

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE**

Autora: Kátiusce Moraes de Oliveira Cruvinel  
Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Cibele Silva Minafra

Rio Verde - GO  
Maio - 2018

# **SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE**

**Autora: Kátiusce Moraes de Oliveira Cruvinel**  
**Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Cibele Silva Minafra**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração Zootecnia.

Rio Verde - GO  
Maio - 2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

CC957s Cruvinel, Kátiusce Moraes de Oliveira  
SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE /  
Kátiusce Moraes de Oliveira Cruvinel; orientadora  
Cibele Silva Minafra. -- Rio Verde, 2018.  
65 p.

Dissertação (Mestrado em PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ZOOTECNIA) -- Instituto Federal Goiano, Campus  
Rio Verde, 2018.

1. Avicultura. 2. Desempenho. 3. Extrusão. 4.  
Protina. I. Minafra, Cibele Silva, orient. II. Título.


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

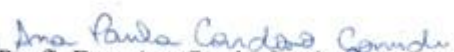
**SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE**


Autora: Kátiusce Moraes de Oliveira Cruvinel  
Orientadora: Cibele Silva Minafra

*TITULAÇÃO:* Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia  
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 29 de maio de 2018.

  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Poliana Carneiro Martins  
*Avaliadora externa*  
Departamento de Vigilância  
Sanitária / RV

  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Ana Paula Cardoso Gomide  
*Avaliadora interna*  
IF Goiano/RV

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cibele Silva Minafra  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/RV

## AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial, pela vontade e força que me deu em todos os momentos desta jornada e, por agora poder estar conquistando este grande objetivo em minha vida.

À minha família, em especial a meu esposo, Rafael Cruvinel, por todo seu apoio, amparo, amor, amizade e companherismo, que faz com que eu cresça cada vez mais em minha profissão e por acreditar que eu seria capaz de alcançar todos os meus objetivos, te amo para sempre.

Aos meus filhos Guilherme e Isabela Cruvinel, por disporem de todo o seu tempo livre para me ajudarem neste grande projeto tão importante em minha vida e por me apoiarem nos momentos mais difíceis em que achei que não iria conseguir, vocês foram o meu porto seguro, o motivo pelo qual nunca desisto de sempre buscar novas oportunidades, eu os amo mais que tudo neste mundo e saiba que tudo isso fiz e faço por vocês, meus filhos queridos.

Aos meus pais Oraldo e Rita, por todo seu apoio e incentivo, pelos conselhos dados, por sempre estarem prontos para me amparar e dar excelentes conselhos, sempre seria grata por todo sacrifício que já fizeram e fazem para que eu e meus irmãos sejamos melhores a cada dia, vocês são o meu maior exemplo, amo vocês.

A minha sogra Marlene Cruvinel e sua irmã Sirlene Borges, por estar sempre perto para me apoiar nesta jornada longa, pelos longos dias de trabalho árduo, mas gratificante, agradeço pela ajuda, amor e incentivo dado para que eu pudesse chegar até aqui.

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cibele Silva Minafra, por ter me dado esta oportunidade maravilhosa na vida, por me ensinar que tudo na vida se conquista depois

de muita luta, por seu exemplo de profissional dedicada e competente, que me fez acreditar que mesmo sendo mãe podemos lutar pra crescer como profissional, obrigada pelo seu exemplo.

A todos os membros da equipe do Laboratório de Bioquímica, pelo companheirismo e ajuda prestada para a realização deste projeto, em especial a Cecília que sempre esteve ao meu lado e a Weslane, por todo apoio prestado nesta longa jornada.

Ao senhor Fernando Jungueira, que nos forneceu a soja extrusada para realização deste estudo.

Ao Instituto Federal Goiano, por ter me concedido a oportunidade de ampliar meus conhecimentos e hoje poder conquistar o título de Mestre em Zootecnia que fará toda a diferença em minha vida.

Realmente, sou imensamente grata a todos que de alguma forma cotribuíram para que hoje este sonho pudesse ser realizado, sem todos vocês nada disso poderia ser realizados a todos o meu muito obrigada.

*“Nenhum sucesso na vida compensa um fracasso no lar.”*

David O Mckey

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Katiusce Moraes de Oliveira Cruvinel, filha de Oraldo Dias de Oliveira e Rita Conceição Moraes de Oliveira, nascida em Rio Verde – GO em 01 de novembro de 1986. Formada em Medicina Veterinária pela Universidade de Rio Verde – Goiás em março de 2015. Em março de 2016 iniciou o Mestrado em Zootecnia na área de Produção Animal pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, submetendo-se a defesa em 2018.



## Sumário

CAPÍTULO 1.....	15
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Soja .....	16
2.2 Extrusão da soja.....	18
2.3 Digestibilidade da soja pelas aves de corte.....	21
2.4 Digestão proteica de frangos de corte .....	23
3. REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2.....	29
SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE.....	29
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3 RESULTADOS.....	40
4 DISCUSSÃO.....	54
5 CONCLUSÃO.....	60
6 REFERÊNCIAS.....	61

## Índice de tabelas

Tabela 1. Classificação da atividade ureática e solubilidade da proteína em KOH na soja.....	17
Tabela 2 Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas controle; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase pré-inicial.....	34
Tabela 3 Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas controle; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase inicial.....	35
Tabela 4 Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas controle; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase crescimento.....	36
Tabela 5 Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas controle; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase de terminação .....	37
Tabela 6 Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas com diferentes níveis de soja extrusada aos sete, 14, 21 e 42 dias.....	41
Tabela 7 Metabolizabilidade da matéria seca das dietas com níveis crescentes de soja extrusada presentes nas dietas e excretas dos animais na fase pré-inicial, crescimento e terminação.....	43
Tabela 8 Metabolizabilidade proteica das dietas com níveis crescentes de soja extrusada presentes nas dietas e excretas na fase pré-inicial. Crescimento e terminação.....	44
Tabela 9 Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada no período de um a 7 dias de idade.....	46
Tabela 10 Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada no período de um a 14 dias de idade.....	48
Tabela 11 Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada no período de um a 21 dias de idade.....	49
Tabela 12 Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada no período de um a 42 dias de idade.....	51
Tabela 13 Rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados até 42 dias com níveis crescentes de soja extrusada em dietas.....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Fluxograma de produção de alimento extrusado .....	19
Figura 2. Extrusora de parafuso simples ou rosca única .....	20
Figura 3. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.....	42
Figura 4. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 14 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.....	42
Figura 5. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.....	42
Figura 6. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.....	43
Figura 7. Efeito dos níveis crescentes de SE sobre o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das fases pré-inicial, crescimento e terminação.....	44
Figura 8. Efeito dos níveis crescentes de SE sobre o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB) das fase pré-inicial, crescimento e terminação.....	45
Figura 9. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a sete dias de idade.....	46/47
Figura 10. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a 14 dias de idade.....	48
Figura 11. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a 21 dias de idade.....	50
Figura 12. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a 42 dias de idade.....	51
Figura 13. Rendimento de carcaça e dos cortes peito, sobrecoxa, coxa, asa e gordura abdominal no período de um a 42 dias de idade.....	53

## Lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades

CA	Conversão alimentar
CMMS	Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMPB	Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
CCK	Colecistoquinina
Cm	Centímetros
CR	Consumo de ração
DGM	Diâmetro geométrico médio
DHA	Deidroalanina
EPM	Erro padrão médio
G	Gramas
GP	Ganho de peso
ID	Intestino delgado
IG	Intestino grosso
KOH	Hidróxido de potássio
Met	Metabolizável
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
PNAs	Polissacarídeos não amiláceos
RC	Rendimento de carcaça
TGI	Trato gastrointestinal
WAI	Índice de absorção de água
WSI	Característica de solubilidade em água
%	Porcentagem

# SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis crescentes de soja extrusada (0; 7,5; 15; 22,5 e 30%) em substituição ao farelo de soja na dieta de frangos de corte, sobre desempenho, digestibilidade da matéria seca e proteína, biometria do trato gastrointestinal e rendimento de carcaça aos 42 dias. Foram utilizados 250 pintainhos de corte, linhagem Cobb®, machos, de um dia de idade, com peso inicial de  $45,44 \pm 0,1$  gramas, alojados em 25 gaiolas de arame galvanizados com dimensões 0,90m x 0,60m x 0,45m. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições de 10 aves cada. Os resultados foram submetidos a análise de variância e quando o teste F foi significativo, aplicou-se a análise de regressão polinomial, ambos a 5% de probabilidade. Os níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada na alimentação de frangos de corte, aos 42 dias de idade os níveis de soja extrusada não influenciaram na conversão alimentar; peso do fígado e pâncreas, mas houve efeito linear decrescente para ganho de peso, rendimento de carcaça, peito e sobrecoxa e efeito linear crescente para peso do intestino grosso. O coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta apresentou efeito quadrático com melhor nível de 15% de soja extrusada.

**Palavras-chave:** avicultura, desempenho, extrusão, proteína.

## **EXTRUDED SOYBEAN IN BROILERS DIET**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of increasing levels of extruded soybean (0, 7.5, 15, 22.5 and 30%) in replacement of soybean meal in broiler diet on performance, dry matter and protein digestibility, gastrointestinal tract biometry and carcass yield at 42 days. A total of 250 one-day-old male Cobb® lineage chicks with an initial weight of  $45.44 \pm 0.1$  grams were housed in 25 galvanized wire cages with dimensions of 0.90m x 0.60m x 0.45m. The experimental design was completely random, with five treatments and five replicates of 10 birds each. The results were submitted to variance analysis and when the F test was significant, the polynomial regression analysis was applied, both at 5% of probability. Replacement levels of soybean meal by extruded soybean in broilers fed at 42 days of age did not influence feed conversion; liver and pancreas weight, but there was a linear effect for weight gain, carcass yield, chest and upper leg and an increased linear effect for large intestine weight. The crude protein metabolizable coefficient showed a quadratic effect with a better level of 15% of extruded soybean.

**Key words:** poultry, performance, extrusion, protein.

## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUÇÃO

A avicultura industrial, graças ao desenvolvimento biotecnológico amparado por estudos científicos e investimentos, é um setor de produção de proteína de origem animal de destaque na economia brasileira, com participação impactante na produção mundial de frangos de corte (Alves et al., 2017; Conab, 2018).

Apesar da eficiência na formulação de rações para a alimentação dos frangos de corte, o comércio de grãos e a demanda alta por alimentos de excelente qualidade nutricional, a alimentação destas aves é o que onera a produção, sendo crucial o uso de tecnologias no processamento dos alimentos a fim de melhorar a disponibilidade dos nutrientes presente nos grãos (Melo et al., 2016).

