

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**ESCOLA DE VETERINÁRIA**  
**Colegiado de pós-graduação em Zootecnia**

**Efeitos dos processamentos da soja sobre o desempenho de  
frangos de corte**

**MARILANE DAS DORES SILVA**

**BELO HORIZONTE**  
**2013**

MARILANE DAS DÔRES SILVA

**Efeitos dos processamentos da soja sobre o desempenho de  
frangos de corte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área: Produção Animal – Zootecnia

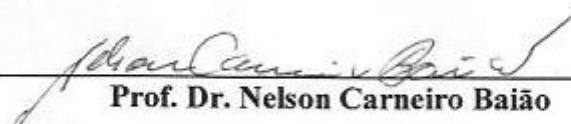
Orientador: Prof. Dr. Leonardo José Camargos  
Lara

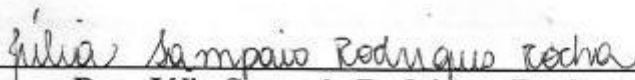
Belo Horizonte - MG

2013

Dissertação defendida e aprovada em 18/02/2013 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Júlia Sampaio Rodrigues Rocha**

**Dedico este trabalho aos meus pais,  
Marcos e Maria, e as minhas irmãs,  
Márcia e Mônica que sempre me  
incentivaram e acreditaram nos meus  
sonhos.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus do impossível, que me permitiu realizar mais essa etapa do meu grande sonho.

Aos meus pais, Marcos e Maria, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram.

Ao Marco Túlio, pelo amor, paciência, carinho e, por estar sempre ao meu lado.

Às minhas irmãs Márcia e Mônica, pela amizade, carinho e incentivo.

A minha avó Anézia pelo amor e orações.

À toda a minha família pelo carinho e incentivo.

Ao meu Orientador, Professor Leonardo Lara, pelos ensinamentos, paciência, orientação, disponibilidade, confiança e, principalmente amizade.

Ao Professor Baião pelos ensinamentos e amizade.

Ao amigo Luiz, pela amizade, incentivo e ajuda constante, meu sincero agradecimento.

Ao amigo Mauricio, pela grande ajuda e amizade.

À amiga Juliana, pela ajuda na preparação dos experimentos.

À amiga Tânia, pela ajuda nos experimentos e correção dessa dissertação.

À as amigas Karen e Thasia, pela amizade e acolhida.

À amiga Kamilla, pela amizade, força e ajuda na execução deste projeto.

À as amigas Mariana e Júlia, pela grande ajuda nas análises estatísticas.

Aos amigos da avicultura (Ed, Paulinha, Winnie, Cristiano, Rui, Rodrigo, Diogo) pela amizade e contribuição na execução deste projeto.

Ao Toninho, pela amizade e grande ajuda nas análises no Laboratório de Nutrição Animal.

As secretárias da pós-graduação em zootecnia da UFMG (Eloíza, Paula).

Aos funcionários da Fazenda Experimental Hélio Barbosa (Renato, Elaine, Fabiana, Jovino e Iolanda).

À Escola de Veterinária da UFMG, pela estrutura e apoio.

Ao Pedro T. Abe, diretor e representante da FATEC, por tornar este projeto viável.

À Empresa FATEC, pela confiança e financiamento deste projeto.

Às aves que serviram de animal experimental e geraram os dados para este trabalho.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1.	Tipos de processamento de soja	13
2.1.1.	Processamento da soja integral	13
2.1.2.	Tostagem	14
2.1.3.	Micronização	14
2.1.4.	Extrusão	15
2.1.5.	Farelo de Soja	16
2.1.6.	Farelo de soja hidrolisado	16
2.2.	Fatores antinutricionais da soja	17
2.3.	Avaliação dos métodos de processamento	17
2.3.1.	Índice de atividade ureática	17
2.3.2.	Solubilidade protéica	19
3.	EFEITOS DO PROCESSAMENTO DA SOJA E DO FARELO DE SOJA SOBRE DESEMPENHO FRANGOS DE CORTE	20
3.1.	Soja integral na avicultura	20
3.2.	Farelo de soja hidrolisado na alimentação animal	21
4.	EXPERIMENTO I: DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM FARELO DE SOJA HIDROLISADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO	23
4.1.	Condições Experimentais	23
4.1.1.	Local e período	23
4.1.2.	Aves e manejo	23
4.1.3.	Tratamentos	24
4.1.4.	Rações	24
4.2.	Dados obtidos	26
4.2.1.	Desempenho produtivo	26
4.2.1.1	Consumo de ração	26
.		
4.2.1.2	Ganho de peso	27
.		
4.2.1.3	Conversão alimentar	27
.		
4.2.1.4	Rendimento da carcaça e peso relativo de pâncreas e fígado	27
.		
4.2.1.5	Viabilidade e o índice de fator de produção	27
.		
4.3.	Delineamento experimental	27
5.	EXPERIMENTO II: USO DE DIFERENTES TIPOS DE PROCESSAMENTO DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA	28

5.1.	Condições Experimentais	28
5.1.1.	Local e período	28
5.1.2.	Aves e manejo	28
5.1.3.	Tratamentos	28
5.1.4.	Rações	28
5.2.	Dados obtidos	31
5.2.1.	Desempenho produtivo	31
5.2.2.	Delineamento experimental	31
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1.	EXPERIMENTO I: DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM FARELO DE SOJA HIDROLISADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO	31
6.1.1.	Avaliações de desempenho zootécnico	31
6.2.	EXPERIMENTO II: USO DE DIFERENTES TIPOS DE PROCESSAMENTO DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA	35
6.2.1.	Resultados e discussões	35
6.2.2.	Avaliações de desempenho zootécnico	36
7.	CONCLUSÕES	40
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
	ANEXO	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Padrão de atividade ureática do farelo de Soja	19
Tabela 2. Composição centesimal das rações iniciais de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados	24
Tabela 3. Composição centesimal das rações de crescimento de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados.	25
Tabela 4. Composição centesimal das rações iniciais de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados	28
Tabela 5. Composição centesimal das rações de crescimento de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados	30
Tabela 6. Consumo de ração de frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.	32
Tabela 7. Ganho de peso de frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.	33
Tabela 8. Conversão alimentar dos frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.	33
Tabela 9. Rendimento de carcaça e peso dos órgãos em relação à carcaça dos frangos de corte aos 38 dias alimentados com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado.	34
Tabela 10- Avaliação econômica e índice de fator produtivo (IFP) de frangos de cortes alimentados com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado	36
Tabela 11. Resultados das análises de atividade ureática, PB e EE, do farelo de soja, da soja integral extrusada e da soja integral tostada de acordo com método de processamento	36
Tabela 12. Dados de consumo de ração de frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.	36
Tabela 13. Ganho de peso de frangos de corte aos sete, 21 e 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.	37
Tabela 14. Dados de conversão alimentar de frangos de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.	38
Tabela 15. Rendimento de carcaça e peso de órgãos em relação à carcaça de frangos de corte aos 38 dias de idade de acordo com os tratamentos	39
Tabela 16- Avaliação econômica dos frangos de cortes de acordo com os tratamentos	39
Tabela 17. Resultados das análises das rações iniciais com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado	49
Tabela 18. Resultados das análises das rações de crescimento com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado	49
Tabela 19. Resultados das análises dos farelos de soja de acordo com método de processamento	49
Tabela 20. Matriz nutricional do farelo de soja hidrolisado de acordo com o fabricante.	50
Tabela 21. Resultados das análises das rações iniciais com diferentes tipos de processamento de soja	50
Tabela 22. Resultado das análises das rações de crescimento com diferentes tipos de processamento de soja	50



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CA – Conversão alimentar  
CRM – Consumo de ração  
FS – Farelo de soja  
FSH – Farelo de soja hidrolisado  
GPM – Ganho de Peso  
IEP – Índice de eficiência produtiva  
OV – Óleo de vísceras  
OS – Óleo de soja  
RCA – Rendimento de carcaça  
RPCA – Peso de pâncreas em relação a carcaça  
PFCA – Peso de fígado em relação a carcaça  
SE - Soja integral extrusada  
ST - Soja integral tostada

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1- Consumo de ração de frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos 33

## RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos para avaliar o desempenho de frangos de corte alimentados com soja integral, considerando-se o ganho de peso (GPM), consumo de ração (CRM), conversão alimentar (CA), mensurados aos sete, 21 e 38 dias de idade, e rendimento de carcaça (RCA), peso relativo de pâncreas (RPCA) e fígado (RFCA) em relação a carcaça aos 38 dias. No primeiro experimento foi avaliado o desempenho de frangos de corte alimentados com quatro níveis, 25, 50, 75 e 100% de farelo de soja hidrolisado (FSH), comparado a aves alimentadas com dieta à base de farelo de soja+ óleo degomado de soja (FS+OS). O segundo experimento avaliou o desempenho de frangos de corte alimentados com FS+OS, farelo de soja mais óleo de vísceras (FS+OV), soja integral extrusada (SE) e soja integral tostada (ST). O delineamento utilizado em ambos os experimentos foi inteiramente casualizado, com seis repetições com 31 aves, sendo que no primeiro ensaio foram feitas análises de regressão linear para o ajustamento das repostas. No primeiro ensaio observou-se que o consumo de ração médio diminuiu até os sete dias de idade, à medida que se aumentava os níveis inclusão de FSH, entretanto de um a 21 dias uma regressão raiz-quadrada foi observada entre o consumo de ração e os níveis de substituição do FSH, atingindo o CRM máximo no nível de 16% de inclusão de FSH, decrescendo o CRM após esse nível, de um a 38 dias os níveis de inclusão do farelo de soja hidrolisado não afetaram o consumo de ração. O GPM das aves nos tratamentos com 25, 50, 75, 100% de inclusão de farelo de soja hidrolisado aos sete, 21 e 38 dias foi afetado pelos níveis de inclusão, apresentaram menor GPM quando comparadas ao tratamento controle. A CA aos 21 dias piorou à medida que se aumentou a inclusão de FSH. Entretanto, quando analisada a CA no período um a sete e de um a 38 dias, não houve diferenças significativas. Não houve diferenças significativas no RCA, RPCA e RFCA. No segundo experimento, não houve diferenças significativas na CA das aves no período de um a sete dias, no entanto de um a 21 e um a 38 dias observou-se um pior CA do tratamento com FS+OV e a melhor do tratamento com ST. O CRM de um a sete dias e de um a 38 dias foi menor no tratamento com ST, no entanto, no período de um a 21 dias não houve diferença significativa entre os tratamentos. O GPM do tratamento com FS+OS foi superior aos dos tratamentos FO+OV e SE, que foram semelhantes entre si, e o tratamento com ST apresentou menor ganho de peso de um a 38 dias. O RCA, RPCA e RFCA, não apresentaram diferenças significativas. Conclui-se que o FSH não proporcionou melhoria no desempenho de frangos de corte de um a 38 dias, e aves alimentadas com ST apresentaram menor desempenho quando comparados aos tratamentos FS+OV, FS+OS, SE.

**PALAVRAS CHAVE:** frangos de corte, desempenho, farelo de soja, farelo de soja hidrolisado, soja extrusada, soja tostada.

## ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the performance of broilers fed soybean, considering the weight gain (GPM), feed intake (CRM), feed conversion (CA), measured at seven, 21 and 38 days of age, and carcass yield (RCA), relative weight of pancreas (RPCA) and liver (RFCA) for carcass at 38 days. In the first experiment evaluated the performance of broilers fed four levels, 25, 50, 75 and 100% of soybean meal hydrolyzate (FSH), compared to birds fed diets based on soybean meal + degummed soybean (FS + OS). The second experiment evaluated the performance of broilers fed FS + OS, poultry fat more soybean meal (FS + OV), extruded whole soybean (SE) and roasted whole soybean (ST). The design used in both experiments was completely randomized with six replications with 31 birds, with the first trial were made linear regression analysis for adjustment for answers. In the first trial was observed that the average feed consumption decreased to seven days old, as they include increased levels of FSH, but a 21 days root-square regression was observed in the CRM, and replacement levels of FSH, reaching the CRM maximum at 16% inclusion of FSH, decreasing the CRM after this level, one to 38 days inclusion levels of soybean meal hydrolyzate did not affect feed intake. The GPM birds in treatments with 25, 50, 75, 100% inclusion of soybean meal hydrolyzate at seven, 21 and 38 days was affected by inclusion levels had lower GPM compared to the control treatment. CA deteriorated at 21 days was increased as the inclusion of FSH. However, when analyzing the CA during one to seven and one to 38 days, no significant differences. No significant differences in RCA, RPCA and RFCA. In the second experiment, no significant differences in the CA of birds from one to seven days, however one to 21 to 38 days there was a worse CA FS + OV treatment and better treatment with ST. The CRM from one to seven days and one at 38 days was lower in the treatment with ST, however, within one to 21 days there was no significant difference between treatments. GPM treatment with FS + OS treatment was superior to the FO +OV and IF, which were similar between the treatment with ST showed less weight gain of one to 38 days. The RCA, RPCA and RFCA, no significant differences. It is concluded that FSH did not improve the performance of broilers from one to 38 days, and chicks fed with ST had lower performance when compared to treatments OV + FS, FS + OS, SE.

