machos inteiros, com peso médio inicial de  $7,46 \pm 0,55$  kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, totalizando dois tratamentos, oito repetições, com quatro animais por unidade experimental.

Os tratamentos experimentais consistiram de duas rações isoenergéticas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas. Utilizou-se uma ração testemunha contendo farelo de soja e outra em que o farelo de soja foi substituído em 100% pela soja semi integral extrusada e as rações foram formuladas de acordo com as fases de crescimento (tabela 3).

As rações foram formuladas de acordo com as tabelas de exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2011), pesadas e misturadas na própria fazenda experimental, em misturador vertical de capacidade 500 quilos.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, telhas de cerâmica, janelas de vidro do tipo basculante, com orientação leste/oeste.

O galpão era composto por 16 baias, 8 de cada lado e separadas por corredor central. As baias mediam 1,5m de comprimento e 1,03m de largura, 1,54m<sup>2</sup>, suspensas, com piso do tipo grelha de polipropileno, comedouros semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta com regulagem de altura. A temperatura foi regulada por meio de abertura e fechamento das janelas e uso lâmpadas incandescentes de 60W com campânulas.

Os valores de temperatura mínima e máxima do período foram de 9,6°C e 36,1°C, respectivamente, de acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia na estação de Marechal Candido Rondon-PR.

A água e a ração foram fornecidas à vontade, durante todo o período experimental. As sobras de rações foram recolhidas, pesadas e descontadas do fornecimento para o cálculo do consumo diário de ração. As pesagens dos animais foram realizadas no início e no final de cada fase, sempre no período da manhã, após jejum de 12 horas.

**Tabela 3** - Composição das rações Pré Inicial I, Pré Inicial II, e Inicial contendo Farelo de Soja (FS) ou Soja Semi Integral Extrusada (SSIE) fornecida para os leitões.

*Table 3 - Composition of Pre-Initial I, Pre-Initial II, and Initial Feeds containing Soybean meal (SM) or Extruded Semi-Whole Soybeans (ESWS) provided for piglets.*

Ingredientes	Pré inicial I (21 a 30 dias)		Pré inicial II (30 a 39 dias)		Inicial (39 a 57 dias)	
	FS	SSIE	FS	SSIE	FS	SSIE
Milho, <i>Corn</i>	52,92	63,22	54,88	69,49	65,90	76,61
Soro de leite, <i>Whey</i>	20,00	20,00	12,73	12,73	-	-
Farelo de Soja 45,22%, <i>SM</i> 45,22%	15,11	-	21,30	-	26,49	-
SSIE, <i>ESWS</i>	-	9,84	-	10,67	-	15,83
Açúcar, <i>Sugar</i>	4,00	-	3,00	-	-	-
Farinha de peixe 53% <i>Fish meal 53%</i>	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo Soja, <i>Soybean oil</i>	1,59	-	2,09	-	0,85	-
Fosfato Bicálcico, <i>Dicalcium phosphate</i>	1,50	1,65	1,12	1,33	1,21	1,50
Supl. Vitamínico-mineral <sup>(1)</sup> , <i>Min. and vit. Premix<sup>(1)</sup></i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal Comum, <i>Common salt</i>	0,40	0,40	0,34	0,34	0,39	0,40
Calcário, <i>Limestone</i>	0,30	0,30	0,62	0,61	0,70	0,67
DL-Metionina, <i>DL-methionine</i>	0,19	0,22	0,13	0,22	0,14	0,25
Sulfato de lisina 55%, <i>Lysine sulfate 55%</i>	0,17	0,39	0,19	0,64	0,62	1,10
L-Valina, <i>L-Valine</i>	0,16	0,23	-	0,17	0,05	0,25
L-Treonina, <i>L-Threonine</i>	0,12	0,18	0,08	0,21	0,14	0,30
L-Triptofano, <i>L-Tryptophan</i>	0,05	0,08	0,02	0,08	0,02	0,09
Inerte, <i>Inert</i>	-	-	-	-	-	3,50
<b>TOTAL (TOTAL)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Atendimento das exigências nutricionais,</b> <i>Meeting the nutritional requirements</i>						
<b>Nutrientes (Nutrients)</b>						
Cálcio, %, <i>Calcium, %</i>	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
EM, kcal.kg <sup>-1</sup> , <i>ME kcal.kg-1</i>	3,40	3,40	3,38	3,38	3,23	3,23
Fósforo disponível, %, <i>Available phosphorus, %</i>	0,55	0,55	0,45	0,45	0,41	0,41
Lisina digestível, %, <i>Digestible lysine, %</i>	1,45	1,45	1,33	1,33	1,21	1,21
Met + Cis digestível, %, <i>Digestible Met + Cys, %</i>	0,81	0,81	0,75	0,75	0,68	0,68
Proteína bruta, %, <i>Crude protein, %</i>	20,00	18,46	20,25	16,98	19,50	15,52
Sódio %, <i>Sodium %</i>	0,28	0,28	0,23	0,23	0,20	0,20
Treonina digestível %, <i></i>	0,91	0,91	0,84	0,84	0,76	0,76