Dentre as tecnologias de processamento aplicadas nos grãos tem-se a extrusão que consiste em aplicar calor e umidade sobre os grãos a fim de modificar a estrutura, ocasionando gelatinização do amido e tumescência (fusão nas pontes de hidrogênio entre as cadeias polissacarídicas). Este procedimento sobre o alimento favorece a digestibilidade de seus nutrientes, com reflexo positivo sobre o consumo e custo de produção (Nikmaram et al., 2017; Nunes et al., 2015).

Além de melhorar o aproveitamento dos alimentos, a extrusão inibe os fatores antinutricionais presentes nos grãos de soja, inibidores de proteases, lectinas, proteínas alergênicas e saponinas, estes compostos quando presentes interferem na absorção dos nutrientes, ocasionando distúrbios durante o crescimento da ave (Gonçalves Mateus, et al., 2018).

Contudo, têm-se também as enzimas exógenas que aumentam a disponibilidade de compostos para a absorção intestinal, amenizam o impacto dos fatores antinutricionais persistentes após a extrusão, e são capazes de complementar o aporte nutricional pela degradação de polissacarídeos não amiláceos (Jacobsen et al., 2018).

Sendo assim, objetivou-se com este estudo avaliar os frangos de corte alimentados com níveis crescentes de soja extrusada, avaliando desempenho produtivo, digestibilidade, desenvolvimento intestinal a partir de biometria relativa e rendimento dos cortes nobres e carcaça até 42 dias de idade.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Soja

Apesar de participar da alimentação humana, a soja é um grão tracional no fornecimento de proteína nas dietas para aves, do qual é obtido o farelo e óleos que irão compor as rações formuladas; no entanto, o uso deste alimento aumenta o preço de produção (Erdaw et al., 2016; Mattos et al., 2015).

De acordo com De Jesus Benevides et al. (2011), a soja crua apresenta fatores antinutricionais, comumente produzidos pelo organismo da planta que ao serem ingeridos pelos animais, prejudicam a digestibilidade, a absorção de nutrientes e causam efeitos tóxicos.

Os fatores antinutricionais presentes na soja de importância para a criação de frangos de corte são: inibidores de protease, lecitinas, ácido fítico, compostos que afetam negativamente a disponibilidade de proteína e o desempenho do animal (Erdaw et al., 2017). Além dos compostos que afetam a digestibilidade dos nutrientes presentes nos grãos de soja, têm-se hemaglutininas, fatores bociogênicos, antivitaminicos e antiminerais (fitatos). As isoflavonas, os fatores de flatulência, alergênicos, lisinoalanina e saponinas, apesar de provocarem efeitos fisiológicos adversos, podem ser extraídos do alimentos pela ação do calor no processo de extrusão pois são termoestáveis (Gonçalves Mateus, et al. 2018).

Os inibidores de tripsina complexam-se com proteases pancreáticas, limitando a atividade enzimática na porção inicial do intestino delgado, prejudicando a digestão e absorção de proteínas, induzindo assim ao aumento no peso e tamanho do pâncreas, resultado do aumento de sua atividade com o propósito de atender a demanda da ave (Heger et al., 2016).

Já as glicoproteínas lecitinas prejudicam a absorção dos açúcares pela mucosa intestinal, conhecidas como hemaglutininas por aglutinarem as hemácias dos animais, são compostos resistentes à atividade das enzimas endógenas, podendo levar a redução de secretina e colecistoquinina (CCK) e aumentar a secreção de muco (Oliveira et al., 2000; Fasina et al., 2004).

O ácido fítico consiste em um quelante dos mineirais, prejudicando a disponibilização de fósforo, zinco, cálcio, cobre, cromo, manganês e ferro (Yu et al., 2012). Além dos fatores antinutricionais citados, a soja apresenta as saponinas, glicosídeos de sabor amargo que prejudicam a palatabilidade e ingestão de ração, permeabilidade da mucosa intestinal e transporte de nutrientes, em casos de ingestão elevada levam a intoxicação da ave, pois sua concentração



exarcebada no sangue provoca hemólise das hemácias e transtorno metabólico (Lima et al., 2014).

Há também na soja os fatores alergênicos ou proteínas antigênicas (glicina e  $\beta$ -conglucininina) que podem influenciar a absorção de nutrientes no intestino delgado, assim como polissacarídeos não amiláceos (PNA's), que são capazes de alterar a viscosidade intestinal do animal, resultando em efeitos indesejáveis na digestão e aproveitamento nutricional das dietas (Lima et al., 2011; Tavernari et al., 2008).

Considerando o desenvolvimento corporal dos frangos de corte, os fatores antinutricionais presentes nos alimentos podem prejudicar seu desempenho obtido do melhoramento genético e exigência nutricional atendida pela formulação das rações, pois seus efeitos a nível intestinal, além de prejudicar a oferta de nutrientes e sua absorção, podem levar à transtornos mais expressivos, como a alteração da conformação dos órgão durante seu crescimento, no caso, sua morfologia e função fisiológica (Loman et al., 2016).

A qualidade dos grãos de soja utilizados na fabricação de rações abrange desde a inativação de seus fatores antinutricionais através de processamento na determinação de sua composição química, e qualidade proteica através das análises de índice de urease e solubilidade da proteína KOH (Yasothai, 2016).

Tabela 1. Classificação da atividade ureática e solubilidade da proteína em KOH na soja

Classificação	Atividade Ureática	Solubilidade em KOH
Excelente	0,01-0,05	< 85%
Boa	0,05-0,30	< 80%
Regulação	0,21-0,31	>75%
Deficiente	>0,30	<75%

Fonte: Compêndio de Alimentação Animal, 2005.

Durante o processamento de grãos utilizando temperatura é interessante avaliar a degradabilidade da urease e a formação de gás carbônico e amônia, que indica o grau de processamento, e seu potencial de inativação dos fatores antinutricionais. A atividade ureática promove mudança no pH, o subprocessamento é apontado quando o pH é maior que 0,3, enquanto o superprocessamento apresenta valor do pH abaixo de 0,05 (Lima et al., 2011).

A solubilidade de hidróxido de potássio (KOH) estima o percentual de proteína disponível para absorção, valores abaixo de 75% indicam que a soja sofreu superaquecimento e valores

superiores a 90%, apontam subprocessamento e presença dos inibidores de tripsina (Carvalho et al., 2015; Lima et al., 2014; Nikmaram et al., 2017).

O valor proteico da soja depende da composição aminoacídica das proteínas, ou seja, seu perfil de aminoácidos. A proteína por ser um composto sensível ao calor, está sujeita a desnaturação, e o processamento correto da soja garante real fornecimento dos aminoácidos essenciais aos animais, ou seja, não basta a desativação dos fatores antinutricionais, deve-se atentar também as perdas de proteína ocasionadas pelo superaquecimento do alimento (Rocha et al., 2014)

## 2.2 Extrusão da soja

O uso da soja como alimento na nutrição de não ruminantes é dada a partir do aproveitamento do farelo originado na fabricação de óleo utilizado na nutrição humana, assim como grãos processados.

Na nutrição proteica dos animais, a soja é a principal fonte de proteína vegetal, sendo que seu grão apresenta dois cotilédones (90% do peso), casca (8% do peso), o hipocótilo e a plúmula. Os cotilédones abrigam as porções lipídica, proteica, energética, enzimas (lipoxigenase, urease) e fatores antinutricionais (estaquiase, rafinose, inibidores de tripsina, lectinas, saponinas) (Nikmaram et al., 2017).

A soja apresenta teor médio de 40% de proteína e 19% de lipídios, 34% de carboidratos e 10% minerais, com rendimento industrial após processamento de 19% de óleo, 73% de farinha, 7% de casca e 1% de outros (Vasconcelos et al., 2016).

Os processamentos aplicados nos grãos de soja normalmente utilizam calor, com o propósito de eliminar os fatores antinutricionais presentes que interferem no desempenho produtivo dos animais (Lima et al., 2016). A aplicação de temperaturas elevadas e umidade no grão de soja aumenta a disponibilidade da proteína e amidos solúveis com aumento na absorção dos macro e micronutrientes pelo intestino delgado (Erdaw<sub>a</sub> et al., 2017).

A extrusão é um processamento térmico econômico e eficaz na inibição dos fatores antinutricionais presentes no grão *in natura*. O calor seco, aplicado por calor tambor rotativo, leva os grãos ao cozimento sob temperatura entre 110°C e 170°C, caracterizando tostagem a seco, havendo também a aplicação de umidade (tostagem por calor úmido) e vapor sob baixa pressão. Quando se aplica calor a 315°C e, no decorrer do percurso dos grãos na temperatura baixa tem-se por fim uma ruptura estrutural dos grãos, tem-se então o processamento de tostagem com *jetsplode* (Carvalho et al., 2015; Bellaver e Snizek, 1999).

Ao alimentar a extrusora, deve-se levar em consideração os componentes da matéria-prima utilizada, seu teor de umidade, composição (proteínas, amido, lípidos, água, açúcares e de proteínas), pH, viscosidade e o tamanho das partículas. O equipamento para a extrusão dos alimentos pode ser a extrusora de rosca simples ou dupla, e a qualidade do produto final depende da temperatura aplicada, do comprimento do canhão e da geometria dos parafusos, implicando efeito do tempo e propriedades físicas do material em extrusão (Lopes-da-Silva et al., 2016).

A produção de alimentos extrusados segue-se a partir do recebimento da (1) matéria-prima, (2) armazenamento e (3) moagem, (4) dosagem, (5) mistura, (6) alimentação da extrusora, pré-condicionador, canhão de extrusão, moldagem, secagem, inclusão de líquidos, (7) resfriamento e empacotamento.