**KEYWORDS:** broilers, performance, soybean meal, soybean meal hydrolyzate, extruded soybean, whole toasted soybean

## 1. INTRODUÇÃO

Os produtos de soja devem ser caracterizados segundo o seu método de processamento, cuja necessidade de processamento para inativar os fatores antinutricionais presentes nos grãos crus e a manutenção da qualidade nutricional impulsionaram o desenvolvimento de vários métodos para se atingir esse objetivo, originando produtos com características nutricionais variáveis (Jorge Netto, 1992; Navarro, 1992).

Os principais processamentos para beneficiamento da soja são a extração de óleos com solventes, a tostagem, a micronização e a extrusão da soja. No processamento da soja são produzidos vários ingredientes com aplicação em nutrição animal, entre os quais: o farelo de soja, o óleo degomado, as lecitinas, a borra acidulada, a casca e o concentrado proteico de soja. Portanto, as proteínas de soja usadas na alimentação animal devem ser processadas, sendo amplamente utilizados os tratamentos térmicos (Osborne e Mendel, 1917; Hancock et al, 1990), extrusão (Burnham et al., 2000), purificada (Hancock et al, 1989), ou desengordurada para diminuir as concentrações de fatores antinutricionais. No entanto, a fermentação também pode diminuir ou eliminar os fatores antinutricionais (Mital e Garg, 1990; Hachmeister e Fung, 1993).

Apesar das limitações devido à presença de alguns fatores antinutricionais, mas em função do custo/benefício, todos os avicultores utilizam o farelo de soja como a principal fonte de proteína, (Britzman, 2006; Sarikhan et al., 2010). No entanto, diversos trabalhos indicam que a utilização da soja integral extrusada ou tostada em rações de frango de corte proporciona desempenho semelhante ou superior ao proporcionado por rações contendo farelo de soja e óleo (Mustakas et al., 1964; White et al., 1967; Sell, 1984; Paradis et al., 1978; Baier et al., 1989; Pinheiro, 1993). Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de frangos de corte alimentados com farelo de soja hidrolisado comparado ao farelo de soja+ de óleo de soja e, também o desempenho de aves alimentadas com farelo de soja+óleo de vísceras, de soja integral tostada e soja integral extrusada.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Tipos de processamento de soja

#### 2.1.1. Processamento da soja integral

A soja integral possui cerca de 18% de extrato etéreo e 35% de proteína (Rostagno, 2000). Variações nos teores nutricionais podem ocorrer em função de clima, solo, tipo de cultivo e variedade genética. A composição em aminoácidos da soja integral favorece a formulação de dietas para frangos de corte e suínos, exceto para os aminoácidos sulfurados, que apresentam baixos teores (Borges et al., 2003).

Existem diversos métodos de processamento do grão de soja, que incluem a aplicação do calor úmido e do calor seco. De maneira geral, o processamento pode ser classificado em: curto – quando é utilizada alta temperatura em pouco tempo (130 – 170°C, 10 - 180 segundos) ou longo – quando se aplica uma menor temperatura em maior

tempo (105°C, 15 – 30 minutos) (Mateos et al., 2002). A extrusão, a micronização e a tostagem (tambor rotativo ou jet-sploder) são exemplos de processos curtos. A autoclavagem, microondas e tostagem a vapor, são exemplos de processos longos. Normalmente, os processos curtos utilizam calor seco e os processos longos calor úmido. Entre os processos, a umidade, a temperatura e o tempo de exposição ao calor, são as principais variáveis. Outros aspectos como granulometria e intensidade do atrito nos grãos podem variar entre processamentos. Na literatura, a descrição das tecnologias de processamento da soja é extensa, mas aqui serão considerados somente os processos comumente utilizados para o tratamento térmico.

### **2.1.2. Tostagem**

A tostagem é o processo mais utilizado para a desativação das substâncias antinutritivas da soja. Há vários métodos de tostagem no qual o calor é úmido ou seco e sua aplicação direta ou indireta. A tostagem a vapor utiliza ar úmido e a tostagem em tambor rotativo e “jet sploder” ar seco. Na tostagem a vapor, como na autoclavagem, a temperatura utilizada é relativamente baixa (100 – 130°C) em relação à dos outros tipos (140 – 170°C). Nos processos, basicamente, tubulações contendo roscas helicoidais movimentam os grãos de soja sob a fonte de calor (Bellaver e Snizek Jr., 1999).

O processo de tostagem é um dos que pode comprometer a qualidade da proteína devido à aplicação direta de calor seco. Os processos que utilizam calor úmido combinado com pressão são mais eficazes que os que utilizam calor seco (Van Soest, 1987).

A tostagem mantém a integridade dos vacúolos lipídicos, o que assegura melhor proteção à rancificação oxidativa (Herkelman et al., 1992), mas reduz a disponibilidade do óleo.

### **2.1.3. Micronização**

Na micronização, os grãos de soja passam por uma esteira vibratória sob raios infravermelhos. Esses raios penetram nos grãos agitando as moléculas de água, que elevam a temperatura até 220°C. Os grãos se expandem e, posteriormente, são laminados e triturados. No processo, há gelatinização do amido e ruptura dos vacúolos lipídicos (Bellaver e Snizek Jr, 1999).

### **2.1.4. Extrusão**

Segundo Cheftel (1986), a extrusão é um processo de cozimento sob pressão e alta temperatura, sendo que as principais funções deste processo são hidratação, mistura, tratamento térmico, gelatinização do amido, desnaturação das proteínas, destruição dos microrganismos e de alguns componentes tóxicos.

O processo de extrusão utiliza pressão e temperatura elevadas (30-60 atm; 130 -180 °C) em um curto período de tempo (10-30 seg). Além de térmico, a extrusão pode ser considerada um processo mecânico. Um cilindro fricciona os grãos no cone extrusor. O atrito gerado expõe a fração lipídica da soja pela ruptura dos vacúolos lipídicos, o que favorece a digestão e a absorção da gordura pelos animais (Café et al., 2000a).

Na extrusão úmida, há aplicação de vapor aos grãos antes do processo. Esse procedimento é mais eficaz em inativar as substâncias antinutritivas quando comparado à

extrusão a seco. Outras vantagens da extrusão são a desnaturação das proteínas antigênicas (glicina e b-conglicinina) e das lipoxigenases. As lipoxigenases são responsáveis pela rancificação oxidativa das gorduras. A extrusão permite a estocagem da soja por um período maior (Bellaver e Snizek Jr., 1999).

O processo de extrusão melhora a digestibilidade dos nutrientes da soja, principalmente do amido e da proteína, sendo um dos processos mais eficientes nesse sentido (Herkelman et al., 1992). Em pressão e temperatura elevadas ocorre gelatinização do amido e alteração da estrutura das proteínas (Bataglia, 1990).

Vários estudos têm mostrado que a ruptura destas células proporciona aumento na absorção do óleo da soja pelas aves (Carew *et al.*, 1961, Featherston e Rogler, 1966 e Adams & Jensen, 1985). Estes resultados são confirmados pelos trabalhos realizados por Waldroup (s.d.), Adams e Jensen (1985) e por Kan *et al.* (1988). Considerando-se que além do óleo presente no grão de soja, os carboidratos também contribuem para o valor energético, outros benefícios do processo de extrusão podem explicar o melhor aproveitamento da energia da soja extrusada pelas aves. Durante o processo de extrusão, a forma física do amido nos materiais crus muda sensivelmente, desaparecendo sua estrutura granular e cristalina e, tornando-se total ou parcialmente gelatinizado (Bataglia, 1990).

Segundo Marsman et al. (1995), o adequado processo de extrusão aumenta a quebra das proteínas, com maior ação de enzimas digestivas, e o superprocessamento diminui o valor nutricional, pela formação da reação de Maillard, onde à combinação do grupo épsilon do aminoácido lisina com açúcares redutores e aldeídos, afeta a digestibilidade de alguns aminoácidos, especialmente a lisina.

### **2.1.5. Farelo de Soja**

O farelo de soja (FS) é produzido a partir da expansão da soja, através da extração por hexano, desse processo também é produzida a miscela. Para recuperar parte do hexano ainda presente no farelo e desativar os fatores antinutricionais, o farelo de soja é levado ao “toaster”, em seguida, é peletizado para compactar o farelo e facilitar armazenagem e transporte (Bellaver e Snizek Jr., 1999).

A retirada ou adição de casca é que determina porcentagem de proteína bruta (entre 42 e 50%), para dar fluidez ao produto e evitar o empedramento do farelo, pode ser agregado bentonita ou talco. Isso deve ser diferenciado de adulteração, na qual os agentes de fluidez são adicionados em excesso, o que prejudica o desempenho animal. O processamento adequado confere a qualidade do farelo, tornando-o altamente palatável e digestível (Lima et al., 2011).

O farelo de soja apresenta um bom balanço de aminoácidos, geralmente, uma baixa concentração de fibras e um elevado conteúdo de energia digestível, no entanto o conteúdo de fibra interfere na energia digestível, pois o farelo com casca apresenta menor conteúdo de energia digestível quando comparado ao farelo sem casca, assim como conteúdo residual de óleo. O superaquecimento leva a reação de Maillard, que produz uma coloração caramelada devido ao pigmento melanodina (Ward 1996). O subaquecimento do farelo de soja não elimina os fatores antinutricionais que interferem no processo digestivo de aves e suínos, (Swick, 1996).

Na sua industrialização, o farelo é gerado com um rendimento de 76,5%, representando dois terços dos farelos proteicos consumidos na alimentação animal (Rostagno et al., 2004).

#### **2.1.6. Farelo de soja hidrolisado**

O farelo de soja hidrolisado (FSH) (Pepsoygen ®, Genebiotech, Coréia) é produzido pela fermentação em estado sólido do farelo de soja na presença de *Apergillus oryzae* e *Bacillus subtilis*. Fatores antinutricionais, alérgicos, oligossacarídeos, e os açúcares são removidos do farelo de soja durante fermentação (Hong et al., 2004; Yang et al., 2007; Pahm, 2008).

As proteínas do farelo de soja também são hidrolisadas durante a fermentação, o que resulta em um peptídeo de tamanho reduzido em comparação ao farelo de soja (Hong et al., 2004). O FSH contém aproximadamente 10% a mais de proteína do que o farelo de soja, mas a sequência de aminoácidos é semelhante ao mesmo (Hong et al., 2004).

#### **2.2. Fatores antinutricionais da soja**

As leguminosas constituem uma grande fonte proteica nas dietas de humanos e animais, e a qualidade nutricional depende, basicamente, da composição e da disponibilidade biológica de seus nutrientes, e da presença de fatores tóxicos e antinutricionais. No entanto, elas contêm fatores antinutricionais e a eliminação desses princípios indesejáveis é efetuada através do emprego de calor (Palic et al., 2008).

- a. Os principais fatores antinutricionais são: Inibidores de tripsina e quimiotripsina (Kunitz e Bowman-Birk). O inibidor de tripsina é o fator a que se dá maior importância, pois quando é inativado pelo aquecimento, os demais fatores termolábeis já estão controlados (Borges et al., 2003). Os inibidores de proteases são proteínas de baixo peso molecular que se complexam com a tripsina (fator Kunitz) e com a tripsina e quimiotripsina (fator Bowman-Birk), formando compostos de difícil dissociação, que prejudicam a digestão de proteínas. Os inibidores de proteases aceleram a secreção de enzimas por um mecanismo de “feedback” por meio da colecistoquinina (CCK). Normalmente, a quantidade de enzimas secretadas pelo pâncreas é regulada pelo teor de proteínas existente no lúmen intestinal. A tripsina se liga a proteínas até que esteja em excesso; quando isso acontece, a tripsina livre envia um sinal ao pâncreas para reduzir a síntese de tripsinogênio. Porém, quando o inibidor se liga à tripsina, a secreção pelo pâncreas do tripsinogênio é maior. Isso resulta em hipertrofia do pâncreas, uma resposta biológica reversível que não ocasiona dano ao órgão ou à sua função. A redução do crescimento causada por esses inibidores pode ser consequência da perda endógena de aminoácidos essenciais, os quais são secretados pelo pâncreas hiperativo, pois a tripsina e a quimotripsina são particularmente ricas em aminoácidos sulfurados (Racks et al., 1985; Liener, 1991). Estudos revelam que a inativação da tripsina pelo inibidor tripsínico, estimula a produção de CCK, quando isolado no suco pancreático de ratos um “peptídeo monitor”, o qual é sensível à tripsina. Esse peptídeo age como um sinal para liberação do hormônio CCK na mucosa intestinal. A inativação desse peptídeo pela tripsina leva ao bloqueio da liberação



- do CCK, porém, quando a tripsina está complexada com o inibidor, o peptídeo está livre para induzir a liberação do referido hormônio, cujo efeito é o aumento do pâncreas com a consequente elevação da secreção de enzimas digestivas (Liener, 1994).
- b. Lectinas agem combinando-se com as células da parede intestinal e com isso causam interferência não específica na absorção de nutrientes (Jaffe, 1980);
  - c. Fatores alergênicos (Glicinina e b-Conglicinina), que reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos deletérios nas microvilosidades do intestino delgado;
  - d. Lipase e lipoxigenase que promovem a oxidação e rancificação do óleo da soja;
  - e. Existem também os polissacarídeos não amiláceos solúveis (PNAS), que causam diminuição no desempenho dos animais. O termo PNAS, cobre uma grande extensão de moléculas de polissacarídeos com exceção do amido. A classificação dos PNAS recai em três grandes grupos: celulose, polímeros não celulósicos (pentosanos, arabinoxylanos, xylanos, b-Glucanos) e polissacarídeos pécticos (glicomananos, galactomananos, arabinanos, xiloglucanos e galactanos), entre outras moléculas (Lima et al., 2011).