*Digestible threonine %*

Triptofano digestível %, <i>Tryptophan digestible %</i>	0,26	0,26	0,24	0,24	0,22	0,22
Valina Digestível %, <i>Digestible Valine %</i>	1,00	1,00	0,86	0,86	0,83	0,83

<sup>(1)</sup> Supl. Vitamínico-mineral - Níveis de garantia por kg do produto: Ácido Fólico (mín) 103,12MG; Ácido Pantotênico (mín) 2249,99MG; BHT (mín) 100,00MG; Biotina (mín) 16,88MG; Clorohidroxiquinolona 15,00G; Cobre (mín) 22,87G; Ferro (mín) 6733,40MG; Fitase (mín) 50000,00U; Glucanase (mín) 1900,00U; Iodo (mín) 37,50MG; Lisina (mín) 122,50G; Manganês (mín) 1866,70MG; Metionina (mín) 110,30G; Niacina (mín) 4687,50MG; Selênio (mín) 43,75MG; Treonina (mín) 46,40G; Vitamina A (mín) 14375,00UI; Vitamina B1 (mín) 224,95MG; Vitamina B6 (mín) 437,50MG; Vitamina D3 (mín) 262500,00UI; Vitamina E (mín) 4250,00UI; Vitamina k3 (mín) 375,00MG; Xilanase (mín) 152500,00U; Zinco (mín) 1000,00MG.

<sup>(1)</sup> *Min. and vit. Premix - Levels of guarantee per kg of product: Folic Acid (min) 103.12MG; Pantothenic Acid (min) 2249.99MG; BHT (min) 100.00MG; Biotin (min) 16.88MG; Chlorohydroxyquinoline 15.00 g; Copper (min) 22.87 G; Iron (min) 6733.40MG; Fitase (min) 50000,00U; Glucanase (min) 1900.00U; Iodine (min) 37.50MG; Lysine (min) 122.50G; Manganese (min) 1866.70MG; Methionine (min) 110.30G; Niacin (min) 4687.50MG; Selenium (min) 43.75MG; Threonine (min) 46.40G; Vitamin A (min) 14375.00UI; Vitamin B1 (min) 224.95MG; Vitamin B6 (min) 437.50MG; Vitamin D3 (min) 262500.00UI; Vitamin E (min) 4250.00UI; Vitamin K3 (min) 375.00MG; Xylanase (min) 152500.00U; Zinc (min) 1000.00MG.*

O consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) de cada fase de crescimento foram calculados, a partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso de cada período experimental.

Para a análise de ureia plasmática, foi realizada coleta de sangue via punção da veia cava cranial, conforme técnica descrita por Cai et al. (1994). Após a coleta, o sangue foi transferido para tubos de vidro, que continham ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA). As amostras sanguíneas foram centrifugadas à 3000 rpm, por 10 minutos, para a obtenção do plasma. Em seguida, 3 mL de plasma (em duplicatas) foram transferidos para microtubos de polietileno tipo “eppendorf” previamente identificados e congelados para análise de ureia sanguínea. Estas análises foram realizadas por meio de analisador bioquímico automático modelo Flexor EL 200, utilizando kits específicos ELI Tech (*Clinical Systems*).