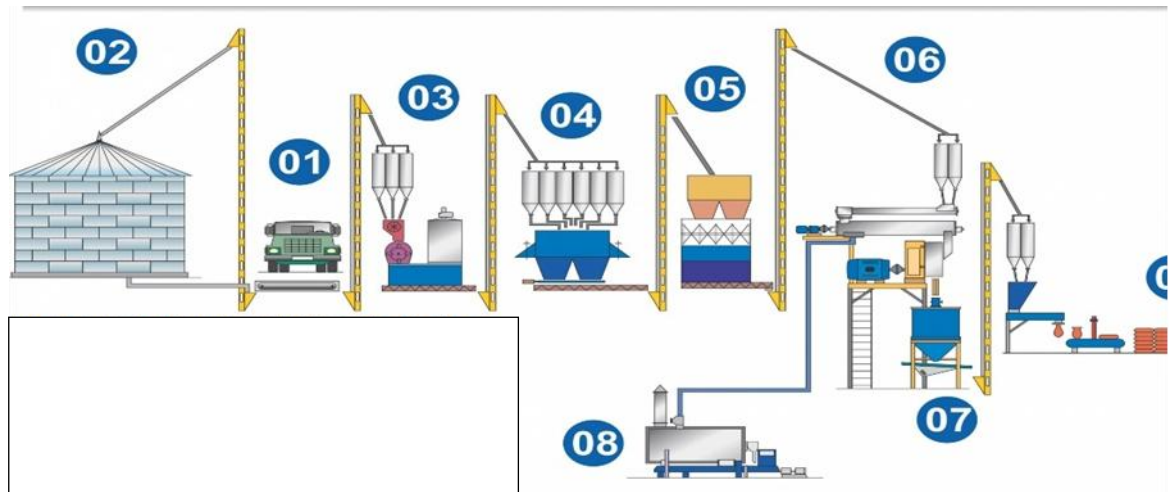


Figura1: Fluxograma de produção de alimento extrusado Fonte: Ferraz Máquinas Agrícolas (s.d.)

As etapas da extrusão consistem em aquecimento, resfriamento, transporte, alimentação, compressão, reação, mistura, homogeneização, fusão, cozimento e texturização e modelagem, que são realizadas na extrusora como exemplificadas a seguir (Nwabueze, 2007).

A primeira etapa do processamento é a alimentação, ou seja, introdução da matéria-prima, nesta parte a velocidade é limitada pela capacidade dos parafusos ao transportar o alimento seco. O aquecimento do tambor juntamente com a injeção de água podem ser aplicados para aumentar a transferência condutiva de calor.

Após alimentação do canhão, segue-se a compressão em que os parafusos da extrusora começam a atingir maior grau de enchimento à medida que o passo do parafuso diminui. Nesta etapa o alimento perde sua textura granular e aumenta sua densidade, assim como aumenta a pressão dentro do cilindro.

Após alimentação e compressão, o alimento passa para etapa de cozimento; nesta ocasião a temperatura e a pressão aumentam rapidamente modificando a densidade, cor e propriedades funcionais do produto final.

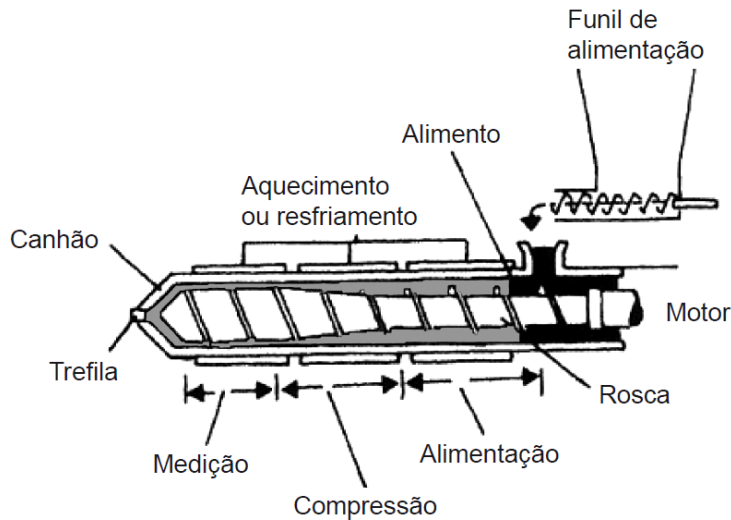


Figura 2: Extrusora de parafuso simples ou rosca única. Fonte: (Lopes-da-Silva et al., 2015.)

Efeitos da EXTRUSÃO sobre os componentes dos alimentos:

**AMIDO:** no processo de extrusão, a combinação temperatura e umidade sobre o amido levam a fusão, gelatinização, fragmentação e dextrinização; altera sua morfologia, porosidade e textura, e como consequência tem-se mudança na relação amilose e amilopectina no produto final (Noomhorm, et al., 2014). As mudanças que ocorrem na solubilidade do amido podem ser medidas pelo “índice de absorção de água” (WAI) e a “característica de solubilidade em água” (WSI). Nos cereais o WAI aumenta à medida que a intensidade do processo aumenta, atingindo seu máximo a 180-200°C, mas o WSI diminui. Na extrusão, o grânulo de amido absorve água durante a saída da matriz da extrusora.

**PROTEÍNAS:** durante a extrusão, presença de açúcares redutores, ruptura e formação de ligações intermoleculares químicos (peptídicos e dissulfeto), e a complexação proteína-carboidrato e proteína-lipídios faz com que ocorra a reação de Maillard. Estes acontecimentos promovem melhora na digestibilidade de proteínas de origem vegetal, propiciam a inativação de inibidores de proteases e desnaturação de proteínas (Boroojenia et al., 2016).

**LIPÍDEOS:** na extrusão, os lipídeos presentes no alimento complexam com a amilase, o que reduz o caráter pegajoso do extrusado, fornece lubrificação do produto, protegendo o amido da degradação durante a baixa umidade e garante uma eficiente peletização do produto final, no

entanto pode ocorrer auto-oxidação e extermínio de antioxidantes naturais pela inativação de lipases (Carvalho et al., 2015).

A pressão durante a extrusão emulsifica as gorduras presentes no alimento, gerando encapsulamento deste comoposto dificultando sua mensuração no produto final. A extrusão também prejudica a oferta dos carotenoides (vitamina A), vitamina D e vitamina E, sendo necessário suplementar o alimento extrusado com vitaminas antes de fornecer aos animais (Ziaei et al., 2013).

**FATORES ANTINUTRICIONAIS:** as sementes apresentam compostos que podem interferir na nutrição dos animais e no caso dos grãos de soja afetam a absorção das proteínas e minerais como o fósforo, reduzindo o desempenho produtivo. A extrusão inibe o efeito destes compostos no intestino dos animais, pois o calor é capaz de desativar ou eliminar estes fatores no produto final (Erdaw et al., 2017; Calderano et al., 2010).

A utilização de proteína da soja na nutrição animal é elevada, pois além de possuir custo de aquisição baixo, o aporte de aminoácidos é relativamente alto, satisfazendo o produtor, no entanto quando se utiliza o grão da soja crua para animais não ruminantes esta se torna tóxica, devido ao alto nível de concentração de inibidores de proteases ou inibidores de tripsina e a presença destas substâncias no trato digestório pode reduzir o aproveitamento de proteínas (Mukherjee et al., 2016).

### **2.3 Digestibilidade da soja pelas aves de corte**

O grão de soja cru possui em sua parede celular fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina, lectinas e PNAs, que podem prejudicar o aproveitamento de seus nutrientes, entretanto, o processamento térmico utilizado promove a degradação destes compostos e melhora a digestibilidade e o desempenho produtivo dos frangos de corte (Opalinski et al., 2010).

O conhecimento da composição dos alimentos colabora para a boa nutrição dos frangos de corte, podendo aumentar sua eficiência com o uso de enzimas para elevar a digestibilidade dos alimentos complementando as enzimas endógenas, e fornecendo maior taxa de degradação e absorção dos nutrientes presentes na dieta (Dalólio et al., 2015).

Além do processamento da ração e do uso de aditivos como as enzimas, outros fatores podem influenciar o aproveitamento dos compostos necessários ao desenvolvimento e produção

do frangos de corte, são eles: idade da ave, tamanho do trato gastrointestinal, secreção gástrica e enzimática (Eyng et al., 2010).

A qualidade e valor biológico das proteínas presentes nas rações relacionam-se com a quantidade, qualidade, disponibilidade e digestibilidade de aminoácidos, ou seja, o potencial de hidrólise das proteínas do alimento pela atividade das enzimas digestivas, disponibilizando aminoácidos para serem absorvidos livremente (Mendes et al., 2004).

A soja quando processada corretamente é uma excelente fonte de proteína e lipídeos, e sua variabilidade proteica se deve às condições de cultivo da planta e de seus cultivares (Calderano et al., 2010). Porém, a eficiência no fornecimento proteico do alimento está mais intimamente ligada ao perfil de aminoácidos que compõem as proteínas nele presentes, assim como sua digestibilidade, haja vista que o calor pode interferir neste percentual (Rocha et al., 2014).

A digestibilidade dos alimentos pode ser também influenciada pelo grau de processamento físico, que pode alterar a granulometria, o diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas, normalmente padronizados em granulometria fina: DGM inferior a 600  $\mu\text{m}$ , Média DGM de 600 a 2000  $\mu\text{m}$  e grossa : DGM acima de 2000  $\mu\text{m}$  (Opalinski et al, 2010).

O DGM dos alimentos após a trituração afeta a digestibilidade da ração. Alterações no tamanho dos grânulos interferem no movimento peristáltico do intestino, refletindo na taxa de passagem, em que, quanto menor a granulometria, mais rápido é a passagem do alimento pelo trato gastrointestinal e menor a absorção dos nutrientes. Por isso, deve-se atentar para os aspectos físicos dos alimentos que compõem a dieta, de forma a se evitar perdas na produção de frangos de corte (Opalinski et al., 2011).

A umidade e temperatura aplicadas no processamento da soja por extrusão podem afetar as propriedades físico-química dos grãos, disponibilização e absorção nutrientes o aproveitamento da proteína é mensurado pelo balanço de nitrogênio ingerido menos o excretado, quando o cálculo apresenta valor positivo indica retenção de nitrogênio e deposição proteica, no entanto, quando negativo aponta que está ocorrendo degradação proteica (Silva et al., 2018).

De acordo com Lopes & Lesson (2007), o aumento diário na retenção de nitrogênio de frangos de corte ocorre com o avançar da idade, porém, após cerca de 28 dias, há queda no aproveitamento proteico da dieta.

Geralmente, o coeficiente de digestibilidade da proteína já identificado na literatura para frangos de corte varia alcançando valores acima de 80%, sendo que esta variabilidade nos resultados depende dos alimentos testados (composição proteica), idade do animal, condições físicas da ração (farelada, extrusada, peletizada), linhagem genética, sexo e finalidade de

produção (carne, ovos) (Ojediran et al., 2017; Scotta et al., 2016; Ruhnke et al., 2015; Mello et al., 2009).