### **2.3. Avaliação dos métodos de processamentos**

O objetivo principal do processamento da soja integral utilizando o calor é alcançar um equilíbrio ótimo entre a degradação de fatores antinutricionais e manutenção da disponibilidade de aminoácidos. Já o objetivo do controle de qualidade da soja processada é o de estabelecer, se este equilíbrio foi alcançado (Palic et al., 2008).

De acordo com Butolo (2002), para avaliar o grau de processamento térmico da soja existem vários métodos, sendo os métodos oficiais atividade ureática, índice de dispersibilidade de proteína e índice de solubilidade do nitrogênio. No entanto, a atividade ureática e a solubilidade da proteína em hidróxido de potássio têm sido relevantes devido à facilidade de execução e ao baixo custo laboratorial (Butolo, 2002).

Os métodos não oficiais, mas comumente utilizados, são aqueles para determinar os inibidores de atividade tripsina, lisina disponível, e a solubilidade da proteína em hidróxido de potássio (Palic et al., 2008).

#### **2.3.1. Índice de atividade ureática**

A soja crua contém a enzima urease, a qual apresenta resistência térmica semelhante aos fatores antinutricionais, esses são termolábeis, destruídos pelo calor, especialmente ao fator antitripsina. Dessa forma, o índice de atividade ureática tem sido usado há muitos anos, para determinar a eficiência do tratamento térmico que a soja ou o farelo foi submetido. A técnica de atividade ureática baseia-se no princípio de que o tratamento térmico, quando feito adequadamente, desnatura a enzima urease presente no grão de soja e esta, quando desnaturada, serve de indicativo de inibidores de tripsina, pois são desnaturados em mesma proporção. O índice de atividade ureática está baseado na liberação de amônia da uréia pela ação da enzima urease presente na soja (Smithand e Circle, 1978 citados por Ward, 1996). Isso causa uma mudança no pH da solução o qual é expresso como um índice térmico.

O grão cru apresenta atividade ureática de 2,0 a 2,5 (Butolo, 2002). Segundo ANFAR (1998), o farelo de soja e a soja, utilizados em rações de monogástricos devem ter valor máximo de atividade ureática de 0,20 ( $\Delta$ pH). A indústria americana da soja recomenda atividade ureática de 0,05 a 0,20, na tentativa de identificar os extremos do processamento (Bellaver e Snizek Junior, 1999). No Brasil, as indústrias para o recebimento do farelo de soja, estabelecem média de valores entre 0,03 e 0,16 como padrão de qualidade (Goldflus, 2001). Entretanto a legislação federal (portaria nº7, de 09 de novembro de 1988) estabelece valores de atividade ureática entre 0,05 e 0,30 para utilização do farelo de soja na alimentação animal (MAPA, 2009). De acordo com Lima et al. (2011), por meio do resultado dessa análise, pode-se observar se o farelo passou por adequado processamento térmico, pois a atividade ureática com valor de pH variando de 0,01 até no máximo de 0,15 indica se houve ou não a destruição dos fatores antinutricionais

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

Zhang e Parson (1993) observaram que frangos de corte dos sete aos 21 dias de idade alimentados com soja extrusada com 2,20 de atividade ureática apresentaram peso de pâncreas de 0,694 g (%PV) e ganho de peso de 233 g, enquanto aqueles alimentados com dieta a base de soja extrusada com 0,10 de atividade ureática apresentaram peso do pâncreas de 0,350 g (%PV) e ganho de peso de 268 g. Segundo Sakomura et al. (1996), sojas com nível zero de urease podem apresentar ótima qualidade, pois a sensibilidade desse teste restringe-se apenas em apontar a presença de urease, entretanto não mostra a manutenção da qualidade proteica.

Sakomura et al. (1998), avaliando o desempenho de aves alimentadas com soja extrusada em diferentes níveis de processamento, observaram que o desempenho de aves alimentadas com dietas formuladas com soja integral extrusada foi superior ao daquelas que consumiram dieta a base de farelo de soja, o que pode ter sido consequência do maior teor de óleo na soja integral e na atividade antitripsina, que foi maior no farelo de soja. O valor nutritivo do farelo de soja integral esta relacionado, principalmente, com o tipo de processamento utilizado, com efeitos sobre a inativação dos fatores antinutricionais (Davies *et al.*, 1997; Bertol *et al.*, 2001).

Tabela 1. Padrão de Atividade Ureática do Farelo de Soja

<b>Classificação</b>	<b>Atividade Ureática</b>
<b>Excelente</b>	0,01 – 0,05
<b>Boa</b>	0,06 – 0,20
<b>Regular</b>	0,21 – 0,31
<b>Deficiente</b>	>0,30

Adaptado de Lima et al. (2011).

O adequado processamento da soja pode ser avaliado a partir da variação de pH (Tabela 1), onde pH variando entre 0,01 e 0,20 indica que houve a inativação dos inibidores de tripsina, obtendo-se um produto de boa qualidade nutricional. A partir disso, a qualidade nutricional do alimento pode estar comprometida pela presença dos fatores antinutricionais ainda existentes.

### 2.3.2. Solubilidade protéica

A solubilidade protéica é reconhecida como sendo um dos melhores métodos para avaliar sub ou superprocessamento (Bellaver, 1998) e indica o percentual de proteína disponível para absorção pelo animal e envolve a determinação da solubilidade com solução de KOH 0,20%.

As proteínas da soja sofrem influência do tratamento térmico do grão, sendo que sua solubilidade tende a ser reduzida à medida que se aumenta o tempo ou a temperatura de seu processamento, essa redução da solubilidade resulta geralmente em menor digestibilidade pelas aves, uma vez que a solubilidade em KOH estima a solubilidade da proteína no trato digestório das aves e, conseqüentemente a disponibilidade dos aminoácidos (Palic et al., 2008).

O princípio do método baseia-se ao fato dos grupos amino ou amina livres reagirem com outros grupos para formar pontes peptídicas, que reduzem a solubilidade da proteína. Segundo Ford e Shamrock (1941) citados por Ward (1996), uma solubilidade protéica próximo ou acima de 90 % indica que a soja está crua e sem processamento. Existe uma correlação altamente positiva entre o grau de solubilidade da proteína em KOH e a disponibilidade da lisina. Segundo a portaria n°7, de 09 de novembro de 1988 a solubilidade proteica mínima deve ser de 80% para a utilização do farelo de soja na alimentação animal (MAPA, 2009). Butolo (2002) afirma que a solubilidade proteica mínima para a soja processada deve ser 77%. Valores acima de 85% indicam um subprocessamento da soja (Nunes et al., 2001; Butolo, 2002).

A metodologia da solubilidade proteica apresenta nas diferentes etapas de sua execução, variáveis que podem interferir na exatidão dos seus resultados, tais como granulometria da soja, velocidade de rotação da centrífuga e tempo de centrifugação. Segundo Fialho et al. (2005), os dados de pesquisa com os testes de solubilidade em KOH

e urease, evidenciam que o tempo mínimo de tostagem da soja deveria ser de 40 minutos a uma temperatura de 133°.

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

### **3. EFEITOS DO PROCESSAMENTO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

#### **3.1. Soja integral na avicultura**

Dale et al. (1987) testaram vários farelos de soja com atividade ureática de 0,00, tendo encontrado diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) no desempenho das aves.

Sakomura et al. (1998) compararam o desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo farelo de soja mais óleo degomado de soja, soja integral extrusada e soja integral tostada a vapor, com dois níveis de proteína. Nos resultados obtidos a soja integral extrusada proporcionou maior ganho de peso às aves em relação ao farelo de soja mais óleo degomado, mas não diferiu da soja integral tostada a vapor. A conversão alimentar das aves obtida com soja integral extrusada e soja integral tostada a vapor foi melhor em relação às aves alimentadas com farelo de soja mais óleo. Não houve diferença entre o valor nutricional da soja integral extrusada e soja integral tostada a vapor, pois estas proporcionaram desempenho semelhante das aves. Os frangos de corte tratados com a soja integral extrusada e soja integral tostada a vapor tiveram desempenhos semelhantes, sendo superiores ao desempenho dos frangos alimentados com o farelo de soja mais óleo. O melhor desempenho proporcionado pela soja integral extrusada e soja integral tostada a vapor foi atribuído ao teor de óleo mais elevado, em função do aumento da densidade calórica da dieta e ao efeito extracalórico das gorduras, o qual consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes dos ingredientes da ração, e ao efeito extrametabólico das gorduras, que melhora o desempenho devido ao aumento da eficiência energética nas rações contendo essas sojas integrais processadas em relação às rações contendo farelo de soja mais óleo. Assim, os autores concluíram que se a soja estiver dentro do padrão de qualidade, considerando-se as diferenças entre o valor nutricional da soja integral tostada a vapor e soja integral extrusada, estas proporcionam desempenho semelhante às aves.

Café et al. (2000a) realizaram ensaios biológicos com o objetivo de determinar o conteúdo de energia metabolizável da soja integral processada por diferentes métodos (extrusão e tostagem) e do farelo de soja+óleo. Nesses ensaios constatou-se que as sojas testadas apresentaram composições bromatológicas semelhantes e, que os valores de energia metabolizável obtidos para a soja extrusada foram superiores aos encontrados para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo, que foram semelhantes entre si.

Café et al. (2000b) realizaram estudo para determinar a composição em aminoácidos e os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da soja integral extrusada, tostada e

do farelo de soja+óleo. Os autores concluíram que a digestibilidade dos aminoácidos da soja integral tostada foi inferior aos da soja extrusada e farelo de soja mais óleo, que por sua vez foram semelhantes entre si. Portanto, os diferentes tipos de processamentos da soja integral conferem a esse alimento características nutricionais distintas para aves.

Ludke et al. (2004) relataram que a soja integral processada, por apresentar as vantagens do farelo, associadas ao elevado valor energético decorrente da presença do óleo no grão, envolve um potencial econômico a ser explorado na produção de monogástricos.

Sakomura et al. (2004), trabalhando com sojas integrais processadas para frangos de corte em várias idades (1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28 e 36 a 42), encontraram aumento da digestibilidade aparente e verdadeira do extrato etéreo para a mistura de farelo de soja e óleo de soja até a 3ª semana de idade e permaneceu constante até a 6ª semana. Em todas as idades, o processo de extrusão mostrou-se superior à tostagem, em razão da exposição maior do óleo à ação da lipase pancreática e aos sais biliares, facilitando a digestão e absorção de lipídeos. No entanto, no processo de tostagem, em função da disponibilidade do óleo ser limitada, os coeficientes de digestibilidade do EE foram semelhantes aos da ração, que apresentou baixo teor de extrato etéreo, cerca de 2,18 a 2,36%, dificultando o aproveitamento pelas aves.

Freitas et al. (2005), em uma pesquisa com pintos e galos, avaliaram o valor nutricional da soja integral submetida a diferentes processamentos: soja integral desativada e extrusada e das misturas de farelo de soja com óleo degomado de soja ou com óleo ácido de soja. Os resultados encontrados mostraram que os diferentes processamentos conferiram à soja integral características nutricionais que se distinguiram, principalmente quanto ao valor de energia metabolizável. Assim concluiu-se que ao formular rações para aves utilizando-se soja integral processada, deve-se considerar as diferenças na energia metabolizável, em função do processamento a que foi submetida e a idade das aves

### **3.2. Farelo de soja hidrolisado na alimentação animal**

Chah et al. (1975) mostraram que as dietas contendo soja integral fermentada por certas culturas de *Aspergillus* melhoraram significativamente o crescimento de frangos e a utilização do alimento.

A fermentação do farelo de soja convencional com *Aspergillus* aumentou o ganho de peso e reduziu a excreção de fósforo em aves (Hirabayashi et al., 1998)

A digestibilidade e absorção do farelo de soja hirolisado são melhores do que das sojas cozidas e autoclavadas (Kiers et al., 2000). Essa melhora não pode ser atribuída somente à fermentação da soja, mas é provável que os grãos de soja fermentados com bactérias *Bacillus*, tais como *Lactobacillus* podem melhorar a utilização dos nutrientes por meio de hidrólise da proteína, o que resulta na formação de aminoácidos livres e peptídeos (Steinkraus, 1996; Sarkar et al., 1997).