Para determinação da viabilidade econômica os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: milho grão, R\$ 0,7268/kg; farelo de soja, R\$ 1,35/kg; soja semi integral extrusada: 1,35, óleo de soja R\$ 2,66/kg; farinha de peixe: R\$ 2,00/kg; fosfato bicálcico, R\$ 2,35/kg; sal comum, R\$ 0,46/kg; açúcar R\$ 1,876/kg; Vitini Sui 15,00/kg; L-Lisina R\$ 3,30/kg; DL-Metionina R\$ 17,50/kg; L Treonina R\$ 7,01/kg; L triptofano R\$ 60,00/kg; L Valina R\$ 28,00/kg; Inerte R\$ 0,20/kg.



Para verificar a viabilidade econômica da substituição do farelo de soja pela soja semi integral extrusada, nas rações, foi determinado, o custo de ração por quilograma de peso vivo ganho ( $Y_i$ ), segundo Bellaver et al. (1985).

$$Y_i \text{ (R\$/Kg)} = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Em que:

$Y_i$  = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no  $i$ -ésimo tratamento;

$P_i$  = preço por quilograma da ração utilizada no  $i$ -ésimo tratamento;

$Q_i$  = quantidade de ração consumida no  $i$ -ésimo tratamento e

$G_i$  = ganho de peso do  $i$ -ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991).

$$\text{IEE (\%)} = \frac{MC_e}{CT_{ei}} \times 100 \quad \text{e} \quad \text{IC (\%)} = \frac{CT_{ei}}{MC_e} \times 100$$

Em que:

$MC_e$  = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos

$CT_{ei}$  = custo do tratamento  $i$  considerado.

O consumo diário de ração, ganho diário de peso, conversão alimentar, nível de ureia plasmática e as variáveis da viabilidade econômica foram submetidos à análise de variância, considerando o modelo matemático.

$$Y_{ik} = \mu + T_i + e_{ik}$$

em que:

$Y_{ik}$  = observação  $k$ , recebendo o alimento  $i$ ;

$\mu$  = constante geral, associada a todas as observações;



$T_i$  = efeito  $i$  de substituição do farelo de soja (FS) pela soja semi integral extrusada (SSIE);

$e_{ik}$  = erro aleatório associado à cada observação  $Y_{ik}$ ;

Para verificar as diferenças entre os tratamentos, foi realizado o Teste T (Student), considerando o nível de 5% de probabilidade.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 EXPERIMENTO I

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) da soja semi integral extrusada foram respectivamente, 91,26%, 85,91%, 42,21%, 8,53% e 4629 kcal.kg<sup>-1</sup>, semelhantes aos valores apresentados por Rostagno et al. (2011), 90,50%, 85,44%, 40,07%, 8,32% e 4161 kcal.kg<sup>-1</sup> para as variáveis para a Soja Semi Integral Extrusada (SSIE).

Em seus estudos, Thomaz et al. (2012) para SSIE observaram m valores maiores de Extrato Etéreo (16,41%) e Energia Bruta (5097,10 kcal.kg<sup>-1</sup>). Já Mendes et al. (2004) encontraram valores semelhantes para as mesmas variáveis do mesmo produto. As variações nos valores de energia bruta podem ser atribuídas em função das variações no teor de óleo nos grãos e o método de extração utilizado.

O valor encontrado para a Proteína Bruta da SSIE foi de 42,21% e foi maior que o obtido por Thomaz et al. (2012) para a SSIE (39,72%). Já Castillo et al. (2001) afirmam que esta pode variar de 44 a 46% entre os subprodutos da soja.

As variações dos teores de nutrientes decorrentes entre os alimentos podem ser atribuída a diversos fatores, tais como as alterações bromatológicas no alimento que passou por processamento e a maneira que este foi realizado (BERTIPAGLIA et al., 2008).

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade (Tabela 4) da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), da energia bruta (CDEB) e o coeficiente metabolizável da energia bruta (CMEB) dos alimentos.