## 2.4 Digestão proteica em frangos de corte

Na nutrição de frangos de corte, a proteína é muito importante pois sua composição aminoacídica recorre para a formação dos músculos da ave, além de enzimas que atuarão sobre o metabolismo do animal. Os aminoácidos disponibilizados na dieta são classificados em essenciais (somente 20 dos 700 já catalogados), e não proteicos. Quimicamente os aminoácidos podem se caracterizar como aromáticos (triptofano), básico (lisina), ramificado (leucina) e sulfurados (metionina) (Nunes, 1998).

Araújo (2011) aponta que as proteínas são capazes de fazer ligações intra e intermoleculares, como por exemplo as pontes de enxofre em proteínas globulares, e assim elas conseguem minimizar a proteólise. Entretanto a temperatura aplicada sobre os alimentos pode resultar em ligações cruzadas entre as cadeias de polipeptídios com redução na digestibilidade e disponibilidade biológica dos aminoácidos.

A indigestibilidade ou indisponibilidade dos aminoácidos em relação ao aumento exagerado do calor sobre o alimento durante seu processamento se deve a formação de carbânios, resultante da remoção do próton do átomo de carbono na posição  $\alpha$ . Por exemplo, a cistina quando aquecida sofre uma reação de  $\beta$ -eliminação formando deidroalanina (DHA), e a DHA por sua vez reage com grupos nucleofílicos, resultando em ligações cruzadas entre proteína-proteína que não são hidrolizadas pela tripsina, caracterizando, assim, indigestibilidade dos aminoácidos (Waguespack et al., 2009).

Na formulação de rações para frangos de corte, tem-se considerado o balanço exato dos aminoácidos para atender as exigências das aves tanto para manutenção quanto para a máxima deposição proteica, além de colaborar com a preservação ambiental, evitando excesso de compostos nitrogenados nos resíduos oriundos da produção (cama de frango) (Waguespack et al., 2009).

As proteínas oriundas da dieta administrada, quando no trato digestório da ave, sofrem a ação das enzimas proteolíticas. A digestão enzimática pode ser afetada pela conformação do trato, a área de superfície de contato, tempo e quantidade de substrato (Rutz, 2008).

A digestão da proteína ingerida pelos frangos começa no proventrículo, e é secretado o ácido clorídrico e pepsinogênio. Em pH ácido, o zimogênio é ativado e forma-se a pepsina que, desnatura quimicamente as proteínas (Macari e Furlan, 2002).

A pepsina atua sobre as proteínas dos alimentos ingeridos, liberando resíduos de fenilalanina, triptofano e leucina, de forma rápida, enquanto os resíduos de ácido glutâmico, ácido aspártico, cistina e alanina são liberados lentamente (Dozier, 2008).

Quando a digesta chega no duodeno as proteínas se encontram parcialmente digeridas, sua presença neste órgão induz a secreção de gastrina, colecistoquinina (CCK), secretina, suco biliar e pancreático. As secreções no intestino são oriundas da atividade do pâncreas e fígado, que produzem proteases, carboidrases, lípases e bicarbonato de sódio, respectivamente (Argenzio, 1993).

As proteases que degradam as proteínas a nível intestinal são endopeptidases e exopeptidases (secretadas pelo pâncreas), e aminopeptidases secretadas pela mucosa intestinal (Champe e Harvey, 1996). O pâncreas é responsável pela produção endógena das enzimas proteolíticas: tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases A e B e elastase. O pâncreas secreta zimogênios inativos que serão ativados no lúmen intestinal (Sakomura et al., 2014).

Após a degradação proteica, os aminoácidos liberados no lúmen intestinal são transportados pela via porta de forma livre, quase sempre contra um gradiente de concentração do lúmen intestinal para o sangue. Esta absorção pode ser prejudicada pela presença de açúcares pois, juntos, concorrem pelo sistema de transporte. Além da disponibilidade e transporte do intestino para o sangue, o aproveitamento dos aminoácidos pode ser influenciado pela condição física do frango, idade, antibióticos (Nunes, 1998).



### 3. REFERÊNCIAS

- Alves, M. G. M.; De Freitas Albuquerque, L.; Batista, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte. *Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA*, v. 17, n. 2, 2017.
- Araújo, J. M. A. Proteínas. In: *Química de Alimentos*. 5 ed. Viçosa, MG: UFV, Cap. 13, p. 380-415. 2011.
- Argenzio R.A. Funções Secretórias do Trato Gastrointestinal. In: Swenson MJ, Reece WO. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993. p.319-329.
- Bellaver C, Snizek JrPN. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In *Congresso Brasileiro de Soja 1999*; 1: 1-20.
- Borojenia, F. G.; Svihusb, B.; Reichenbachc, H.G.; Zenteka, J. The effects of hydrothermal processing on feed hygiene, nutrient availability, intestinal microbiota and morphology in poultry—A review. *Animal Feed Science and Technology*, n.220.p.187–215, 2016.
- Calderano, A. A.; Gomes, P. C.; Albino, L. F. T.; Rostagno, H. S.; Souza, R. M.; Mello, H. H. C. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.2, p.320-326, 2010.
- Carvalho, S.; Pires, C. C.; Wommer, T. P.; Pelegrin, A. C., Moro, A.; Venturini, R.; Colville, T & Bassert, J.M. 2015. *Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária*. Rio de Janeiro. Editora: Elsevier.
- Champe PC, Harvey RA. *Bioquímica Ilustrada*. 2.ed. Porto Alegre: Artes Máficas Sul; 1996. p. 446.
- Compêndio Brasileiro De Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações, 2005. 204p.
- Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira grãos: safra 2017/2018; sexto levantamento; março 2018. [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_03\\_09\\_14\\_46\\_58\\_grao\\_maior\\_2018.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_03_09_14_46_58_grao_maior_2018.pdf)
- Dalólio, F. S.; Moreira, J.; Valadares, L. R.; Nunes, P. B.; Vaz, D. P.; Pereira, H. J.; Da Cruz, P. J. Aditivos alternativos ao uso de antimicrobianos na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 5, n. 1, 2015.
- De Jesus Benevides CM, Souza MV, Souza RDB, Lopes MV. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. *Segurança Alimentar e Nutricional* 2011; 18: 67-79.
- Dozier WA. Fisiologia da digestão de proteína em aves. *II Fórum de Enzimas; 2008 Anais* p. 3- 7.
- Erdaw(a), M. M.; Perez-Maldonado, R. A.; Iji, P. A. Apparent and standardized ileal nutrient digestibility of broiler diets containing varying levels of raw full-fat soybean and microbial protease. *Journal of animal science and technology*, v. 59, n. 1, p. 23, 2017.
- Erdaw, M. M.; Perez-Maldonado, R. A.; Bhuiyan, M.; Iji, P. A. Partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean meal supplemented with varying levels of protease in diets of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, v. 47, n. 1, p. 61-71, 2017.

Erdaw, M. M.; Perez-Maldonado, R. A.; Bhuiyan, M.; Iji, P. A. Physicochemical properties and enzymatic in vitro nutrient digestibility of full-fat soybean meal. *J Food Agric Environ*, v. 14, n. 14, p. 85-91, 2016.

Eyng, C., Nunes, R. V., Pozza, P. C., Silva, W. T. M. D., Navarini, F. C., & Henz, J. R. (2010). Meal from tilapia filleting industrial waste in rations for broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(12), 2670-2675.

Fasina, Y. O.; Garlich, J. D.; Classen, H. L.; Ferket, P. R.; Havenstein, G. B.; Grimes, J. L.; Qureshi, M. A.; Christensen, V. L. Response of turkey poults to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets. effect on growth and nutrient digestibility. *Poultry Science*, v. 83, n. 9, p. 1559–1571, 2004.

Ferraz máquinas agrícolas, Fluxograma de produção de Ração Frelada/extrusada,. Via Anhanguera, Km 320. Ribeirão Preto, SP. <<http://www.ferrazmaquinas.com.br>> Acesso em maio/2018.

Heger, J.; Wiltafsky, M.; Zelenka, J. Impact of different processing of full-fat soybeans on broiler performance. *Czech J. Anim. Sci*, v. 61, p. 57-66, 2016.

Jacobsen, H. J.; Kousoulak, K.; Sandberg, A.; Carlsson N.; Ahlstrøm, Ø.; Oterhals, Å. Enzyme pre-treatment of soybean meal: Effects on non-starch carbohydrates, protein, phytic acid, and saponin biotransformation and digestibility in mink (*Neovison vison*). *Animal Feed Science and Technology*, 236, p. 1-13, 2018.

Lima, C. B.; Costa, F. G. P.; Ludke, J. V.; Lima Júnior, D. M.; Mariz, T. M. A.; Pereira, A. A.; Silva, G. M.; Almeida, A. C. A. Fatores antinutricionais e processamento do grão de soja para alimentação animal. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 10, n. 4, p. 24-33, 2014.

Lima, M. F.; Couto, H. P.; Real, G. S. C. P.; Soares, R. T. R. N.; Gomes, A. V. C.; Curvello, F. A. Valores energéticos de rações expandidas em diferentes temperaturas para frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v.68, n.3, p.725-732, 2016.

Lima, M. R.; Morais, S. A. N.; Costa, F. G. P.; Pinheiro, S. G.; Dantas, L. S.; Cavalcante, L. E. Atividade ureática. *Nutritime*, V.8. N. 05, p. 1606 – 1612. 2011.

Loman, A. A.; Ju, L. K. Optimization of enzymatic process condition for protein enrichment, sugar recovery and digestibility improvement of soy flour. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 93, n. 8, p. 1063-1073, 2016.

Lopes-da-Silva, M. F.; Santos, L.; Choupina, A. Extrusion in food technology: applications, product characteristics, composition and future trends. *Revista de Ciências Agrárias*, v.39,n.1, p. 4-14. 2016.

Lopes-da-Silva, M. F.; Santos, L.; Choupina, A. Extrusion in food technology: applications, product characteristics, composition and future trends. *Revista de Ciências Agrárias*, v.39,n.1, p. 4-14. 2015.

Lopez G, Lesson S. Relevance of nitrogen correction for assessment of metabolizable energy with broilers to forty-nine days of age. *Poultry Science*. 2007; 86:1696-1704.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frango de Corte*. Jaboticabal:FUNEP/UNESP, 2002.

Mattos, E. C. D., Atui, M. B., Silva, A. M. D., Ferreira, A. R., Nogueira, M. D., Soares, J. D. S., Marciano, M. A. M. Study on the histological identity of soy products (*Glycine max L*). *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 104-110. 2015.