A fermentação do farelo de soja convencional diminui o tamanho dos peptídeos, o que pode melhorar a digestibilidade de aminoácidos (Hong et al., 2004; Min et al., 2004; Gilbert et al., 2008). Da mesma forma, o processo de fermentação pode resultar na hidrólise do fitato e liberação do fósforo ligado a essa estrutura. A biodisponibilidade do fósforo em farelo de soja hidrolisado é, portanto, maior do que do farelo convencional (Ilyas et al., 1995; Cervantes et al., 2010).

Hong et al., (2004) avaliaram o efeito da fermentação sobre a qualidade nutricional do grão de soja e farelos de soja. A soja e o farelo de soja foram fermentados por *Aspergillus oryzae*. Após a fermentação, a soja e o farelo de soja fermentado continham 10% a mais ( $P<0,05$ ) de proteína bruta do que a soja e os farelos de soja não fermentados. A fermentação aumentou o conteúdo de proteína, reduziu o tamanho peptídico da soja e do farelo de soja. Esses efeitos da fermentação podem tornar os alimentos de soja mais úteis e beneficiar a pecuária, uma vez que é a fonte de proteína mais utilizada nas rações. O perfil de aminoácidos essenciais não foi alterado após a fermentação. A fermentação eliminou ( $P<0,05$ ) a maior parte do inibidor da tripsina de soja em ambos os alimentos. De acordo com Carlile et al. (2001), este comportamento pode ser explicado pelo metabolismo do fungo *Aspergillus oryzae* que, por meio da produção de enzimas hidrolíticas que degradam carboidratos complexos como fonte de energia para o seu crescimento, com consequente produção de proteínas e lipídeos estruturais, reduzindo a proporção de carboidratos e aumentando a proporção dos demais componentes da composição centesimal.

Feng et al. (2007) observaram que pintos alimentados com farelo de soja hidrolisado tiveram maior ganho de peso e consumo de ração do que aves alimentadas com farelo de soja convencional na fase inicial e de crescimento, além disso, observaram aumento de tripsina, lipase, protease e a atividade no intestino delgado de frangos de corte alimentados com farelo de soja hidrolisado e, também diminuição da profundidade das criptas e aumento da altura das vilosidades no jejuno.

Cervantes e Pahn (2008) e Stein (2008) acreditam que o aumento na digestibilidade dos aminoácidos do farelo de soja hidrolisado é o resultado de uma taxa reduzida de passagem para as dietas contendo óleo de soja em comparação com dietas que não contem.

Wang et al. (2012) observaram que, em estudos anteriores, a alta inclusão de farelo de soja hidrolisado na dieta é menos aplicável sobre a produção de aves, por causa do aumento de custo. Por isso, buscaram uma nova estratégia de aplicação rentável em que farelo de soja hidrolisado foi incorporado em dietas de frangos com baixa taxa de inclusão (1 a 3%) para substituir uma porção de outras fontes dietéticas ricas em proteínas para animais, incluindo a farinha de peixes, glúten de milho e o farelo de soja. O ganho de peso não foi afetado pela substituição parcial do farelo hidrolisado. No entanto, as aves alimentadas com a dieta contendo 3% de farelo de soja hidrolisado tinham melhor desempenho durante o período inicial ( $P<0,05$ ). Além disso, o uso de 2 e 3% de farelo de soja hidrolisado resultou em menor custo de ração, reduziu o custo por peso vivo 2,39% e 2,17%, nas rações com 2 e 3% de farelo de soja hidrolisado, respectivamente, em comparação com a dieta controle. Os pesos relativos dos órgãos, fígado e pâncreas, características de carcaça e parâmetros séricos não foram influenciados pelas dietas ( $P>0,05$ ). Em conclusão, fontes de proteína de alta qualidade, como farinha de peixes, glúten de milho e farelo de soja, podem ser substituídos em dietas de frangos de corte, por 2 ou 3% farelo de soja hidrolisado, como uma nova estratégia de aplicação e de baixo custo.

Em estudos, Silva et al. (2012) relataram variações significativas no índice de solubilidade proteica apresentados em amostras de farinha de soja integral, farinha de soja integral autoclavada, farinha de soja integral autoclavada fermentada, isso ocorreu em razão da autoclavagem promover a redução do índice de solubilidade protéica da amostra de farinha de soja integral autoclavada, pela desnaturação protéica. Verificou-se que as

condições de fermentação utilizando-se *Aspergillus oryzae*, por 24 horas e 48 horas a 40 °C, não foram suficientes para promover a hidrólise das proteínas e aumentar o índice de solubilidade protéica, porém, a fermentação por 24 horas e 48 horas a 30 °C possibilitou melhores condições para o fungo *Aspergillus oryzae* produzir enzimas proteolíticas, que hidrolisaram as proteínas desnaturadas, ocorrendo aumento do índice de solubilidade protéica, quando comparado com a farinha de soja integral autoclavada e a autoclavada fermentada a 40 °C, por 24 horas e 48 horas. Isto indica que as condições de fermentação também influenciaram o índice de solubilidade protéica da farinha de soja fermentada (Hong et al., 2004; Torrezan e Cristianini, 2005). Nesse mesmo estudo, o índice de atividade ureática após a autoclavagem, foi reduzido de 1,53 para 0,61 unidade de pH, sendo que o processo de fermentação reduziu a atividade ureática de 0,61 na farinha de soja integral autoclavada para 0,26 unidade de pH nas amostras de farinha de soja integral autoclavada fermentada a 30 °C e a 40 °C, por 48 horas. Além disso, a composição centesimal foi influenciada pelo aumento no tempo de fermentação, pois a farinha de soja integral autoclavada fermentada, obteve maiores incrementos nos teores de proteínas e lipídeos, e redução nos teores de carboidratos, não havendo alteração nos teores de cinzas, fibras e de umidade. Os autores indicam que há redução de fatores antinutricionais, porém o aumento no tempo de fermentação não influenciou na cor e no pH da farinha de soja integral autoclavada fermentada.

#### **4. EXPERIMENTO I: DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM FARELO DE SOJA HIDROLISADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO**

##### **4.1. Condições Experimentais**

###### **4.1.1. Local e período**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental “Professor Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé – Minas Gerais, no período de 04 de maio a 11 de junho de 2012.

As aves foram alojadas em galpão convencional, dividido em 30 boxes idênticos com 2,5 m<sup>2</sup> cada, sendo 15 boxes de cada lado. O material da “cama” foi cepilho de madeira. As aves foram aquecidas nos primeiros 16 dias com uma lâmpada infravermelha (250 Watts). Durante os primeiros sete dias de alojamento foi utilizado um bebedouro tipo copo de pressão para cada 31 aves e posteriormente um bebedouro pendular automático para cada box, sendo este último utilizado até o período final de criação. Do alojamento aos 14 dias de idade foi utilizado um comedouro tubular tipo infantil para cada box e, posteriormente, um comedouro do tipo tubular para cada 31 aves.

###### **4.1.2. Aves e manejo**

Foram utilizados 930 pintos de um dia de idade, da linhagem Cobb. Os pintos foram vacinados no incubatório de origem contra a doença de Marek e na granja contra a

doença de Gumboro aos 16 dias de idade, via água de bebida. Água e ração foram oferecidos à vontade.

O programa de luz utilizado foi o seguinte: de um a 16 dias de idade 24 horas de iluminação diária e de 17 a 38 dias de idade foi utilizada somente luz natural.

#### 4.1.3. Tratamentos

Os tratamentos para as fases: inicial e crescimento foram as seguintes:

- A- Farelo de soja + óleo de soja (0% FSH);
- B- Substituição de 25% da proteína fornecida pelo farelo de soja por farelo de soja hidrolisado (25% FSH);
- C- Substituição de 50% da proteína fornecida pelo farelo de soja por farelo de soja hidrolisado (50% FSH);
- D- Substituição de 75% da proteína fornecida pelo farelo de soja por farelo de soja hidrolisado (75% FSH);
- E- Substituição 100% da proteína fornecida pelo farelo de soja por farelo de soja hidrolisado (100% FSH).

#### 4.1.4. Rações

As dietas experimentais foram calculadas com o objetivo de atender as exigências nutricionais de frangos de corte em fase inicial (um a 21 dias de idade) e crescimento (22 a 38 dias de idade), com base nos valores nutricionais dos ingredientes de Rostangno et al., 2011 (Tabela 2; Tabela 3).

Tabela 2. Composição centesimal das rações iniciais de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados

<b>INGREDIENTES</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
Milho grão	58,00	61,00	63,50	63,50	63,50
Farelo soja 45% PB	32,50	23,60	15,30	6,00	0,00
Farelo de soja hidrolisado	0,00	6,50	13,00	22,00	27,00
Farinha carne e osso 44%	5,30	5,80	6,00	5,20	5,20
Óleo de soja	2,00	1,20	0,20	0,00	0,00
Calcário fino	0,460	0,160	0,085	0,460	0,460
Suplemento vitamínico mineral	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina	0,380	0,380	0,400	0,400	0,360
Sal comum	0,350	0,300	0,300	0,300	0,300
L-lisina HCl	0,350	0,380	0,400	0,400	0,400
L-treonina	0,120	0,130	0,240	0,120	0,120



Triptofano	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
Antioxidante	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina 60%	0,040	0,050	0,055	0,060	0,060
Inerte	-	-	-	1,040	2,080

#### Valores nutricionais calculados

Energ. Met.aves Mcal/kg	2,999	3,015	3,005	3,001	2,999
Proteína bruta %	22,47	22,38	22,48	22,62	22,54
Gordura %	5,215	4,496	3,536	3,170	3,113
Cálcio%	0,993	0,949	0,953	0,999	1,003
Fósforo disponível %	0,449	0,483	0,498	0,450	0,451
Lisina dig.aves %	1,326	1,323	1,321	1,329	1,319
Met.+cist.dig.aves %	0,949	0,950	0,974	0,987	0,949
Treonina dig.aves %	0,850	0,854	0,860	0,856	0,854
Triptofano dig.aves %	0,226	0,215	0,225	0,222	0,217
Sódio %	0,192	0,182	0,190	0,194	0,199

<sup>1</sup>Conteúdo/kg: VITAMINA A 2.500,0000 kUI, VITAMINA D3 500,0000 kUI, VITAMINA E 3.750,0000 UI, VITAMINA K3 625,0000 mg, VITAMINA B1 370,6286 mg, VITAMINA B2 1.280,0000 mg, VITAMINA B6 410,0000 mg, VITAMINA B12 3.000,0000, ÁC. FÓLICO 142,5000 mg, BIOTINA 13,0000 mg, NIACINA 8.750,0000 mg, ÁC. PANT. 2.600,3571 mg, CO 30,0000 mg, CU 1.500,0000 mg, FE 12.600,0000 mg, MN 16.250,2000 mg, ZN 11.375,0000 mg, I 250,2000 mg, SE 66,0000 mg, COLINA 75.000,2357, ANTIOXIDANTE 200,0000, BIOTOP 75.000,0000 mg, HALQUINOL 7.500,0000 mg, MONENSINA 30.000,0000 mg.

Tabela 3. Composição centesimal das rações de crescimento de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados

Ingredientes	0	25%	50%	75%	100%
Milho grão	65,00	67,33	69,16	71,16	72,83
Farelo soja 45% PB	25,33	18,33	12,16	6,00	-
Farelo de soja hidrolisado	-	5,50	10,50	15,50	20,66
Farinha carne e osso 44%	5,00	5,00	5,00	4,83	4,50
Óleo de soja	2,91	2,16	1,50	0,83	0,25
Calcário fino	0,225	0,140	0,125	0,117	0,192
Suplemento vitamínico/mineral	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400

DI-metionina	0,325	0,317	0,317	0,308	0,308
Sal comum	0,333	0,317	0,300	0,292	0,283
L-lisina HCl	0,333	0,350	0,367	0,383	0,392
L-treonina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Triptofano	0,017	0,022	0,033	0,033	0,042
Cloreto de colina 60%	0,017	0,022	0,025	0,033	0,033

### Valores nutricionais calculados

Energ. Met.aves Mcal/kg	3,148	3,152	3,151	3,152	3,153
Gordura %	6,223	5,495	4,841	4,175	3,564
Proteína bruta %	19,54	19,49	19,53	19,49	19,52
Cálcio%	0,847	0,818	0,817	0,795	0,784
Fósforo disponível %	0,423	0,425	0,426	0,418	0,398
Lisina dig.aves %	1,134	1,130	1,133	1,133	1,132
Met.+cist.dig.aves %	0,831	0,827	0,831	0,827	0,833
Treonina dig.aves %	0,731	0,730	0,730	0,730	0,733
Triptofano dig.aves %	0,203	0,200	0,206	0,200	0,203
Arginina%	1,166	1,135	1,112	1,086	1,065
Sódio %	0,183	0,182	0,181	0,182	0,181

<sup>1</sup> Conteúdo/kg: VITAMINA A 2.000,0000 kUI, VITAMINA D3 450,0000 kUI, VITAMINA E 3.000,0000 UI, VITAMINA K3 500,0000 mg, VITAMINA B1 275,3429 mg, VITAMINA B2 1.000,0000 mg, VITAMINA B6 287,5857 mg, VITAMINA B12 2.500,0000 mcg, ÁC. FÓLICO 95,0000 mg, BIOTINA 10,0000 mg, NIACINA 7.000,0000 mg, C. PANT. 2.300,1429 mg, CO 30,0000 mg 0,1200 g, CU 1.500,0000 mg, FE 12.500,2000 mg, MN 17.050,0000 mg, ZN 11.250,2500 mg, I 250,2000 mg, SE 66,0000 mg, COLINA 64.500,0643 mg, ANTIOXIDANTE 800,0000 mg, BIOTOP 75.000,0000 mg, VIRGINIAMICINA 3.750,0000 mg

## 4.2. Dados obtidos

### 4.2.1. Desempenho produtivo

#### 4.2.1.1. Consumo de ração

Para todos os tratamentos o consumo de ração foi controlado semanalmente. O consumo de ração foi calculado por ave, obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana subtraindo-se a sobra no final de cada semana, sendo considerado o número de aves morta na semana.