Observou-se que o CDMO, CDPB, CDEB e CMEB obtidos para a SSIE, no presente experimento, se mostram superiores àqueles encontrados nas Tabelas de Rostagno et al. (2011) para FS e SIE.

**Tabela 4** - Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), da energia bruta (CDEB) e Coeficiente Metabolizável de energia bruta (CMEB) da soja semi integral extrusada (SSIE), e do Farelo de Soja (FS) e Soja Integral Extrusada (SIE).

*Table 4 -Dry mater (DMDC), organic matter (OMDC), crude protein (CPDC), gross energy (GEDC) digestibility coefficients and gross energy metabolism coefficient (GEMC) of Extruded Semi-Whole Soybeans (ESWS), Soybean Meal (SM) and Extruded Whole Soybean (EWS).*

Parâmetros, Parameters	FS (SM)	SIE (EWS)	SSIE (ESWS)
CDMS, %, DMDC, %	-	-	92,33
CDMO, %, OMDC, %	80,68	83	93,73
CDPB, %, CPDC, %	90	88	96,49
CDEB, %, GEDC, %	83,74	82,69	91,21
CMEB, %, GEDM, %	77,11	77,76	86,83

1- Valores encontrados por Rostagno et al, (2011).

Para Mendes et al. (2004), os resultados de CDMS, CDPB e CDEB, para SSIE (81,85%, 86,12% e 83,59%) também se mostraram inferiores aos encontrados neste estudo.

Quando comparado os CDPB (90,00%), CDEB (83,74%) e CMEB (73,11%) para o farelo de soja ao presente estudo, verificou-se que na SSIE houve maior disponibilidade desses nutrientes, por ter apresentado um maior teor de óleo e que o processo de extrusão melhora o valor nutricional da soja.

Em outros estudos, Thomaz et al. (2012) observaram coeficientes de digestibilidade menores do que os encontrados para a SSIE deste trabalho. Outros, porém (MENDES et al., 2004; ROSTAGNO et al., 2011) obtiveram resultados para SSIE muito semelhantes.

O processo de extrusão atua no rompimento das paredes celulares do grão, elevando dessa forma sua digestibilidade e a energia metabolizável do óleo, conferindo a este o melhor método para eliminar os fatores indesejáveis, sendo considerado o mais eficiente por proporcionar maior exposição dos nutrientes (BELLAVAR; SNIZEK JR, 1998; BRUMANO; GATTAS, 2004; LEITE, 2012).



Ou seja, o processo de extrusão torna a decomposição das gorduras mais lenta, favorece a digestibilidade do óleo devido sua maior disponibilidade para os animais e reduzem as perdas de vitaminas (BELLAVÉR; SNIZEK JR, 1999).

Os teores de MSD, MOD e EM da Soja Semi Integral Extrusada (Tabela 5) foram maiores que os teores encontrados por Rostagno et al. (2011) para FS e SIE. A PD (44,63%) foi inferior a do FS (45,86) e superior a as SIE (35,63%). Já a ED da SSIE (4626 kcal.kg<sup>-1</sup>) foi maior que a do farelo de soja (3859 kcal.kg<sup>-1</sup>), porém igual a da soja integral extrusada (4626 kcal.kg<sup>-1</sup>).

**Tabela 5** - Teores de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) da soja semi integral extrusada (SSIE), do Farelo de Soja (FS) e Soja Integral Extrusada (SIE).

*Table 5 - Contents of digestible dry matter (DDM), organic matter (OMD) digestible protein (DP), digestible energy (DE), and metabolizable energy (ME) digestible starch and metabolizable energy (ME) of Extruded Semi-Whole Soybeans (ESWS), Soybean Meal (SM) and Extruded Whole Soybean (EWS).*