- Mello HHC, Gomes PC, Rostagno HS, Albino LFT, Souza RM, Calderano AA. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. R. Bras. Zootec., 2009 mai; 38(5):863-868.
- Melo. A. S.; Figueirêdo. L. C.; Arruda. A. M. V.; Fernandes. T. V.; Marinho. J. B. M.; Filho. C. A. S.; Souza. A. O. V.; Oliveira. V. R. M. Aplicações biotecnológicas na avicultura: uma abordagem dos alimentos nutritivos convencionais. PUBVET. v. 10, n.3, p.235-243, 2016.
- Mendes, A.A., Naas, I. & Macari, M. 2004. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA, 505-251.
- Mirghelenj, S.A.; Golian, A.; Kermanshahi, H.; Raji, A.R. Nutritional value of wet extruded full-fat soybean and its effects on broiler chicken performance. Journal of Applied Poultry Research, 22, 410–422. 2013.
- Mukherjee R, Chakraborty RA. Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal—a review. Asian-Australasian journal of animal sciences 2016; 29:1523- 1529.
- Nikmaram, N.; Leong, S. Y.; Koubaa, M.; Zhu, Z.; Barba, F. J.; Greiner, R.; Oey, I.; Roohinejad, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. Food Control , v.79, p. 62 - 73 , 2017.
- Noomhorm, A.; Ahmad, I.; Anal, A. K.; Wiley, J.; Sons. Functional Foods and Dietary Supplements: Processing Effects and Health Benefits. Wiley-Blackwell, 512 p., 2014.
- Nunes, I. J. Nutrição animal básica. Editora FEP-MVZ. Belo Horizonte.399p. 1998.
- Nunes, R. V.; Broch, J.; Polese, C.; Eyng, C.; Pozza, P. C. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. Revista Caatinga, v. 28, n. 2, p. 143-151, 2015.
- Nwabueze, T. (2007). Effect of process variables on trypsin inhibitor activity (TIA), phytic acid and tannin content of extruded african breadfruit-corn-soy mixtures: A response surface analysis. LWT-Food Science and Technology, 40(1), 21-29.
- Ojediran, T. K., Fasola, M. O., Oladele, T. O., Onipede, T. L., Emiola, I. A. (2017) Growth performance, flock uniformity and economic indices of broiler chickens fed low crude protein diets supplemented with lysine. Archivos de Zootecnia 66: 543-550.
- Oliveira, P. B.; Murakami, A. E.; Garcia, E. R.; Moraes, Macari, M.; Scapinello C. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningan*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 6, p. 1759-1769, 2000.
- Opalinski M, Maiorka A, Cunha F, Rocha C, Borges SA. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. Ciência Rural 2010; 40: 628-632.
- Opalinski, M.; Rocha, C.; Maiorka, A.; Dahlke, F.; Silva, A. V. F.; Borges, S. A. Impacto de enzimas e da granulometria sobre a digestibilidade da soja desativada para frangos de corte. Archives of Veterinary Science, v.16, n.2, p.84-90, 2011.
- Rocha. C.; Durau. J. F.; Barrilli. L. N. E.; Dahlke. F.; Maiorka. Maiorka. A. The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health. diet digestibility. and pancreas weight of broilers. The Journal of Apllied Poultry Research. v.23. n.1. p.71-79. 2014.

- Ruhnke, I., Röhe, I., Krämer, C., Boroojeni, F.G., Knorr, F., Mader, A., Schulze, E., Hafeez, A., Neumann, K., Löwe, R., 2015. The effects of particle size, milling method, and thermal treatment of feed on performance, apparent ileal digestibility, and pH of the digesta in laying hens. *Poult. Sci.* 94, 692–699.
- Rutz, F. Proteínas digestão e absorção. Cap 10. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Ed. FUNEP – UNESP. 2008.
- Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. Nutrição de Não Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2014. p.678
- Scottá BA, Albino LFT, Brustolini PC, Gomide APC, Campos PF & Rodrigues VV (2016). Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, 17 (4), 501-508.
- Silva, P. G.; Oliveira, L. M. S.; Oliveira, N. R.; Júnior, F. A.M.; Silva, M. R. S.; Cordeiro, D. A.; Minafra, C. S.; Santos, F. R.; Effects of processing, particle size and moisturizing of sorghum-based feeds on pellet quality and broiler production. *Asian-Australas J Anim Sci* Vol. 31, No. 1:98-105. 2018.
- Tavernari, F. C.; Carvalho, T. A.; Assis, A. P.; Lima, H. J. A. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.5, n.5, p.673-689, 2008.
- Vasconcelos, A.M.D.; Dias, M.; Nascimento, V.A.; Rogério, M.C.P.; Façanha, D.A.E.; Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal dos grãos de soja crus e tostados em bovinos leiteiros. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*; 17:744-752. 2016.
- Waguespack, A. M.; Powell, S.; Bidner, T. D.; Payne, R. L.; Southern, L. L. Effect of incremental levels of L-lysine and determination of the limiting amino acids in low crude protein corn-soybean meal diets for broilers. *Poultry Science*, v.88, p1216–1226, 2009.
- Yasothai, R. Antinutritional factors in soybean meal and its deactivation. *International Journal of Science, Environment and Technology*, v. 5, n. 6, p. 3793-3797, 2016.
- Yu, S.; Cowieson, A.; Gilber, C.; Plumstead, P.; Dalgaard, S. Interactions of phytate and myo-inositol phosphate esters (IP 1-5) including IP5 isomers with dietary protein and iron and inhibition of pepsin. *Journal of Animal Science*, v.90, p.1824-1832, 2012.
- Ziaei N., Moradikor N., Pour E. E. The effects of different levels of vitamin-E and organic selenium on performance and immune response of laying hens. *African Journal of Biotechnology* v.12, p. 3884-3890. 2013.

## CAPÍTULO 2 - SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

(Normas de acordo com a Revista Colombiana de Ciências Pecuárias)

### RESUMO

**Antecedentes:** A extrusão da soja é um processo térmico utilizado na inibição dos fatores antinutricionais e podem interferir no melhor desempenho e digestibilidade da fonte proteica na alimentação animal. **Objetivo:** Avaliar o efeito dos níveis crescentes de soja extrusada (0, 7.5, 15, 22.5 e 30%) em substituição ao farelo de soja, na dieta de frangos de corte, durante 42 dias de idade, sobre desempenho, digestibilidade da matéria seca e proteína, rendimento de carcaça, biometria trato gastrointestinal aos 42 dias de idade. **Métodos:** Utilizou-se 250 pintos de corte de linhagem Cobb<sup>®</sup>, machos, um dia idade, peso inicial 45,44±0,1 gramas. Delineamento inteiramente ao acaso, com 5 tratamentos, 5 repetições com 10 aves cada. Dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, resultados significativos foram submetidos a análise de regressão polinomial, 5% de probabilidade. **Resultados:** À medida que se aumentou os níveis de substituição de soja extrusada reduziu-se também os resultados em vários dos parâmetros analisados neste estudo como desempenho e rendimento de carcaça. **Conclusão:** Os níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada na alimentação de frangos de corte, aos 42 dias de idade os níveis de soja extrusada não influenciaram na conversão alimentar; peso do fígado e pâncreas, mas houve efeito linear decrescente para ganho de peso, rendimento de carcaça, para peito e sobrecoxa e efeito linear crescente para peso do intestino grosso. O coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta apresentou efeito quadrático com melhor nível de 15% de soja extrusada.

**Palavras-chave:** avicultura, desempenho, extrusão, proteína.

## EXTRUDED SOYBEAN IN BROILERS DIET

(Norms according to the Colombian Journal of Animal Sciences)

### ABSTRACT

**Background:** Soybean extrusion is a thermal process used to inhibit antinutritional factors and may interfere with improved performance and protein source digestibility in animal feed.

**Objective:** To evaluate the effect of different levels of extruded soybean yield (0, 7.5, 15, 22.5 and 30%) in replacement of soybean meal in broilers diet during 42 days of age on performance, protein metabolizability, yield carcass and gastrointestinal tract biometry and duodenum histology at 42 days of age.

**Methods:** A total of 250 Cobb lineage male broilers, oneday old, initial weight  $45.44 \pm 0.1$  grams were used. It was used a completely randomized design with 5 treatments, 5 replicates with 10 birds each. Data were submitted to variance analysis by the F-test, means comparison by the Tukey test, significant results were submitted to polynomial regression analysis, with 5% of probability.

**Results:** As the levels of extruded soybean increased, the results in several analyzed parameters in this study, such as performance and carcass yield, were also reduced. **Conclusion:** Replacement of soybean meal by extruded soybean in broilers fed at 42 days of age did not influence feed conversion and liver and pancreas weight but there was a linear effect for weight gain, carcass yield, chest and upper leg, and an increasing linear effect for large intestine weight. The crude protein metabolization coefficient showed a quadratic effect with a better level of 15% of extruded soybean.

**Key words:** poultry, performance, extrusion, protein.

## SOJA EXTRUSADA EN LA DIETA DE POLLO DE CORTE

(Normas de acuerdo con la Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias)

### RESUMEN

**Antecedentes:** La extrusión de la soja es un proceso térmico utilizado en la inhibición de los factores antinutricionales y puede interferir en el mejor desempeño y digestibilidad de la fuente proteica en la alimentación animal. **Objetivo:** Evaluar el efecto de los niveles crecientes de soja extrusada (0, 7.5, 15, 22.5 y 30%) en harina de soja en las dietas de pollos de engorde sobre el rendimiento, metabolizabilidad de materia seca y proteínas, rendimiento de carcasa, biometría del tracto gastrointestinal a los 42 días de edad. **Métodos:** 250 pollos de engorde machos Cobb, de un día de edad, peso inicial de  $45,44 \pm 0.1$  gramos. Un diseño completamente al azar con 5 tratamientos, 5 repeticiones con 10 aves cada una. Los datos se enviaron al análisis de varianza mediante la prueba F, significancia comparación por la prueba de Tukey, los resultados significativos se enviaron al análisis de regresión polinomial, 5% de probabilidad. **Resultados:** A medida que se incrementaron los niveles de sustitución de soja extrusada se redujo también los resultados en varios de los parámetros analizados en este estudio como desempeño y rendimiento de carcasa. **Conclusión:** Los niveles de sustitución de salvado de soja por soja extrudida en la alimentación de pollos de corte, a los 42 días de edad, los niveles de soja extrusada no influenciaron en la conversión alimenticia; el peso del hígado y el páncreas, pero hubo efecto lienar que describe para la ganancia de peso, rendimiento de la carcasa, para el pecho y la sobrecoxa y el efecto lineal creciente para el peso del intestino grueso. El coeficiente de metabolizabilidad de la proteína bruta presentó efecto cuadrático con un mejor nivel de 15% de soja extrusada.