#### 4.2.1.2. Ganho de peso

Imediatamente antes do alojamento, de acordo com os tratamentos, todos os pintos correspondentes a cada repetição foram pesados em grupos. Também, em grupos (repetições) os pintos foram pesados aos sete, 21 e 38 dias de idade, quando terminou o experimento. Para os cálculos de ganho de peso das aves foi descontado o peso médio dos pintos no dia do alojamento.

#### 4.2.1.3. Conversão alimentar

O cálculo da conversão alimentar dos frangos foi feito com base no consumo médio de ração (CMR) e o ganho médio de peso (GPM) das aves aos sete, 21 e 38 dias, quando finalizou o experimento.

#### 4.2.1.4. Rendimento da carcaça e peso relativo de pâncreas e fígado

Aos 38 dias de idade foram abatidos 30 frangos, para obter o rendimento de carcaça, sendo seis frangos de cada um dos tratamentos cinco tratamentos.

Nessa ocasião os frangos foram identificados e submetidos a jejum de ração de oito horas (no galpão). O transporte dos frangos para o abatedouro teve a duração, de aproximadamente, duas horas. Na plataforma do abatedouro os frangos foram pesados individualmente.

Para a avaliação do rendimento de carcaça, sem pré-resfriamento, foi considerado o peso da carcaça eviscerada (sem pés e a cabeça e, com pescoço) em relação ao peso vivo em jejum obtido na plataforma do abatedouro.

Além disso, foram coletados os fígados e pâncreas das aves e pesados para se obter o peso relativo da víscera em relação ao peso da carcaça eviscerada.

#### 4.2.1.5. Viabilidade e o índice de eficiência produtiva

A viabilidade e o índice de eficiência produtiva foram calculados considerando os custos das rações e de ração por quilograma de peso vivo, segundo Bellaver et al. (1985). Os preços considerados para os alimentos utilizados no balanceamento das dietas foram tomados no mercado atacadista na época de abate dos animais. Em seguida, foram calculados os índices de eficiência produtiva (IEP):

$$\frac{(\text{Ganho de peso diário (g)} \times \text{Viabilidade}) \times 100}{\text{Conversão alimentar (gramas)}}$$

### 4.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições cada. Para avaliar o desempenho, o boxe com 30 aves foi considerado a repetição. Para os dados de abate, como rendimento de carcaça, peso de fígado e peso de pâncreas, cada ave foi considerada uma repetição. Os dados foram submetidos a análise de variância por meio do programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética, 1999). Equações de regressão linear foram ajustadas para as repostas.

## 5. EXPERIMENTO II: USO DE DIFERENTES TIPOS DE PROCESSAMENTO DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA

### 5.1. Condições Experimentais

#### 5.1.1. Local e período

O experimento foi conduzido no mesmo local e período que o experimento I.

#### 5.1.2. Aves e manejo

Foram utilizados 744 pintos de um dia de idade, da linhagem Cobb divididos em 24 boxes de 31 aves.

Os tratamentos constituíram de quatro fontes proteicas: farelo de soja+óleo de soja degomado, farelo de soja+ óleo de vísceras, soja integral extrusada e soja integral tostada.

Os pintos foram vacinados no incubatório de origem contra a doença de Marek e na granja Gumboro aos 16 dias de idade, via água de bebida. Água e ração foram oferecidos à vontade.

O programa de luz utilizado foi o seguinte: de um a 16 dias de idade 24 horas de iluminação diária e de 17 a 38 dias de idade foi utilizada somente luz natural.

#### 5.1.3. Tratamentos

Os tratamentos para as fases: inicial e crescimento foram as seguintes:

A- Farelo de soja + óleo degomado soja (FS+OS);

B- Farelo de soja + óleo de vísceras (FS+OV);

C- Soja integral extrusada (SE);

D- Soja integral tostada (ST).

#### 5.1.4. Rações

As dietas experimentais foram calculadas com o objetivo de atender as exigências nutricionais de frangos de corte na fase inicial (um a 21 dias de idade) e de crescimento (22 a 38 dias de idade), com base nos valores nutricionais dos ingredientes de Rostangno et al., 2011 (Tabela 4; Tabela 5).

Tabela 4. Composição centesimal das rações iniciais de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados.

Ingredientes	FS+OS	FS+OV	SE	ST
Milho grão	58,00	58,00	58,00	57,65
Soja farelo 45% PB	32,50	32,50	23,00	21,50
Soja int.extrusada	0,00	0,00	11,00	0,00

Soja int. Tostada	0,00	0,00	0,00	13,00
Farinha de carne e osso 44%	5,30	5,30	5,80	5,80
Óleo de soja	2,00	0,00	0,00	0,00
Óleo de vísceras	0,000	2,000	0,000	0,000
Calcário fino	0,460	0,460	0,390	0,200
Suplemento vitamínico; mineral	0,400	0,400	0,400	0,400
DI-metionina	0,380	0,380	0,380	0,380
Sal comum	0,350	0,350	0,350	0,350
L-lisina hcl	0,350	0,350	0,370	0,380
L-treonina	0,120	0,120	0,130	0,140
Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,000
Antioxidante	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina 60%	0,040	0,040	0,080	0,100

---

#### Valores nutricionais calculados

Energ. Met.aves Mcal/kg	2,999	2,998	2,940	2,999
Gordura %	5,215	5,215	3,336	5,436
Proteína bruta %	22,47	22,47	22,47	22,52
Cálcio%	0,993	0,992	1,034	0,961
Fósforo disponível %	0,449	0,449	0,482	0,483
Lisina dig.aves %	1,326	1,326	1,321	1,322
Met.+cist.dig.aves %	0,949	0,948	0,945	0,942
Treonina dig.aves %	0,850	0,849	0,860	0,865
Triptofano dig.aves %	0,226	0,226	0,220	0,220
Sódio %	0,192	0,191	0,193	0,193

<sup>1</sup>Conteúdo/kg: VITAMINA A 2.500,0000 kUI, VITAMINA D3 500,0000 kUI, VITAMINA E 3.750,0000 UI, VITAMINA K3 625,0000 mg, VITAMINA B1 370,6286 mg, VITAMINA B2 1.280,0000 mg, VITAMINA B6 410,0000 mg, VITAMINA B12 3.000,0000, ÁC. FÓLICO 142,5000 mg, BIOTINA 13,0000 mg, NIACINA 8.750,0000 mg, ÁC. PANT. 2.600,3571 mg, CO 30,0000 mg, CU 1.500,0000 mg, FE 12.600,0000 mg, MN 16.250,2000 mg, ZN 11.375,0000 mg, I 250,2000 mg, SE 66,0000 mg, COLINA 75.000,2357, ANTIOXIDANTE 200,0000, BIOTOP 75.000,0000 mg, HALQUINOL 7.500,0000 mg, MONENSINA 30.000,0000 mg.

Tabela 5. Composição centesimal das rações de crescimento de acordo com os tratamentos com seus respectivos valores nutricionais calculados.

<b>Ingredientes</b>	<b>FS+OS</b>	<b>FS+OV</b>	<b>SE</b>	<b>ST</b>
Milho grão	65,00	65,00	65,00	64,17
Farelo soja 45% PB	25,33	25,33	11,67	9,00
Soja extrusada	-	-	16,67	0,00
Soja integral tostada	-	-	-	20,00
Farinha carne e osso 44%	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	2,92	-	-	-
Óleo de vísceras	-	2,92	-	-
Calcário fino	0,225	0,225	0,037	0,165
Suplemento vitamínico; mineral	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina	0,325	0,325	0,325	0,333
Sal comum	0,333	0,333	0,333	0,333
L-lisina HCl	0,333	0,333	0,367	0,383
L-treonina	0,100	0,100	0,100	0,105
Triptofano	0,017	0,017	0,022	0,022
Cloreto de colina 60%	0,017	0,017	0,083	0,092
<b>Valores nutricionais calculados</b>				
Energ. Met.aves Mcal/kg	3,148	3,148	3,153	3,150
Gordura %	6,223	6,220	3,409	6,663
Proteína bruta %	19,55	19,54	19,55	19,53
Cálcio%	0,847	0,808	0,776	0,826
Fósforo disponível %	0,423	0,423	0,424	0,424
Lisina dig.aves %	1,134	1,133	1,135	1,132
Met.+cist.dig.aves %	0,831	0,831	0,828	0,830
Treonina dig.aves %	0,731	0,731	0,736	0,730
Triptofano dig.aves %	0,203	0,203	0,202	0,201
Sódio %	0,183	0,183	0,181	0,180

<sup>1</sup> Conteúdo/kg: VITAMINA A 2.000,0000 kUI, VITAMINA D3 450,0000 kUI, VITAMINA E 3.000,0000 UI, VITAMINA K3 500,0000 mg, VITAMINA B1 275,3429 mg, VITAMINA B2 1.000,0000 mg, VITAMINA B6 287,5857 mg, VITAMINA B12 2.500,0000 mcg, ÁC. FÓLICO 95,0000 mg, BIOTINA 10,0000 mg, NIACINA 7.000,0000 mg, C. PANT. 2.300,1429 mg, CO 30,0000 mg 0,1200 g, CU 1.500,0000 mg, FE 12.500,2000 mg, MN 17.050,0000 mg, ZN 11.250,2500 mg, I 250,2000 mg, SE 66,0000 mg, COLINA 64.500,0643 mg, ANTIOXIDANTE 800,0000 mg, BIOTOP 75.000,0000 mg, VIRGINIAMICINA 3.750,0000 mg.

## **5.2. Dados obtidos**

### **5.2.1. Desempenho produtivo**

Os parâmetros avaliados e os procedimentos de avaliação foram os mesmos descritos para o experimento I.

## **5.3. Delineamento experimental**

O delineamento experimental do experimento II foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e com seis repetições cada, sendo o box com 31 aves considerado uma repetição.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o Sistema de Análise Estatística e Genéticas - SAEG (UFV, 1999).

# **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **6.1. EXPERIMENTO I: DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM FARELO DE SOJA HIDROLISADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO**

### **6.1.1. Avaliações de desempenho zootécnico**

Nas tabelas 6, 7, 8 e 9 são apresentados os resultados de desempenho produtivo dos frangos de cortes alimentados com dietas à base de farelo de soja+óleo de soja degomado com aves alimentadas com farelo de soja hidrolisado.

Tabela 6. Consumo de ração de frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

TRAT	CRM7 <sup>1</sup> (g/ave)	CRM21 (g/ave)	CRM38 (g/ave)
0% FSH	156,96 <sup>2</sup>	1229,4	4086,6
25% FSH	156,88	1263,6	4185,4
50% FSH	153,63	1243,2	3783,9
75% FSH	146,36	1220,1	3792,5
100% FSH	146,08	1188,6	3945,5
L	*	*	NS
CV (%)	4,38	3,47	3,29

<sup>L</sup> Regressão Linear significativa pelo Teste F ( $P \leq 0,05^*$ ); NS- Não significativo. CRM- Consumo médio de ração. <sup>1</sup>Idade das aves.

Houve efeito dos tratamentos para consumo de ração aos sete dias de idade ( $Y=158,444-0,129194X$ ,  $R^2 = 0,88$ ) onde à medida que se aumentou a inclusão do farelo de soja hidrolisado as aves reduziram o consumo de ração. Aos 21 dias uma regressão raiz-quadrada ( $Y= 1229,49 + 17,33\sqrt{x} - 2,14x$ ,  $R^2 = 0,996$ ) foi observada entre o consumo de ração e os níveis de substituição do FSH, atingindo o consumo de ração máximo no nível de 16% de inclusão de FSH, decrescendo o consumo de ração após esse nível (Gráfico 1). Entretanto, o mesmo não foi observado aos 38 dias de idade. Resultados semelhantes aos encontrados por Feng et al. (2007), que observaram que pintos alimentados com farelo de soja hidrolisado tiveram maior consumo de ração do que aves alimentadas com farelo de soja convencional na fase inicial e de crescimento. Wang et al. (2012) afirmaram que aves alimentadas com dieta contendo até 3% de farelo de soja hidrolisado têm melhor desempenho durante o período inicial ( $P \leq 0,05$ ).