Nutrientes	FS <sup>1</sup>	FS <sup>2</sup>	SIE <sup>1</sup>	SIE <sup>2</sup>	SSIE <sup>1</sup>	ESWS <sup>2</sup>
Nutrients	SM <sup>1</sup>	SM <sup>2</sup>	EWS <sup>1</sup>	EWS <sup>2</sup>	ESWS <sup>1</sup>	ESWS <sup>2</sup>
MSD, %, DDM, %	-	-	-	-	84,26	92,33
MOD, %, OMD, %	66,9	75,38	70,83	78,75	80,52	88,23
PD, %, DP, %	40,7	45,86	32,05	35,63	40,73	44,63
ED, kcal.kg <sup>-1</sup> , DE, kcal.kg <sup>-1</sup>	3425	3859	4161	4626	4222	4626
EM, kcal.kg <sup>-1</sup> , ME, kcal.kg <sup>-1</sup>	3154	3554	3913	4351	4019	4404

<sup>1</sup>Valores na matéria natural. <sup>2</sup>Valores em 100% de matéria seca.

<sup>1</sup>Values in natural matter. <sup>2</sup>Values in 100% dry matter.

Devido aos altos valores de digestibilidade e energia metabolizável, Castillo et al. (2001) citam que a SSIE é um ingrediente viável na formulação de rações para suínos, podendo ser utilizada em substituição parcial ou total do FS.

O valor encontrado neste experimento para PD (44,63%) foi maior que 38,14% encontrados por Moreira et al. (1994) para a SIE e 37,71% encontrados por Thomaz et al. (2012) para a SSIE.

Para a ED (4626 kcal.kg<sup>-1</sup>) e EM (4404 kcal.kg<sup>-1</sup>), o valor deste experimento foi inferior para a ED e semelhante para a EM (4785 kcal.kg<sup>-1</sup> e 4399 kcal.kg<sup>-1</sup>, respectivamente) ao encontrado por Moreira et. al. (1994) e superior ao encontrado por



Thomaz et al. (2012) (4470 kcal.kg<sup>-1</sup> e 4278 kcal.kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Fato que pode ser atribuído aos diferentes subprodutos, bem como métodos de extração de óleo utilizados.

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, houve concordância com Bellaver e Snizek Jr. (1998), que dizem que dentre os principais processos de beneficiamento da soja, a extrusão é a que mostra as melhores características nutricionais do alimento.

De acordo com Thomaz et al. (2012) a SSIE tem boa viabilidade para alimentação de leitões na fase inicial, principalmente devido ao conteúdo energético, que mostra altos níveis de energia digestível e metabolizável, quando se compara com o farelo de soja.

#### 4.3.2 EXPERIMENTO II

A substituição total do farelo de soja pela soja semi integral extrusada não mostrou efeito ( $P>0,05$ ) para as variáveis o consumo diário de ração (CDR) e ganho de peso diário (GPD) na fase pré inicial I, e no período total. Já para a variável conversão alimentar (CA) não houve diferença ( $P<0,05$ ) na fase pré inicial I, porém houve diferença no período total (Tabela 6).

Apesar da SSIE ter apresentado bons resultados de digestibilidade, não houve diferença no CDR e GPD, resultado que já era esperado pois todas as rações apresentavam os mesmos valores nutricionais.

O fator que pode ter influenciado na CA é a relação E/P, pois alterações nesta relação podem gerar redução ou aumento voluntário no consumo de alimentos. Desta forma, quando há alguma modificação do nível de energia das dietas, ocorrem modificações no nível de consumo destas, e todos os nutrientes poderão ter o seu consumo alterado (PAGE; ANDREWS, 1973; REZENDE, et al., 2006).

De acordo com Bertol et al. (2001) a substituição parcial do FS (50%) por subprodutos da soja para leitões desmamados com 21 dias de idade, apresentou resultados semelhantes aos encontrados na pesquisa na fase Pré Inicial I, sendo que a CA foi inferior no tratamento contendo FS-SIE em relação à testemunha. Porém, o GPD foi similar, demonstrando eficiência alimentar semelhante em todas as dietas.

**Tabela 6** - Desempenho de leitões alimentados com rações contendo farelo de soja e soja semi integral extrusada nas diferentes fases de crescimento.