Palabras clave: avicultura, rendimiento, extrusión, proteína.

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira vem crescendo gradativamente a cada ano, e este crescimento só não é maior devido aos elevados preço dos alimentos proteicos e energéticos que são utilizados na alimentação animal que elevam os custos na produção tanto do quilo de carne quanto da ração (Pandi et al., 2016).

Dentre os ingredientes que encarecem a dieta de frangos de corte, tem-se a soja que é um dos ingredientes mais onerosos da dieta animal. A soja extrusada é um alimento em potencial para equilíbrio entre o custo de produção e a exigência nutricional dos animais, por ser um produto oriundo do processamento térmico por aplicação de calor úmido e pressão (Silva et al., 2018).

A extrusão dos grãos de soja resulta em um alimento mais digestível e isento de fatores antinutricionais de efeito relevante na produção de frangos de corte, haja vista serem compostos com características termolábeis, como inibidores de tripsina, lecitinas, ácido fítico, saponinas e sojina (Bahule et al., 2018), melhorando assim, a digestibilidade da dieta e aumentando consideravelmente metabólitos para a absorção dos nutrientes que são importantes para o desenvolvimento das aves.

Ao aplicar processos térmicos sobre os alimentos que compõem a ração ocorre alterações nas estruturas das proteínas, carboidratos, gorduras, levando o animal a melhorar o aproveitamento destes nutrientes consumidos elevando seu ganho de peso, rendimento de carcaça e conversão alimentar (Mirghelenj et al., 2013).

A melhora da digestibilidade condiciona ao animal aumento na absorção intestinal dos nutrientes melhorando seu desempenho, pois a proteína oriunda da soja terá concentração aumentada no lúmen do intestino tornando o alimento eficiente na oferta de aminoácidos. (Mukherjee et al., 2016).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a ação da soja extrusada nos níveis de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30 % na dieta de frangos de corte sobre os índices zootécnicos, desempenho, rendimento de carcaça, digestibilidade e biometria dos órgãos e do aparelho digestivo.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura e nos Laboratórios de Nutrição Animal e Bioquímica e Metabolismo Animal do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde – GO. O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa com Uso de Animais desta mesma instituição, sob o protocolo de número 2079130318, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2018.

Antes do alojamento dos animais, foi realizada limpeza e desinfecção das instalações do galpão, atendendo as normas do Manual de Manejo de frango de Corte (2008) em sete dias, sendo dois dias para a realização da limpeza e cinco dias para o vazio sanitário, com desinfetante à base de amônia quaternária e glutaraldeído.

Utilizou-se 250 aves de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb<sup>®</sup>, com peso inicial  $47 \pm 0,1$  gramas. O período experimental foi de 42 dias em que as aves foram alojadas em baterias de arame galvanizado, com quatro andares, dimensões de 0,90 x 0,60 x 0,40 m e número de 10 aves/ gaiola.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições com 10 aves em cada. Os tratamentos consistiram na substituição do farelo de soja por soja extrusada nos níveis de 0%, 7,5%; 15%; 22,5% e 30% as rações foram feitas 24 horas antes da oferta aos animais dentro do período de cada fase. Sendo que as rações eram todas isoaminoacidica, isoenergética e isoproteica.

Em seguida, foi fornecido a dieta em comedouro tipo calha para os animais durante todo o período experimental. E fornecido água a vontade em bebedouros tipo calha. O aquecimento foi feito com a utilização de campânulas a gás durante sete dias, em todo o aviário e o programa de luz foi de 23 horas, tanto de luz natural quanto de luz artificial.

As rações foram formuladas considerando um programa alimentar de acordo com as fases: pré-inicial, inicial, crescimento e terminação, conforme as recomendações das Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos, 2017, as quais foram manipuladas na própria instituição. As aves e rações foram pesadas nas fases de sete, 14, 21 e 42 dias para a avaliação do ganho de peso, consumo diário de ração e conversão alimentar.

O preparo da soja extrusada ocorre após a soja atingir o aquecimento de  $10^0$  C de umidade, pois somente desta maneira pode-se atingir a extrusão perfeito. Além do aquecimento

do grão, o canhão da extrusa precisa atingir a temperatura de 130<sup>0</sup> C, só após estes preparos que se inicia a extrusão da soja. A bromatologia da soja extrusada utilizada no experimento foi de 3400 de Energia metabolizável, atividade ureática de 1.7, proteína bruta de 37,3 % e extrato etéreo de 18,8 %.

Nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 são apresentando a composição centesimal e os níveis nutricionais calculados das rações pré – inicial, inicial, crescimento e terminação, com os níveis contole; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada, que foram utilizadas durante o período experimental de 42 dias.

Tabela 2. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas contendo 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase pré-inicial.

Ingredientes (%)	Controle	7,5%	15%	22,5%	30%
Milho 8,58%	51.557	49.350	48.250	47.000	45.030
Farelo de Soja 46%	41.236	36.500	30.220	23.950	17.820
Soja Extrusada	0.000	7.500	15.000	22.500	30.000
Óleo de Soja	1.500	1.260	0.550	0.000	0.000
Calcário	0.665	0.647	0.610	0.610	0.587
Fosfato Bicálcico	2.433	2.545	2.700	2.790	2.920
*Premix Vit/Min	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
DL-Metionina	0.900	0.460	0.540	0.635	0.720
L-Lisina	0.490	0.420	0.655	0.890	1.120
L-Treonina	0.103	0.200	0.320	0.446	0.570
L-Triptofano	0.000	0.001	0.040	0.090	0.126
Sal Comum	0.512	0.516	0.523	0.532	0.532
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Níveis Calculados					
Energia Met (Kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína Bruta, (%)	25.310	25.310	25.310	25.310	25.310
Lisina dig (%)	1.364	1.364	1.364	1.364	1.364
Metionina dig (%)	0.548	0.548	0.548	0.548	0.548
Treonina dig (%)	0.882	0.882	0.882	0.882	0.882
Triptofano dig (%)	0.241	0.241	0.241	0.241	0.241
Cálcio (%)	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011
Fósforo disp (%)	0.482	0.482	0.482	0.482	0.482
Sódio (%)	0.227	0.227	0.227	0.227	0.227

\*Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por Kilo de Produto) –Metionina (Min): 290 g/kg, Ferro (Min): 5.000 mg/kg, Cobre (Min): 1.500 mg/kg, Manganês (Min): 14 g/kg, Zinco (Min): 12 g/kg, Iodo (Min): 28 mg/kg, Selênio (Min) 70 mg/kg, Vitamina A (Min): 1.500.000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 500.000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3.333 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 250 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1.000 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3.333 mcg/kg, Niacina (Min): 6.667 mg/kg, Pantotrato de Cálcio (Min): 2.000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 280 mg/kg Biotina (Min): 8.3 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 70 mg/kg

Tabela 3 . Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas contendo 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase inicial.

Ingredientes (%)	Controle	7,5%	15%	22,5%	30%
Milho 8,58%	52.297	51.200	50.110	49.000	47.860
Farelo de Soja 46%	40.292	34.100	27.750	21.500	15.210
Soja Extrusada	0.000	7.500	15.000	22.500	30.000
Óleo de Soja	3.070	2.380	1.650	0.920	0.260
Calcário	0.615	0.578	0.560	0.492	0.515
Fosfato Bicálcico	2.110	2.250	2.380	2.570	2.632
Premix Vit/Min	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
DL-Metionina	0.348	0.434	0.521	0.610	0.697
L-Lisina	0.195	0.430	0.656	0.890	1.125
L-Treonina	0.080	0.197	0.318	0.440	0.560
L-Triptofano	0.000	0.010	0.050	0.900	0.130
Sal Comum	0.498	0.502	0.511	0.523	0.523
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Níveis Calculados					
Energia Met (Kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína Bruta, (%)	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300
Lisina dig (%)	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306
Metionina dig (%)	0.535	0.535	0.535	0.535	0.535
Treonina dig (%)	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862
Triptofano dig (%)	0.235	0.235	0.235	0.235	0.235
Cálcio (%)	0.907	0.907	0.907	0.907	0.907
Fósforo disp (%)	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432
Sódio (%)	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221

\*Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por Kilo de Produto) –Metionina (Min): 300 g/kg, Ferro (Min): 6.000 mg/kg, Cobre (Min): 1.850 mg/kg, Manganês (Min): 16.8 g/kg, Zinco (Min): 14.5 g/kg, Iodo (Min): 330 mg/kg, Selênio (Min) 84 mg/kg, Vitamina A (Min): 1.500.000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 500.000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3.600 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 240 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1.100 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3.600 mcg/kg, Niacina (Min): 7.000 mg/kg, Pantotrnato de Cálcio (Min): 2.000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 320 mg/kg Biotina (Min): 6 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 65 mg/kg

Tabela 4. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas contendo 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase crescimento.

Ingredientes (%)	Controle	7,5%	15%	22,5%	30%
Milho 8,58%	53.470	52.220	51.200	50.050	48.920
Farelo de Soja 46%	36.500	30.300	23.930	17.670	11.400
Soja Extrusada	0.000	7.500	15.000	22.500	30.000
Óleo de Soja	4.800	4.140	3.400	2.700	2.000
Fosfato Bicálcico	3.600	3.750	3.900	4.000	4.120
Premix Vit/Min	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
DL-Metionina	0.333	0.420	0.508	0.595	0.682
L-Lisina	0.230	0.452	0.690	0.930	1.160
L-Treonina	0.090	0.210	0.330	0.450	0.570
L-Triptofano	0.000	0.020	0.060	0.097	0.140
Sal Comum	0.480	0.481	0.490	0.510	0.510
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Níveis Calculados</b>					
Energia Met (Kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta, (%)	22.620	22.620	22.620	22.620	22.620
Lisina dig (%)	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235
Metionina dig (%)	0.506	0.506	0.506	0.506	0.506
Treonina dig (%)	0.815	0.815	0.815	0.815	0.815
Triptofano dig (%)	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222
Cálcio (%)	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
Fósforo disp (%)	0.384	0.384	0.384	0.384	0.384
Sódio (%)	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211

\*Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por Kilo de Produto) –Metionina (Min): 250 g/kg, Ferro (Min): 6.000 mg/kg, Cobre (Min): 1.600 mg/kg, Manganês (Min): 14.4 g/kg, Zinco (Min): 12.4 g/kg, Iodo (Min): 280 mg/kg, Selênio (Min) 72 mg/kg, Vitamina A (Min): 1.200.000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 400.000 UI/kg, Vitamina E (Min): 3.200 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 160 mg/kg, Vitamina B1 (Min): 200 mg/kg, Vitamina B2 (Min): 1.100 mg/kg, Vitamina B6 (Min): 400 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 3.000 mcg/kg, Niacina (Min): 6.000 mg/kg, Pantotrato de Cálcio (Min): 1.600 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 300 mg/kg Biotina (Min): 5 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 60 mg/kg

Tabela 5. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas contendo 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de soja extrusada da fase terminação.