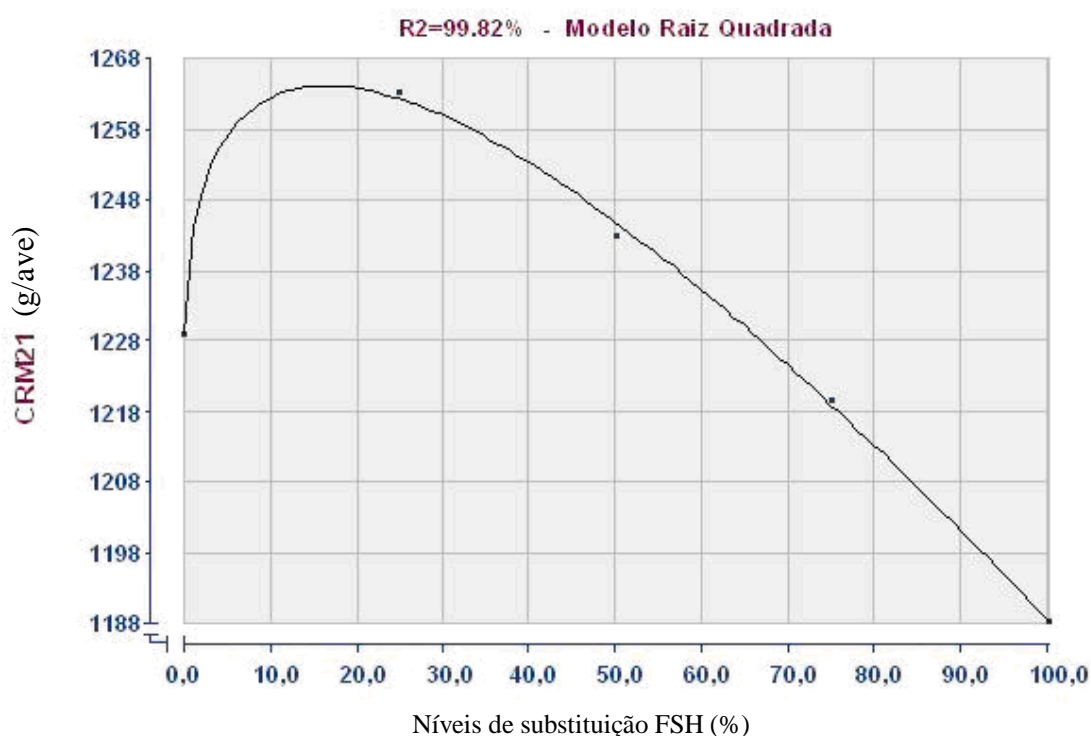


Figura 1- Consumo de ração de frangos de corte de um a 21 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tabela 7. Ganho de peso de frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

TRAT	Peso Inicial (g)	GPM7 <sup>1</sup> (g/ave)	GPM21 (g/ave)	GPM38 (g/ave)
0% FSH	44,44	151,27	993,89	2867,74
25% FSH	45,01	148,63	971,74	2706,79
50% FSH	44,17	148,24	938,96	2690,64
75% FSH	43,85	141,22	898,62	2578,90
100% FSH	44,17	138,19	879,93	2587,05
L	NS	**	**	**
CV (%)	3,66	5,23	3,05	2,98

<sup>1</sup> Regressão Linear significativa pelo Teste F ( $P \leq 0,01$  \*\*); GPM- Ganho de peso <sup>1</sup> Idade das aves.

O ganho de peso (Tabela 7) foi afetado pelos níveis de inclusão de farelo de soja hidrolisado, sendo significativo aos sete ( $Y = 152,221 - 0,13424421X$ ,  $R^2 = 0,92$ ), aos 21 ( $Y = 996,839 - 1,20418X$ ,  $R^2 = 0,99$ ) e aos 38 dias de idade ( $Y = 2824,08 - 2,755712X$ ,  $R^2 = 0,87$ ). Observa-se que à medida que se aumenta a inclusão do farelo de soja hidrolisado, o ganho de peso diminui significativamente. Esses resultados podem ser atribuídos à qualidade do

processamento do FSH, pois as fórmulas das rações foram feitas com base nas análises (Tabela 19), uma vez que o resultado da atividade ureática 0,28 e da solubilidade proteica 86,17% podem indicar um subprocessamento ou seja a presença de fatores antinutricionais. De acordo com a ANFAR (1998), o farelo de soja utilizado em rações de monogástricos deve ter o valor máximo de atividade ureática de 0,20 ( $\Delta$ pH) e, valores acima de 85% de solubilidade proteica indicam um subprocessamento da soja (Nunes et al., 2001; Butolo, 2002;). As aves jovens são mais susceptíveis aos efeitos de fatores antinutricionais do farelo de soja convencional (Perez Maldonado et al., 2003). Silva et al. (2012) observaram que as condições de fermentação utilizando-se *Aspergillus oryzae* podem influenciar o índice de solubilidade protéica da farinha de soja fermentada. Feng et al. (2007) também observaram que pintos alimentados com dieta com farelo de soja hidrolisado tiveram maior ganho de peso do que aves alimentadas com farelo de soja convencional na fase inicial e de crescimento. Entretanto, Wang et al. (2012) trabalharam com uma inclusão muito menor de farelo de soja hidrolisado para frangos de corte e observaram que o ganho de peso não foi afetado.

Tabela 8. Conversão alimentar dos frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

TRAT	CA7 <sup>1</sup> (g/g)	CA21 (g/g)	CA38 (g/g)
0% FSH	1,04	1,28	1,57
25% FSH	1,06	1,29	1,54
50% FSH	1,04	1,27	1,39
75% FSH	1,04	1,25	1,39
100% FSH	1,06	1,21	1,45
L	NS	*	NS
CV (%)	2,60	3,50	3,29

<sup>L</sup> Regressão Linear significativa pelo Teste F ( $P \leq 0,05^*$ ); NS- Não significativo. CA- Conversão alimentar. <sup>1</sup>Idade das aves.

A conversão alimentar das aves de um a sete dias não foi influenciada pelos tratamentos, mas de um a 21 dias ( $Y=1,298 - 0,000718x$ ,  $R^2 = 0,845$ ) foram observados efeitos da inclusão do farelo de soja hidrolisado sob a conversão, pois a conversão alimentar piorou com o nível de inclusão de FSH (Tabela 10). Entretanto, quando analisada a conversão alimentar de um a 38 dias de idade, não houve diferenças significativas. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Barnes et al. (2012), que ao trabalharem com FSH, não encontraram diferenças significativas na conversão alimentar das aves alimentadas com os níveis entre 0% e 30% de inclusão.

Tabela 9. Rendimento de carcaça e peso dos órgãos em relação à carcaça dos frangos de corte aos 38 dias alimentados com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado

TRAT	RCA (%)	RPCA (%)	RFCA (%)
0% FSH	77,09	0,254	2,289
25% FSH	77,12	0,253	2,361
50% FSH	77,89	0,230	2,430
75% FSH	77,35	0,235	2,496
100% FSH	78,7	0,232	2,306
L	NS	NS	NS
CV (%)	1,48	12,43	8,59

NS- Não significativo. RCA- Rendimento de Carcaça, RPCA- Peso de pâncreas relativo à carcaça, RFCA- peso relativo do fígado em relação à carcaça.

Não houve efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça (Tabela 9). Apesar dos resultados das análises de solubilidade proteica e atividade ureática (Tabela 19), 86,17% e 0,28, respectivamente, estarem acima do que é preconizado como parâmetro de qualidade do processamento da soja, o peso relativo do pâncreas e fígado em relação à carcaça não foram alterados significativamente pelos tratamentos na idade de abate avaliada, 38 dias. Diante dos resultados das análises qualitativas do farelo de soja hidrolisado esperava-se que houvesse hipertrofia das células secretoras, principalmente do pâncreas, devido ao aumento secretório de enzimas digestivas. Possivelmente, se a análise tivesse sido realizada aos 21 dias de idade ao final da fase inicial, poderia ter sido encontrada alguma alteração em função da maior sensibilidade de aves jovens ao sub ou superprocessamento da soja, em razão do amadurecimento do sistema enzimático (Oliveira et al., 2005). Não foram encontrados na literatura trabalhos com resultados de rendimento de carcaça de animais alimentados com FSH.

Tabela 10- Avaliação econômica dos frangos de cortes de acordo com os tratamentos

	Custo Ração + Pinto <sup>1</sup>	IEP <sup>2</sup>
FS+OS	2,03	483,14
25% FSH	2,05	440,15
50% FSH	1,97	474,26
75% FSH	1,82	438,12
100% FSH	1,87	440,78
	NS	NS
CV(%)	9,81	8,72

Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). NS: não significativo. <sup>1</sup> R\$/Kg. <sup>2</sup> Índice de eficiência produtiva.

Os resultados mostram que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para custo de ração mais o pinto e índice de eficiência produtiva. De acordo com Wang et al., (2012) a alta inclusão de FSH, como relatado em estudos anteriores sobre a produção de aves, é menos aplicável por causa do alto custo desse ingrediente no mercado.

## 6.2. EXPERIMENTO II: USO DE DIFERENTES TIPOS DE PROCESSAMENTO DE SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E SUA VIABILIDADE ECONÔMICA

### 6.2.1. Resultados e discussões

Tabela 11. Resultados das análises de atividade ureática, PB e EE, do farelo de soja, da soja integral extrusada e da soja integral tostada de acordo com método de processamento

	Solubilidade KOH 0,2%	Atividade Ureática	PB	EE
Farelo de soja	80,48	0,10	46,47%	2,34%
Soja extrusada	78,93	0,06	36,80%	19,65%
Soja tostada	80,27	0,07	36,12%	22,78%

Os resultados das análises de qualidade do processamento das sojas (Tabela 11) evidenciam que as sojas passaram por processo adequado de desativação dos fatores antinutricionais, pois de acordo com a ANFAR (1998), o farelo de soja utilizado em rações de monogástricos devem ter valor máximo de atividade ureática de 0,20 ( $\Delta$ pH) e o padrão ideal da proteína solúvel em KOH 0,2% é acima de 80%. Já as sojas, segundo Dale (1991), possuem faixa de variação da solubilidade entre 73 e 85% é uma ótima referência de

qualidade para o processamento da soja. E Butolo (2002) afirma que a solubilidade proteica mínima para a soja processada deve ser 77%, e não pode ultrapassar os 85%.

### 6.2.2. Avaliações de desempenho zootécnico

Na tabela 12 são apresentados os dados de consumo de ração.

Tabela 12. Consumo de ração de frangos de corte de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

TRAT	CRM7 <sup>1</sup> (g/ave)	CRM21 (g/ave)	CRM38 (g/ave)
FS + OS	156,96 AB	1229,38 AB	4086,62 A
FS +OV	162,68 A	1278,33 A	4127,23 A
SE	156,87 AB	1253,25 AB	4156,99 A
ST	147,32 B	1198,22 B	3932,82 B
CV(%)	4,38	3,55	1,96

\*Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

CRM- Consumo de ração <sup>1</sup>Idade das aves.

Houve efeito dos tratamentos para consumo de ração ( $P \leq 0,05$ ). As aves alimentadas com FS+OV apresentaram maior consumo de ração de um a sete dias e de um a 21 dias de idade ( $P \leq 0,05$ ) do que as aves alimentadas com ST, sendo o consumo de ração semelhante aos tratamentos com FS+OS e SE, que foram semelhantes entre si. No entanto, quando avaliado o consumo de um a 38 dias, observou-se menor consumo de ração ( $P \leq 0,05$ ) das aves alimentadas com ST, quando comparado aos demais tratamentos que foram semelhantes entre si. Considerando que as rações foram isocalóricas, uma possível explicação para o maior consumo pelas aves que receberam rações contendo FS+OV, FS+OS e SE é a maior palatabilidade desses ingredientes (Pablos, 1986). Além disso, a disponibilidade da gordura nesses ingredientes resulta em melhorias na eficiência energética, devido ao aumento da energia líquida da ração, e do menor incremento calórico das gorduras, em função do seu metabolismo (Sakomura et al., 1998, 2004).

Tabela 13. Ganho de peso de frangos de corte aos sete, 21 e 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

TRAT	Peso Inicial (g)	GPM7 <sup>1</sup> (g)	GPM21 (g)	GPM38 (g)
FS + OS	44,44	151,26AB	993,90 A	2867,74 A
FS +OV	44,12	155,53 A	988,73 A	2755,75 B
SE	44,93	155,08 A	971,65 A	2742,70 B

ST	43,90	142,12 B	922,59 B	2607,11 C
CV(%)	2,96	4,48	2,37	1,63

\*Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ); NS: não significativo. GPM- Ganho de peso médio. <sup>1</sup>Idade das aves.

As aves alimentadas com SE e com FS+OV apresentaram melhores resultados ( $P \leq 0,05$ ) de ganho de peso (Tabela 13) até sete dias ( $P \leq 0,05$ ), sendo esses semelhantes ao tratamento com FS+OS, que foi semelhante ao tratamento com ST. Os tratamentos com ST aos 21 dias e 38 dias apresentaram ganhos de peso inferiores aos das aves dos demais tratamentos. Já as aves alimentadas com FS+OS, aos 21 dias apresentaram ganho de peso semelhante aos tratamentos com FS+OV e SE, no entanto aos 38 dias as aves que consumiram FS+OS apresentaram maior ganho de peso e as aves dos tratamentos com FS+OV e SE foram semelhantes entre si.