*Table 6 - Performance of piglets fed rations containing soybean meal (SM) and extruded semi-whole soybeans (ESWS).*

PRÉ INICIAL I, PRÉ INITIAL I			
Variáveis (kg)	FS	SSIE	CV <sup>1</sup> %
<i>Variables (kg)</i>	<i>SM</i>	<i>ESWS</i>	<i>VC<sup>1</sup> %</i>
PI, SW	7,49	7,43	12,81
PF, FW	9,62	9,53	17,47
CDR, DFI	0,31	0,30	16,59
GPD, DWG	0,25	0,23	48,82
CA, FC	1,22	1,32	15,31
PERÍODO TOTAL, TOTAL PERIOD			
Variáveis (kg)	FS	SSIE	CV <sup>1</sup> %
<i>Variables(kg)</i>	<i>SM</i>	<i>ESWS</i>	<i>VC<sup>1</sup> %</i>
PI, SW	7,49	7,44	12,87
PF, FW	22,87	22,22	22,97
CDR, DFI	0,66	0,68	13,06
GPD, DWG	0,43	0,41	30,56
CA, FC	1,53 <sup>b</sup>	1,67 <sup>a</sup>	6,66

<sup>1</sup>Coeficiente de Variação.

<sup>1</sup> *Coefficient of variation.*

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste T a nível de 5% de probabilidade.

*Means followed by different letters on the same line differ statistically by the T test at the 5% probability level.*

Os resultados de concentração ureia no plasma sanguíneo dos leitões alimentados com farelo de soja e soja semi integral extrusada (Tabela 7).

**Tabela 7** - Quantidade de ureia no plasma sanguíneo dos animais (mg/dL) nas dietas contendo Farelo de Soja (SM) e Soja Semi Integral Extrusada (SSIE).

*Table 7 - Amount of urea in blood plasma of animals (mg /dL). in the diets containing Soybean Meal (SM) and extruded semi-whole soybeans (ESWS)..*

	FS, SM	SSIE, ESWS	CV <sup>1</sup> %, VC % <sup>1</sup>
Pré Inicial I, <i>Pré Initial I</i>	43,5	33,31	43,74
Pré inicial II, <i>Pré Initial II</i>	36,81 <sup>a</sup>	20,75 <sup>b</sup>	65,51
Inicial, <i>Initial</i>	25,88 <sup>a</sup>	13,25 <sup>b</sup>	58,53

<sup>1</sup>Coeficiente de Variação.

<sup>1</sup> *Coefficient of variation.*

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste T a nível de 5% de probabilidade.

*Means followed by different letters on the same line differ statistically by the T test at the 5% probability level.*



A substituição total do farelo de soja pela soja semi integral extrusada (SSIE) não apresentou efeito ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos no período Pré Inicial para a concentração de ureia plasmática. Já para a fase Pré Inicial II e Inicial houve diferença, sendo que o tratamento com SSIE apresentou valores menores para a concentração de ureia plasmática.

A concentração de ureia plasmática é um indicador proteico dos animais e pode ser influenciada por diversos fatores, que vão além de peso, idade, sexo e raça, até mudanças na ingestão de proteína e qualidade destas (BERSCHAUER et al., 1983), além de sua concentração sanguínea estar diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta (WITTEWER et al., 1993).

Os menores valores de ureia plasmática encontrados para o tratamento contendo a SSIE provavelmente sejam consequência de uma melhora na qualidade da proteína do alimento devido ao processo de extrusão e pela maior inclusão de aminoácidos sintéticos na dieta.

Segundo estudos de Oliveira et al. (2004) destacam que para a diminuição de excreção de nitrogênio pelos animais podem ser utilizadas dietas com baixo nível de proteína bruta com a suplementação de aminoácidos, diminuindo assim a concentração de nitrogênio da ureia plasmática.

Os resultados da análise econômica (Tabela 8), foi considerado o custo do FS, de R\$ 1,35 o kg e o preço da SSIE também de R\$ 1,35 o kg. O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho aumentou ( $P<0,05$ ) na fase inicial com a substituição total do FS por SSIE.

Li et al. (1990) afirmam que a utilização em dietas de farelo de soja ou soja processada de maneira correta está diretamente relacionada com a disponibilidade de cada produto e do fator econômico envolvido, sendo que todos mostram desempenhos semelhantes nos suínos.