Ingredientes (%)	Controle	7,5%	15%	22,5%	30%
Milho 8,58%	61.610	60.570	59.430	58.250	57.160
Farelo de Soja 46%	28.600	22.300	16.000	9.720	3.400
Soja Extrusada	0.000	7.500	15.000	22.500	30.000
Óleo de Soja	4.400	3.650	2.950	2.300	1.580
Fosfato Bicálcico	4.050	4.170	4.300	4.430	4.560
Premix Vit/Min	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
DL-Metionina	0.270	0.355	0.445	0.535	0.620
L-Lisina	0.250	0.485	0.715	0.950	1.190
L-Treonina	0.080	0.200	0.320	0.440	0.560
L-Triptofano	0.000	0.030	0.080	0.120	0.160
Sal Comum	0.447	0.450	0.460	0.460	0.470
Total	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Níveis Calculados</b>					
Energia Met (Kcal/kg)	3250	3250	3250	3250	3250
Proteína Bruta, (%)	19.540	19.540	19.540	19.540	19.540
Lisina dig (%)	1.067	1.067	1.067	1.067	1.067
Metionina dig (%)	0.437	0.437	0.437	0.437	0.437
Treonina dig (%)	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704
Triptofano dig (%)	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192
Cálcio (%)	0.661	0.661	0.661	0.661	0.661
Fósforo disp (%)	0.309	0.309	0.309	0.309	0.309
Sódio (%)	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201

\*Premix Vitamínico Mineral (Níveis Nutricionais por Kilo de Produto) –Metionina (Min): 180 g/kg, Ferro (Min): 10 mg/kg, Cobre (Min): 1.780 mg/kg, Manganês (Min): 16 g/kg, Zinco (Min): 14 g/kg, Iodo (Min): 320 mg/kg, Selênio (Min) 80 mg/kg, Vitamina A (Min): 1.655.000 UI/kg, Vitamina D3 (Min): 333.000 UI/kg, Vitamina E (Min): 600 UI/kg, Vitamina K3 (Min): 167 mg/kg, Vitamina B12 (Min) 1.677 mcg/kg, Niacina (Min): 3.000 mg/kg, Ácido Fólico (Min): 333 mg/kg, Cloreto de Colina (Min): 33 mg/kg

Das variáveis de desempenho zootécnico, avaliou-se ganho de peso, consumo de ração, e conversão alimentar, aos sete, 14, 21 e 42 dias de idade. Para obter os resultados, as aves e rações de cada fase foram pesadas no início e final de cada fase. A mortalidade foi calculada nos intervalos e corrigido o consumo e a conversão alimentar.

As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas para realizar o ensaio de metabolismo, as coletas foram realizadas em três ensaios, sendo o primeiro entre o 4º e 8º dia, o segundo entre 14º e 18º e o terceiro ensaio 34º e 38º, efetuada duas vezes ao dia (manhã / tarde).

Durante o ensaio de digestibilidade, os animais permaneceram durante três dias para adaptação, e iniciou-se o período de coleta total de excretas após cinco dias. Para determinação do início e do final das coletas, utilizou-se 1% de óxido férrico como marcador fecal nas rações correspondentes à primeira e a última coleta de excretas. Nesse período, o consumo de ração de cada unidade experimental foi monitorado, evitando-se desperdícios e contaminação das excretas.

Em cada tratamento, as excretas foram coletadas das bandejas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer, retirando-se, após o período experimental, alíquotas de até 400 g para as análises laboratoriais. As rações e excretas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do IFGoiano – Campus Rio Verde para determinar os níveis de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) Silva e Queiroz (2002).

Ao final do ensaio, as excretas foram descongeladas por 24 horas, pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de cada parcela foi retirada e submetida à pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55°C, após o equilíbrio com a temperatura e umidade do ambiente, foi novamente pesada para cálculo da umidade.

As alíquotas de excretas retiradas foram colocadas em pratos de alumínio, identificadas e levadas à pré-secagem em estufa retilínea de ventilação forçada (FANEM LTDA) a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , e posteriormente as excretas e rações experimentais foram trituradas em moinhos tipo Willey, utilizando peneira de 2 mm, após serem trituradas, foram colocadas em potes de material plástico com a respectiva identificação, para realização das análises, respeitando a metodologia de Silva e Queiroz (2002).

O cálculo utilizado para determinar a digestibilidade é o nutriente ingerido menos o excretado dividido pelo nutriente ingerido; a digestão da matéria seca se dá por meio da quantidade de matéria seca consumida subtraída da quantidade excretada em relação ao ganho de peso, já a digestão de proteína bruta é dada pela quantidade de proteína bruta ingerida menos a quantidade excretada dividida pelo ganho de peso. O cálculo retenção de nutrientes seguiu o descrito por Noy e Sklan (2002).

Para a realização da biometria do trato gastrointestinal foi feita a eutanásia, por deslocamento cervical de uma ave de cada repetição, em cada fase, sendo: pré-inicial, inicial, crescimento e terminação. Os pintos de sete dias de idade passaram pelo jejum de 8 horas e as demais aves de 14, 21 e 42 dias, pelo jejum de 12 horas.

As vísceras que constituem o trato gastrointestinal foram retiradas, medidas e pesadas de acordo com a metodologia de Minafra et al. (2007). Todo o trato digestório foi mensurado (cm),

desde a inserção esofágica localizada na orofaringe até a extremidade distal, representados pelo intestino grosso em conjunto com a cloaca; logo após foram pesados e separados os seguintes órgãos, proventrículo e moela, fígado sem vesícula biliar, pâncreas, intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), constituído pelos cecos, cólon e reto, o peso expresso foi em gramas (g). Os dados biométricos foram convertidos em pesos relativos (%) dos órgãos determinado através da fórmula: peso relativo do órgão = (peso do órgão/peso corporal) x 100.

No 42º dia, uma ave de cada repetição com peso médio foi eutanasiada por deslocamento cervical e, logo após realizou-se à sangria e escaldagem (60°C por 120s), depenagem e evisceração. Em seguida, passaram pelos processos de resfriamento (água a temperatura em torno de 20°C por 30 minutos). Após o resfriamento, foram realizados os cortes para avaliar o rendimento da carcaça, das partes peito, coxa, sobrecoxa, asa. O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça fria (sem pés, cabeça e pescoço) e o peso em jejum. O rendimento de peito, coxa, sobrecoxa, asa (%) foram obtidos pela relação entre o peso dessas partes e o da carcaça fria.

Os cálculos de rendimento de carcaça e das partes foram feitos com base no peso vivo e no peso da carcaça, no momento do abate. Considerou-se como carcaça a ave eviscerada sem cabeça, pescoço, patas. As partes avaliadas da carcaça foram peito, coxa, sobrecoxa e asas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR 5.6 – Sistema para análise estatística, e o teste Tukey foi utilizado para comparação das médias, a 5% de probabilidade e quando o teste F foi significativo, aplicou-se análise de regressão polinomial a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS

Podem ser observados na tabela 6, os resultados de desempenho de frango de corte para os períodos de sete, 14, 21 e 42 dias de idade.

No período da fase pré-incial observa-se que todos os parâmetros analisados como o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) foram afetados significativamente sendo que o ganho de peso apresentou efeito quadrático pelas dietas com acréscimo da soja extrusada (SE) sendo que o nível de 7,5% teve melhor ganho de peso do que o tratamento controle, já para consumo de ração e a conversão alimentar foi observado efeito polinomial crescente.

Na fase inicial que consiste no período entre oito e 14 dias, conforme se aumentou o nível de substituição da SE houve redução linear decrescente para GP, sendo que o controle foi similar ao nível de 7,5% de soja extrusada, enquanto o nível de 30% foi o que apresentou o pior resultado.

No entanto, para os fatores consumo de ração e conversão alimentar não foi possível encontrar nenhum efeito significativo para os níveis de soja extrusada testadas.

Aos 21 dias na fase de crescimento, observou-se efeito quadrático para ganho de peso, e para o nível de 7,5% de substituição de soja extrusada apresentou resultado melhor do que o tratamento controle.

Para consumo de ração os resultados não apresentaram nenhum efeito significativo, mas para ambos os fatores GP e CR a medida que se aumenta o nível de substituição de SE reduz o desempenho das aves. Já para conversão alimentar verificou-se efeito polinomial crescente, e o aumento nos níveis de substituição pioraram a conversão alimentar dos animais .



Tabela 6 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas em diferentes níveis de soja extrusada aos sete, 14, 21 e 42 dias

Desempenho 1 a 7 dias				Desempenho 1 a 14 dias			
	Ganho de Peso <sup>2</sup>	Consumo de Ração <sup>3</sup>	Conversão Alimentar <sup>4</sup>		Ganho de Peso <sup>5</sup>	Consumo de Ração	Conversão Alimentar
Soja Ext.	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Soja Ext.	(Kg)	(Kg)	(Kg)
0	0,11	0,17	1,50	0	0,38	0,36	0,92
7,5	0,12	0,14	1,24	7,5	0,38	0,34	0,91
15	0,11	0,14	1,24	15	0,36	0,37	1,01
22,5	0,11	0,13	1,22	22,5	0,35	0,34	0,95
30	0,10	0,13	1,30	30	0,30	0,31	0,99
Média	0,11	0,14	1,30	Média	0,35	0,34	0,95
Probabilidade				Probabilidade			
Soja Ext.	0,00	0,00	0,00	Soja Ext.	0,01	0,20	0,46
CV(%) <sup>1</sup>	2,47	2,90	3,23	CV(%) <sup>1</sup>	4,98	5,56	5,01
EPM	0,00	0,00	0,03	EPM	0,01	0,01	0,04
Desempenho 1 a 21 dias				Desempenho 1 a 42 dias			
	Ganho de Peso <sup>6</sup>	Consumo de Ração	Conversão Alimentar <sup>7</sup>		Ganho de Peso <sup>8</sup>	Consumo de Ração	Conversão Alimentar
Soja Ext.	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Soja Ext.	(Kg)	(Kg)	(Kg)
0	0,86	1,44	1,82	0	3,01	2,46	1,33
7,5	0,87	1,46	1,70	7,5	2,99	3,09	1,29
15	0,85	1,44	1,69	15	2,92	2,84	1,41
22,5	0,76	1,35	1,85	22,5	2,71	2,52	1,38
30	0,62	1,35	2,07	30	2,36	2,80	1,33
Média	0,79	1,40	1,82	Média	2,79	2,74	1,34
Probabilidade				Probabilidade			
Soja Ext.	0,00	0,05	0,00	Soja Ext.	0,00	0,17	0,09
CV(%) <sup>1</sup>	2,81	2,53	4,20	CV(%) <sup>1</sup>	1,74	7,46	4,93
EPM	0,01	0,03	0,07	EPM	0,04	0,05	0,44