A soja integral tostada usada neste ensaio foi submetida a um processamento adequado, o que resulta em uma proteína de boa qualidade (Tabela 11), evidenciando que não se pode atribuir o menor ganho de peso das aves alimentadas com ST, durante todo período experimental, à qualidade de processamento dessa soja. Entretanto, pode-se atribuir o aumento no ganho de peso nos demais tratamentos, a características relacionadas à presença do óleo nas rações e seu melhor aproveitamento em relação ao tratamento, como o aumento da densidade energética, aos efeitos extra-calóricos e a melhora na digestibilidade das gorduras. O efeito extra-calórico das gorduras consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração. O efeito extra-metabólico, decorrente do aumento da energia líquida da ração, resulta em melhoria da eficiência energética, devido ao menor incremento calórico das gorduras (Sakomura et al., 1998, 2004). De acordo com Reid (1985), esse efeito está relacionado ao consumo de energia e ao mais baixo incremento calórico das gorduras em relação aos carboidratos e proteína. Além disso, de acordo com Marsman et al. (1995), o óleo adicionado ao farelo de soja, por estar na forma livre, proporciona melhores condições para o aproveitamento das gorduras, assim como a soja extrusada em função do seu processamento, pode facilitar a atuação de enzimas, favorecendo sua hidrólise e promovendo aumento na disponibilidade dos nutrientes. Na primeira semana de idade da ave, a digestibilidade dos lipídios é alta, depois cai na segunda semana e depois aumenta (Whitehead & Fisher, 1975; Katangole e March 1980; Sell et al., 1986; Zelenka (1995).

Tabela 14. Dados de conversão alimentar de frangos de um a sete, de um a 21 e um a 38 dias de idade de acordo com os tratamentos.

TRAT	CA7 <sup>1</sup> (g/g)	CA21 (g/g)	CA38 (g/g)
FS + OS	1,038 <sup>2</sup>	1,28AB	1,57B
FS +OV	1,047	1,33B	1,59B
SE	1,011	1,31AB	1,60B

ST	1,037	1,25A	1,51A
CV(%)	2,57	3,55	1,96

\*Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). NS: não significativo. CA- Conversão alimentar. <sup>1</sup>Idade das aves.

Não houve diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) para conversão alimentar no período de um a sete dias (Tabela 14), no entanto no período de um a 21 dias o tratamento com ST apresentou a melhor conversão alimentar, sendo a pior conversão do tratamento com FS+OV, o tratamento com SE e FS+OS, foram semelhantes aos demais tratamentos, de um a 38 dias a conversão alimentar das aves do tratamento com ST foi melhor do que os demais tratamentos, sendo esses semelhantes entre si. Pinheiro (1993) verificou que as rações contendo SE proporcionaram melhor eficiência de transformação da ração em ganho de peso. Resultados diferentes foram encontrados por Sakomura et al. (1998), onde as aves que receberam ST na ração tiveram melhor conversão alimentar em relação àquelas que receberam SE e FS + óleo até os 21 dias. Contudo, nas demais fases, o grupo de aves alimentadas com ST apresentou conversão semelhante à apresentada pelas aves tratadas com SE e ambos foram melhores em relação ao FS + óleo. Apesar da melhor conversão alimentar as aves alimentadas com farelo de soja tostada apresentaram menor ganho de peso em relação aos demais tratamentos ao 38 dias de idade.

Tabela 15. Rendimento de carcaça e peso de órgãos em relação à carcaça de frangos de corte aos 38 dias de idade de acordo com os tratamentos

TRAT	RCA (%)	RPCA (%)	RFCA (%)
FS + OS	77,09	0,254	2,289
FS +OV	77,71	0,253	2,235
SE	78,01	0,257	2,14
ST	77,64	0,253	2,417
CV(%)	1,49	12,49	8,15

\*Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); NS: não significativo. RCA- Rendimento de Carcaça, RPCA- Peso de pâncreas relativo à carcaça, RFCA- peso relativo do fígado em relação à carcaça..

Conforme os resultados apresentados (Tabela 15), os tratamentos não afetaram de forma significativa o rendimento das carcaças evisceradas. Resultados semelhantes foram encontrados por Leeson et al. (1987), que ao avaliar a carcaça dos frangos de corte alimentados com soja integral tostada, não encontraram efeitos sobre o rendimento das carcaças. Assim, como Pinheiro (1993), estudando a substituição do farelo de soja por soja integral tostada e extrusada nas rações de frangos de corte, não constatou efeito dos

tratamentos sobre o rendimento das carcaças, no entanto esse autor observou-se que a SE proporcionou maior peso de pâncreas em relação ao FS + óleo, mas ambos não diferiram da ST.

Tabela 16- Avaliação econômica dos frangos de cortes de acordo com os tratamentos

	Custo Ração + Pinto <sup>1</sup>	IEP <sup>2</sup>
FS+OS	2,03 A	483,14
FS+OV	1,88 A	492,26
SE	2,45 B	443,80
ST	1,82 A	453,76
		NS
CV(%)	7,96	8,43

\*Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05). NS: não significativo. <sup>1</sup> R\$/Kg. <sup>2</sup>Índice de eficiência produtiva.

Na tabela 16 são apresentados os resultados da avaliação econômica, observa-se que o tratamento com soja integral extrusada apresentou o maior custo de ração/ kg de peso vivo de frango, os demais tratamentos foram semelhantes entre si (P>0,05). O IEP não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos

## 7. CONCLUSÕES

A substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de soja hidrolisada não proporciona melhorias no desempenho de frangos de corte.

A qualidade dos produtos obtidos no processamento da soja, assim como o método de processamento, influencia o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, K.L.; JENSEN, A. H. Effect of processing on the utilization by young pigs of the fat in soya beans and sunflower seeds. *Ciência e Tecnologia Animal Feed*, v.12 , p. 267-274, jul/1985.

ANFAR. Solubilidade Proteica em KOH 0,2%. In: COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL - Métodos Analíticos. p.31,1998.

BAIER, J.G. et al. Effect of extruded, roasted and raw soybeans on performance of broilers and layers. *Poult. Sci.*, v.68, p.8-19, 1989.



BARNES, M. E.; BROWN, M. L.; ROSENTRATER, K. A. et al. An initial investigation replacing fish meal with a commercial fermented soybean meal product in the diets of juvenile rainbow trout. *Open Journal of Animal Sciences*. v.2, n.4, 234-243, 2012.

BATAGLIA A. M. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, Campinas. Anais... Campinas CBNA p.73-8, 1990.

BATAL, A.B.; DOUGLAS, M.W.; ENGRAM, A.E. ET AL. Protein Dispersibility Index As Na Indicator Of Adequately Processed Soybean Meal. *Poul. Sci.*, v.79, p.1592-96, 2000.

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

BELLAVER, C., FIALHO, E.T., PROTAS, J.F.S. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 20, p. 969-974, 1985.

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

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

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

BRITZMAN, D. G. O farelo de soja uma excelente fonte de proteínas para rações de aves. *American Soybean Association - Boletim Técnico*, 2006.

BURNHAM, L. L., I. H. KIM, J. O. KANG, H. W. RHEE AND J. D. HANCOCK.. Effects of sodium sulfate and extrusion on the nutritional value of soybean products for nursery pigs. *Asian- Aust. J. Anim. Sci.*, v. 13, p. 1584-1592, 2000.

BUTOLO, J.E.; Qualidade de ingredientes na alimentação animal. *Colegio Brasileiro De Nutricao Animal*, Campinas, SP, p. 430, 2002.

CAFÉ, M B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA, O. M. et al. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. *Rev. Bras. Cienc. Avic* . v.2, 2000b.

CAFÉ, M B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA, O. M. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.2, 2000a.

CAREW JR., L.B.; HILL, F.W.; NESHEIN, M.L et al. The value of heated ground unextracted soybean and heated dehulled soybean oil and energy for chick. *J. American Oil Chemistry Society*, v.38, p.249-253, 1961.

CARLILE, M. J.; WATKINSON, S. C.; GOODAY, G. W. The fungi. 2ed. New York: *Academic Press*, p. 208, 2001..

CERVANTES-PAHM, SK. Apparent and standardized ileal amino acid digestibility of soybean products fed to pigs. Masters thesis, University of Illinois, Urbana, 2008.

CERVANTES-PAHM, SK.; STEIN, HH. Effect of dietary soybean oil and soybean protein concentrate on the concentration of digestible amino acids in soybean products fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v. 86, p.1841-1849, 2008.

CHAH, C. C.; CARLSON, G.; SEMENIUK, I. S.; PALMERAND, C. W. et al. Growth-promoting effects of fermented soybeans for broilers. *Poult. Sci.* 54 : 600 -609, 1975.

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

DALE, N.M.; ARABA, M.; WHITTLE, E. Protein solubility as an indicator of optimum processing In: NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY. Atlanta -Georgia. P 88-95, 1987.

DALE, N.M.; ARABA, M.; WHITTLE, E. Protein solubility as an indicator of optimum processing In: NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY. Atlanta -Georgia. p 88-95, 1987.

DAVIES, S. J. ET AL. Partial substitution of fish meal and full-fat soya bean meal with wheat gluten and influence of lysine supplementation in diets for rainbow trout, *oncorhynchus mykiss* (walbaum). *Aquacult. Res.*, OXFORD, v. 28, p. 317-328, 1997.

FARIA, D. E. Avaliação nutricional de soja integral tostada e extrusada para poedeiras comerciais. Jaboticabal, 1994. 103p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1994.

FEATHERSTON, W. R.; ROGLER, J.C. A comparison of the processing conditions of soybeans not extracted for use by the painter. *Poul. Sci.*, 1966.

FENG , J.; LIU, X.; LIU, Y. Y. et al. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Anim. Sci. Technol.*, v. 134, p. 235 -242, 2007.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.1938-1949, 2005.

GARCIA, E. R. D. M.; MUKARANI, A .E.; BRANCO, A. F. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e desempenho de frangos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1414-1426, 2000.

GILBERT, E. R.; WONG, E. A.; WEBB Jr, K. E.. Board-Invited Review: Peptide absorption and utilization: Implications for animal nutrition and health. *J. Anim. Sci.* v. 86, p. 2135-2155, 2008.

GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal. In: SIMPOSIO DOBRE MANEJO E NUTRICAÇÃO DE AVES E SUINOS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS DE RACOES, Campinas, SP. Anais... CBNA, P.97-188, 2001.

HACHMEISTER, K. A.; FUNG, D. Y. Tempeh: A mold modified indigenous fermented food made from soybeans and / or cereal grains *Crit. Rev. Microbiol.* 19 : 137 -188, 1993.

HANCOCK, J. D.; LEWIS, A. J.; PEO, E. R. Jr. Effects of ethanol extraction on the utilization of soybean protein by growing rats. *Nutr. Rep. Int.* v. 39, p. 813-821, 1989.

HANCOCK, J. D.; PEO, E. R. Jr; LEWIS, A. J. et al. Effects of ethanol extraction and duration of heat treatment of soybean flakes on the utilization of soybean protein by growing rats and pigs. *J. Anim. Sci.* v. 68, p. 3233-3243, 1990.

HERCKELMAN, K.L.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. et al. Apparent digestibility of amino acids in raw and heated conventional and low-trypsin-inhibitor soybeans for pigs. *J of Anim Sci*, v.70, p.818-825, 1992.

HIRABAYASHI, M.; MATSUI, T.; YANO, H. et al. Fermentation of soybean meal with *Aspergillus usarii* reduces phosphorus excretion in chicks. *Poult. . Sci*, v.77, p. 552 -556, 1998.

HONG, K. J.; LEE, C. H.; KIM S. W. *Aspergillus oryzae* GB-107 fermentation improves nutritional quality of food soybeans and soybean meal for animal feed. *J. Med. Food*, v. 7, p. 430 -434, 2004.

HULL, S. J.; WALDROUP, P. W.; STEPHENSON, E. L. Utilization of unextracted soybeans by broiler chicks. 2- Influence of pelleting and regrinding on diets with infra-red cooked and extruded soybeans. *Poult. Sci.*, v. 47, p.1115-20. 1968.

ILYAS, A.; HIRABAYASHI, M.; MATSUI, T. et al. A note on the removal of phytate in soybean meal using *Aspergillus usami*. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, v. 8, p. 135-138, 1995.

JAFFE, W. G. Hemagglutinins. In: LIENER, I.E. TOXIC CONSTITUENTS OF PLANT FOODSTUFFS, 2ed. New York: Academic Press, p. 73-102. 1980.

- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avic.Ind.*, v.988, p.4-15, 1992.
- KAN, C. A.; SCHEELE, C. W.; JANSSEN, W. M. M. A. The energy content of full-fat soya beans in meal and pelleted feeds for cocks and broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v. 19, p. 97-104, 1998.
- KATONGOLE, J.B.D.; MARCH, B. E. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein a bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poul. Sci.*, v. 59, p. 819-827, 1980.
- KIERS, J. L.; VAN LAEKEN, A. E. A.; ROMBOUTS, F. M. et al. In vitro digestibility of Bacillus fermented soya bean. *Int. J. Food. Microbiol.* v. 60, p. 163-169, 2000.
- KIM, B. N.; YANG, J. L.; SONG, Y. S. Physiological functions of chungkukjang. *Food Ind. Nutr.*, v. 4, p. 40-46, 1999.
- LEE, H. J. Peptides:Functional health of soy foods. *Soybean Digest Korea*, v.15, p. 16-22, 1998.
- LEESON, S.; ATTEH, J.O.; SUMMERS, J.D. Effects increasing dietary levels of commercial heated soybeans on performance, nutrient retention and carcass quality of broiler chickens. *Canad. J. Anim. Sci.*, v.67, p.821-825, 1987.
- LIENER, I. E. From soybeans to lectins: a trail of research revisited. *Carbohydr. Res.*, Amsterdam, v. 203, p. 1-5, 1991.
- LIENER, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Cleveland, v. 1, n. 34, p. 31-67, 1994.
- LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P. et al. Atividade ureática. *Rev. Eletr. Nutrit.*, artigo n. 145, v. 8, nº05, p. 1606-1611,2011.
- MAPA - MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. SISLEGIS - SISTEMAS DE LEGISLACAO AGRICOLA FEDERAL. DISPONIVEL EM [HTTP://EXTRANET.AGRICULTURA.GOV.BR/SISLEGIS](http://EXTRANET.AGRICULTURA.GOV.BR/SISLEGIS) ACESSADO EM 28 DE ABRIL DE 2009.
- MARSMAN, G.J.P.; GRUPPEN, H.; VAN DER POEL, A.F.B. et al. The effect of shear forces and addition of a mixture of a protease and a hemicellulase on chemical, physical and physiological parameters during extrusion of soybean meal. *Animal Feed Science And Technology*, v.56, n.1-2, p.21-35, 1995.
- MATEOS, G.G. et al. Traitement de la graine de soja, 2002. Disponível em: <[http://www.asaimeurope.org/pdf/processsb\\_f.pdf](http://www.asaimeurope.org/pdf/processsb_f.pdf)>. Acessado em: 20 julh. 2011.
- MATEOS, G.C., SELL, J.L. Influence of graded level of fat on utilization of single carbohydrates by the laying hen. *J. Nutr.*,v.110, p.1893-903, 1980.

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

MIN, B. J.; HONG, J. W.; KWON, O. S.; LEE, et al. The Effect of Feeding Processed Soy Protein on the Growth Performance and Apparent Ileal Digestibility in Weanling Pigs. Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea, 2004.

MITAL , BK , E SK GARG. Tempeh tecnologia e alimentos de valor. *Int. Aliment. Rev.*, v. 6, p. 213 -224, 1990.

MORAN Jr T. Fat feeding value - Relationships between analyses, digestion and absorption. In: PROCEEDINGS OF THE TENTH WESTERN NUTRITION CONFERENCE, Saskatoon- Saskatchewan. Proceedings.... p.31-40, 1989.

MOREIRA, I. Utilização de soja grão processada e suas implicações na alimentação de monogástricos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 2., Teresina. Anais... Teresina: 2000. v.7, p.223-229, 2000.

MUSTAKAS, G.C. et al. Production and nutritional evaluation of extrusion cooked full-fat soybean flour. *J. Am. Oil Chem.*, v.41, p.607-14, 1964.

NAVARRO, G. Nuevos conceptos de la soya integral en la alimentación avícola. México: Asociación Americana de Soya, (Buletin Técnico,102), p. 6, 1992.

OLIVEIRA, F. N.; COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.1950-1955, 2005.

OSBORNE, T. B. AND L. B. MENDEL. The use of soybean as food. *J. Biol. Chem.*, v. 32, p.369-387, 1917.

PABLOS, J.B. Consideraciones sobre el uso de la soya integral en la alimentacion de las aves. Soya. (ASA), Mexico, n. 61, p. 1-4, 1986.

PAHM, A. A. Ileal amino acid digestibility and reactive lysine in distillers dried gains with solubles fed to pigs and poultry. PhD Diss. Univ. Illinois, Urbana, 2008.

PALIC, D.V.; LEVIC, J. D.; SRENADOVIC, S.A. et al. Quality control of full-fat soybean using urease activity: Critical assessment of the method. *APTEFF*, v. 39, p. 1450, 2008.

PARADIS, P.L. et al. Feeding value of pacific nothwest ground soybeans for the broilers. Oregan State University, *Special Report*, 1978.

PEREZ-MALDONADO, R. A.; MANNION, P. F.; FARRELL, D. J. Efeitos do tratamento térmico sobre o valor nutricional de soja em bruto seleccionados para baixa actividade de inibidor de tripsina. *Br. Poult. Sci.* v. 44, p. 299 -308, 2003.

PINHEIRO, J. W. Soja integral processada pelo calor em rações de frango de corte. Jaboticabal, 1993. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias -UNESP. 175p.1993.

RACKIS, J. J.; GUNBMANN, M. R.; LIENER, I. E. The USDA trypsin inhibitor study. I. Background, objectives and procedural details. *Qual. Plant Human Nutr.*, The Hague, v. 35, p. 213-242, 1985.

REID, B. I. Calorific value of fat. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1985, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, . p.5-9, 1985.

ROSTAGNO, H. S.; DIONIZIO, M. A.; ALBINO, L. F. T. Perspectivas da nutrição de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 17p. CD-ROM. Nutrição de Não-Ruminantes.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.141, 2000.

RUNHO, R. C. Farelo de soja: processamento e qualidade, 2001. Poli-nutri Alimentos, Artigos Técnicos, disponível em <[www.polinutri.com.br](http://www.polinutri.com.br)>, acesso em 10/12/2012.

SARIKHAN M.; SHAHRYAR, H. A.; GHOLIZADEH, B. et al. Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. *Int J Agric Biol*, v. 12, p.531-536, 2010.

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

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

SAKOMURA, N. K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO, J. M. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 33, n.4, p. 924-935, 2004.

SARKAR, P. K., L. J. JONES, G. S. CRAVEN, S. M. SOMERSET AND C. PALMER. Amino acid profiles of kinema, a soybeanfermented food. *Food Chemistry*, v. 59, p. 69-75, 1997.

SELL, J. L.; KROGDHAL, A.; HANYU, N. Influence of age on utilization of supplemental fats by young turkeys. *Poul. Sci.*, v.65, p.546-554, 1986.

SELL, J.L., Use of extruded whole soybeans in turkey diets. *Iowa State University Poultry Newsletter*, Iowa State University, Ames, IA, p.3-5, 1984.

SILVA, L. H.; COSTA, P. F. P.; NOMIYAMA, G. W. et al. Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae*. *Braz. J. Food Technol.* v.15, n.4, 2012.

SMITH, A. K.; CICLE, S. J. Soybean chemistry e technology., *Westport, CT:Avi Publishing*, v. 1, 1987.

STEIN, H. H.; BERGER, L. L.; DRACKLEY, J. K. et al. Nutritional properties and feeding values of soybeans and their coproducts. In *SOYBEANS: CHEMISTRY, PRODUCTION, PROCESSING, AND UTILIZATION*. L.A. Johnson, P. White, and R. Galloway, Ed. AOCS Press, Urbana, p.613-660, 2008.

STEINKRAUS, K. H. Handbook of Indigenous Fermented Foods. 2 ed Revised and Enlarged. New York, NY: *Marcel Dekker*. 776 p, 1996.

SWICK, R.A. Role of growth promotants in poultry and swine feed. 1996. Disponível em: <[www.asasea.com/download\\_doc.php?file=AN04-swick.pdf](http://www.asasea.com/download_doc.php?file=AN04-swick.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2012.

TORREZAN, R.; CRISTIANINI, M. Revisão: efeito do tratamento sob alta pressão sobre as propriedades funcionais da proteína de soja e interação proteína-polissacarídeos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 201-220, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA/UFV. SAEG - Sistema de Análises Estatísticas. Viçosa, MG: 1999. 69p.

VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS*, 4, 1987, Brasília. Proceedings ... Brasília, p.971-87, 1987.

WALDROUP, P.W. Whole soybeans for poultry feeds. *World's Poult. Sci. J.*, v. 38, p. 28-35, 1982.

WANG, L.C.; WEN, C.; JIANG, Z.Y. et al. Avaliação da substituição parcial de alta proteína ração com farelo de soja fermentado em dietas de frangos de corte. *Appl. Poult.*, v. 21, p. 849-855, 2012.

WARD, N.E. Quality considerations for soybean meal. American Soybean Association. Blairstown, NJ. *Mita*, n. 195. v.01, 1996.

WHITE, C. L.; GREENE, D. E.; WALDROUP, P.W. et al. The use of unextracted soybeans for chick. Comparison of infra-red cooked, autoclaved and extruded soybeans. *Poult. Sci.*, v.46, p.1180-5, 1967.

WHITEHEAD, G.C.; FISHER, C. The utilization of various fats by turkey of different ages. *Br. Poul. Sci.*, v.16, p. 481-485, 1975.

WOOD, A.S. et al. The utilization of unextracted raw and extruded full-fat soybean by the chicks. *Poult. Sci.*, v.50, p.1392-9, 1971.

YANG, Y. X.; KIM, Y. G.; LOHAKARE, J. D. et al. Comparative efficacy of different soy protein sources on growth performance, nutrient digestibility and intestinal morphology in weaned pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, v. 20, p. 775-783, 2007.

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

ZELENKA, J. Energy and protein utilization after hatching. In: EUROPEAN NUTRITION, 10, 1995, Antalya. Proceedings... Antalya: WPSA, p.29-43,1995.



# ANEXOS

## I. Avaliações das rações experimentais

### a) Experimento I – Desempenho de frangos de corte alimentados com farelo de soja hidrolisado em diferentes níveis de inclusão

Tabela 17. Resultados das análises das rações iniciais com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado

	0% FSH.	25% FSH.	50% FSH.	75% FSH	100% FSH.
Calcio	1,03	1,19	0,88	0,97	1,14
Extrato etéreo	5,31	4,69	4,26	3,83	3,49
Fósforo	0,59	0,62	0,61	0,57	0,58
Matéria mineral	5,10	4,92	4,74	5,13	6,63
Proteína Bruta	21,07	21,41	20,57	20,75	22,15
Umidade	11,43	11,14	11,18	10,76	10,26

Tabela 18. Resultados das análises das rações de crescimento com diferentes níveis de farelo de soja hidrolisado

	0% FSH.	25% FSH.	50% FSH.	75% FSH	100% FSH.
Cálcio	0,90	0,97	0,92	1,03	0,87
Extrato etéreo	6,27	5,73	5,02	4,58	4,29
Fósforo	0,54	0,52	0,52	0,52	0,48
Matéria mineral	4,26	4,16	4,40	4,22	4,23
Proteína Bruta	19,27	19,14	18,10	18,90	18,07
Umidade	10,72	12,41	10,69	11,13	10,21

Tabela 19. Resultados das análises dos farelos de soja de acordo com método de processamento

	Solubilidade KOH 0,2%	Atividade Ureática	PB	EE
Farelo de soja convencional	80,48	0,10	46,47%	2,34%
Farelo de soja hidrolisado	86,17	0,28	54,16%	2,95%

FSC. Farelo de soja convencional; FSH.= Farelo de soja hidrolisado; EE= Extrato etéreo; PB= Proteína bruta.

Tabela 20. Matriz nutricional do farelo de soja hidrolisado de acordo com o fabricante.

Item	Valores
Energ. Met.aves mcal/kg	2,973
Gordura %	0,573
Proteína bruta %	53,91
Calcio%	0,5
Fosforo%	0,79
Lisina %	3,45
Metionina %	0,75
Treonina %	2,28
Triptofano%	0,72
Arginina%	4,05

**b) Experimento II - Uso de diferentes tipos de processamento de soja na alimentação de frangos de corte e sua viabilidade econômica**

Tabela 21. Resultados das análises das rações iniciais com diferentes tipos de processamento de soja

	FS+OS	FS+OV	SE	ST
Cálcio	1,03	1,00	1,08	1,07
Extrato etéreo	5,31	5,25	4,98	5,89
Fósforo	0,59	0,58	0,59	0,61
Matéria mineral	5,10	4,81	5,19	5,33
Proteína Bruta	21,07	21,47	22,20	20,74
Umidade	11,43	11,15	10,83	11,44

Tabela 22. Resultado das análises das rações de crescimento com diferentes tipos de processamento de soja

	FS+OS	FS+OV	SE	ST
Cálcio	0,90	1,03	1,02	0,91
Extrato etéreo	6,27	6,02	6,38	7,20
Fósforo	0,54	0,54	0,52	0,53
Matéria mineral	4,26	4,68	4,20	4,77
Proteína Bruta	19,27	18,84	18,86	18,36
Umidade	10,72	10,95	10,70	11,14