**Tabela 8** - Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de suíno produzido (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) para suínos em diferentes períodos experimentais, alimentados com as rações contendo farelo de soja e soja semi integral extrusada.

*Table 8 - Diet cost per kilogram, cost in diet per kilogram of pig produced (DC), economic efficiency index (EER) and mean cost index (CR) of pigs in different experimental periods fed diets containing Soybean meal and extruded semi-whole soybeans*

Variáveis, Variables	Tratamentos, Treatments		
	FS, SM	SSIE, ESWS	CV <sup>1</sup> %, VC % <sup>1</sup>
Pré inicial I, <i>Pré initial I</i>			
Custo da ração <sup>2</sup> , R\$/kg, <i>Diet cost<sup>2</sup>, R\$/kg</i>	2,98	2,93	-
CR <sup>3</sup> , R\$/kg PV ganho, <i>DC<sup>3</sup>, R\$/kg Bw gain</i>	4,48	3,86	29,57
IEE, <i>EER</i>	86	100	-
IC, <i>CR</i>	116	100	-
Pré inicial II, <i>Pré initial II</i>			
Custo da ração <sup>2</sup> , R\$/kg, <i>Diet cost<sup>2</sup>, R\$/kg</i>	2,28	2,27	-
CR <sup>3</sup> , R\$/kg PV ganho, <i>DC<sup>3</sup>, R\$/kg Bw gain</i>	3,51	3,73	12,70
IEE, <i>EER</i>	100	94	-
IC, <i>CR</i>	100	106	-
Inicial, <i>Initial</i>			
Custo da ração <sup>2</sup> , R\$/kg, <i>Diet cost<sup>2</sup>, R\$/kg</i>	1,13	1,17	-
CR <sup>3</sup> , R\$/kg PV ganho, <i>DC<sup>3</sup>, R\$/kg Bw gain</i>	1,79 <sup>b</sup>	2,07 <sup>a</sup>	11,60
IEE, <i>EER</i>	100	86	-
IC, <i>CR</i>	100	116	-

<sup>1</sup>Coeficiente de Variação.

<sup>2</sup>Custo de 1kg de ração.

<sup>3</sup>Custo em ração por kg de PV ganho no período, médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes (P<0,05)

<sup>1</sup> *Coefficient of variation*

<sup>2</sup> *Costs based on prices relationship for HMCS of 70 % (R\$) of common corn value.*

<sup>3</sup> *Diet cost per kg of BW gain in period, means in the same line following for different letter are statistically different (P<0,05).*

Somente na fase inicial, o custo do quilograma da ração foi ligeiramente mais alto. Fato que deve ser atribuído a piora na conversão alimentar do tratamento que continha SSIE. Isso influenciou diretamente o aumento expressivo no custo em ração de



quilograma por peso vivo, contribuindo para tornar a ração que continha o alimento mais cara na nesta fase.

Os resultados deste trabalho não estão de acordo com Ludke et al. (2007) em relação a análise econômica, que entre alguns tipos de processamento, encontrou que a soja semi integral extrusada foi a que proporcionou melhor resultado econômico, além de trazer resultados semelhantes aos demais tipos de processamento o para o desempenho dos animais.



## 5 CONCLUSÃO

A soja semi integral extrusada mostrou ser uma fonte alternativa de energia e proteína adequada para a alimentação de leitões, por apresentar bons valores nutricionais e conteúdo de energia metabolizável de  $4019\text{kcal.kg}^{-1}$  na matéria natural;

No desempenho, a substituição de 100% do farelo de soja pela soja semi integral extrusada não alterou o ganho de peso diário e o consumo diário de ração mas piorou a conversão alimentar e os resultados econômicos no período total.



## REFERÊNCIAS:

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S.; GOMES, C.G. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.

BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.183-199 (Embrapa Soja. Documentos, 124).

Disponível em:

<<http://data.novo.gessulli.com.br/file/2012/05/09/E142914-F00001-S513.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

BERSCHAUER, F.; CLOSE, W. H.; STEPHENS, D. B. The influence of protein: energy value of the ration and level of feed intake on the energy and nitrogen metabolism of the growing pig N metabolism at two environmental temperatures. **British Journal of Nutrition**, v.49, n.271, 1983.

BERTIPAGLIA, L.M.A.; DE MELO, G.M.P.; SUGOHARA, V.; DE MELO, W. J.; BERTIPAGLIA, L.A. Alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p.2003-2008, 2008.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982008001100016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008001100016)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V.; FRANKE, M.R. Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v.30, n.1, p.150-157, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5447.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2017.

BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Soja integral extrusada na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.3, p.134-146, nov./dez. 2004. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/014V1N3P134\\_146\\_NOV2004.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/014V1N3P134_146_NOV2004.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2017.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2. ed. Campinas: Mundo Agro Editora, 2010. 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 of Nutrition**, v. 36, n. 4, p. 446-453, 2012.

CASTILLO, W.L.; KRONKA, R.N.; BARBOSA, H.P.; THOMAZ, M.C.; GOMES DA SILVA, L.P.; RIBEIRO, P.R.; CARVALHO, L.E.; TRINDADE NETO, M.A. Efeito da utilização da soja semi-integral extrusada sobre o desempenho e as características das carcaças de suínos. **ARS Veterinária**, v.17, n.2, p.137-143, 2001. Disponível em: <<http://www.arsveterinaria.org.br/arquivo/2001/v.17,%20n.2,%202001/137-143.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

FEDALTO, L.M.; TULESKI, G.L.R.; WARPECHOSKI, M.B.; BRAGA, T. Ração de farelo de soja e de soja integral extrusada e diferentes níveis de substituição do milho por titricale na alimentação animal. I. Desempenho no crescimento de suínos. **Archives of Veterinary Science**, v.4, n.1, p.65-67, 1999. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/3782/3023>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigoilhho para suínos**. (S.I): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).

LEITE, P.R.S.C.; MENDES, F.R.; PEREIRA, M.L.R.; LACERDA, M.J.R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15, p.1138-1157, 30 nov. 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/limitacoes.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

LI, F.D.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, v.68, n.6, p.1790-1799, 1990. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2384373>>. Acesso em: 11 fev. 2017.

LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, G.J.M.M.; LANZMASTER, M.; ARDIGO, R. Soja integral processada de diferentes formas para uso em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v.36, n.5, p.1566-1572, nov. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007000700015&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007000700015&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 04 jun. 2017.

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.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P.C.; SILVA, F.O.; AROUCA, C.L.C.; SILVA, F.C.O. 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**, Belo Horizonte, v.56, n.2, p.207-213, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352004000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352004000200011)>. Acesso em: 19 mar. 2017.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T.; COSTA, P. M. A.; TAFURI, M. L. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.

OLIVEIRA, G.C.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; BASTOS, A.O.; FRAGA, A.L. Efeito das Dietas de Baixo Teor de Proteína Bruta, Suplementadas com Aminoácidos, para Leitões Machos Castrados (15 a 30 kg)<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1747-1757, 2004.

PARR INSTRUMENTS Co., Moline, ie. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, p.29. (Parr Manual, 153), 1984.

PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of animal Science**, v.27, n.5, p.1303-1309, 1968.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, p.91, 2011.

SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO JR., J.M.; CAFÉ, M.B.; FREITAS, E.R. Efeito da Idade dos Frangos de Corte sobre a Atividade Enzimática e Digestibilidade dos Nutrientes do Farelo de Soja e da Soja Integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v.33, n.4, p.924-935, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n4/22089.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

SEBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame (*Dioscorea rotundata*)**. 1996. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/250703>>. Acesso em: 12 fev. 2017.



SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, p.235, 2002.

THOMAZ, M.C.; SILVEIRA, A.C.; KRONKA,R.N.; KRONKA, S.N.; BUDIÑO, F.E.L. Digestibilidade da soja semi-integral extrusada para leitões na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.3, p.290-297, 2012. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/14403/11952>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

WITWTER, F., REYES, J.M., OPITZ, H; CONTRERAS, P.A.; Bolmwald, T.M. Determinación de úrea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinária**. 25, 165-172. 1993.