1-Coeficiente de Variação; 2 - equação quadrática:  $Y = -4E-05x^2 + 0,0007x + 0,1117$   $R^2 = 0,7714$ ; 3 - equação quadrática:  $Y = 9E-05x^2 - 0,0036x + 0,168$   $R^2 = 0,913$ ; 4 - equação quadrática:  $Y = 0,0008x^2 - 0,0307x + 1,4783$   $R^2 = 0,9096$ ; 5 - equação linear:  $Y = - 0,0025x + 0,392$   $R^2 = 0,8356$ ; 6 - equação quadrática I:  $Y = 0,0005x^2 + 0,0062x + 0,8571$   $R^2 = 0,998$ ; 7 - equação quadrática:  $Y = 0,0008x^2 - 0,0198x + 1,8283$   $R^2 = 0,9791$ ; 8 - equação quadrática:  $Y = - 0,0007x^2 + 0,0013x + 2,9906$   $R^2 = 0,9861$ ;

No período final de criação foi possível observar resultados similares aos de outras fases do experimento em que o nível de 7,5% não alterou GP dos animais ou seja, aos 7, 21 e 42 dias houve efeito quadrático significativo para os níveis de SE avaliados neste estudo, já para o fator CR e CA não foi observado nenhum efeito significativo.

Nas figuras 3, apresentam dados do desempenho dos animais: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de um a sete dias de vida.

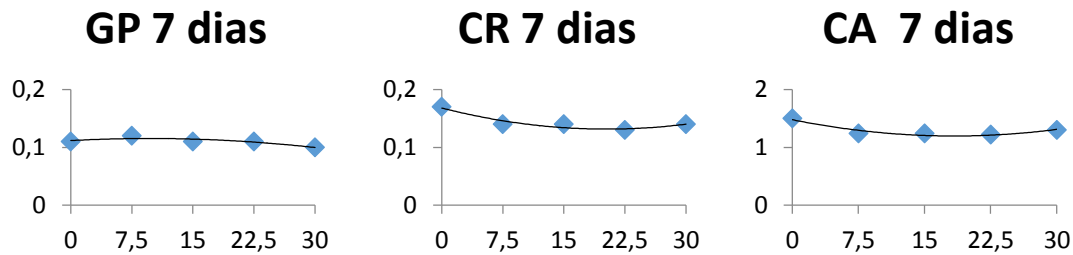


Figura 3. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 7 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.

Na figura 4, apresentam dados do desempenho dos animais: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de um a 14 dias de vida.

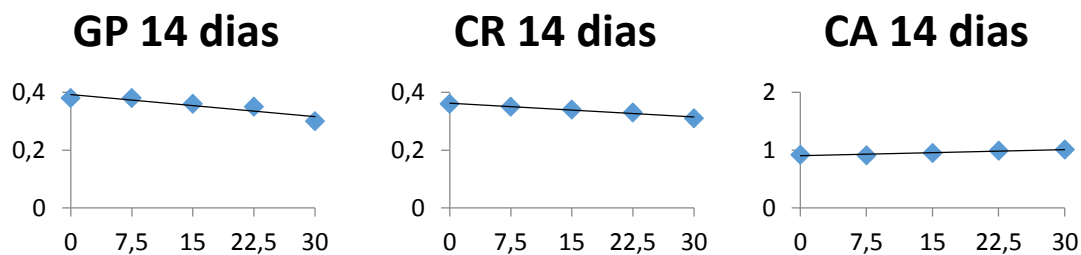


Figura 4. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 14 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.

Nas figuras 5, apresentam dados do desempenho dos animais: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de um a 21 dias de vida.

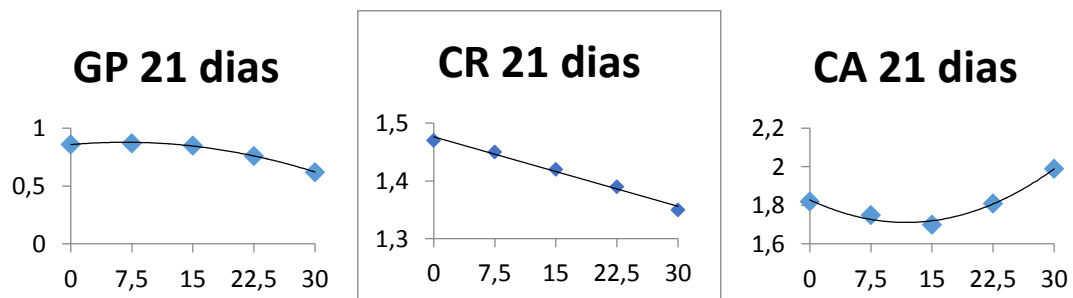


Figura 5. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.

Na figura 6, apresentam dados do desempenho dos animais: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de um a 42 dias de vida.

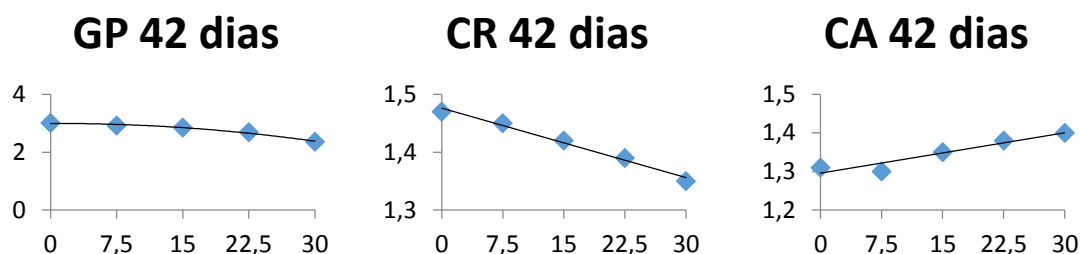


Figura 6. Efeito ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar no período de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com níveis de soja extrusada.

Observa-se na tabela 7 referente aos coeficientes de digestibilidade no fator matéria seca para as fases pré-inicial, crescimento e terminação de frango de corte os seguintes resultados.

Tabela 7. Metabolizabilidade da matéria seca das dietas com níveis crescentes de soja extrusada presentes nas dietas e excretas dos animais na fase pré-inicial, crescimento e terminação.

Soja Ext.	CMMS1 <sup>2</sup>	CMMS2 <sup>3</sup>	CMMS3 <sup>4</sup>
0	70,60	71,10	72,03
7,5	69,19	70,65	71,39
15	69,17	70,59	70,51
22,5	68,38	70,07	70,12
30	66,02	69,80	69,78
Média	68,67	70,44	70,76
Probabilidade			
Soja Ext.	0,00	0,00	0,00
CV(%) <sup>1</sup>	1,39	0,76	1,87
EPM	0,42	0,24	0,59

1-Coefficiente de Variação; 2 - equação linear:  $Y = 0,1329x + 70,666$   $R^2 = 0,8756$ ; 3 - equação linear:  $Y = 0,0424x + 71,078$   $R^2 = 0,9643$ ; 4 - equação linear:  $Y = 0,0769x + 71,92$   $R^2 = 0,9672$

Nas fases pré-inicial, crescimento e na fase final do período experimental verificou-se efeito linear decrescente para coeficiente de metalizabilidade da matéria seca (CMMS), em que a medida que aumenta os níveis de soja extrusada reduz o aproveitamento da matéria seca das dietas experimentais. Foi possível observar o mesmo efeito linear decrescente em todas as fases analisadas.

As figuras 7 apresentam o efeito linear decrescente sobre CMMS na fase pré-inicial, crescimento e terminação respectivamente.

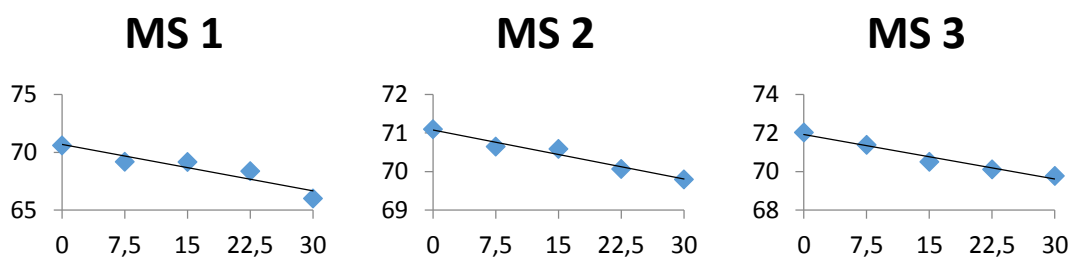


Figura 7. Efeito dos níveis crescentes de SE sobre o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) das fases pré-inicial, crescimento e terminação.

Na tabela 8, encontram-se os resultados dos coeficientes de metabolizabilidade proteica da fase pré-inicial, crescimento e terminação de frango de corte, e pode-se observar o nível de aproveitamento de proteína pelas aves alimentadas com níveis de soja extrusada.

Tabela 8. Metabolizabilidade proteica das dietas com níveis crescentes de soja extrusada presentes nas dietas e excretas na fase pré-inicial, crescimento e terminação de criação

Soja Ext.	CMPB1 <sup>2</sup>	CMPB2 <sup>3</sup>	CMPB3 <sup>4</sup>
0	43,73	70,19	34,42
7,5	37,38	70,25	35,49
15	36,79	84,62	39,74
22,5	36,73	74,59	37,37
30	39,73	67,48	29,27
Média	38,87	73,42	35,25
Probabilidade			
Soja Ext.	0,000	0,002	0,000
CV(%) <sup>1</sup>	4,99	8,08	5,73
EPM	0,884	2,651	0,903

1-Coefficiente de Variação; 2 - equação quadrática:  $Y = 0,0346x^2 - 1,046x + 43,692$   $R^2 = 0,9611$ ; 3 - equação quadrática:  $Y = 0,0492x^2 + 1,4614x + 68,108$   $R^2 = 0,5878$ ; 4 - equação quadrática:  $Y = 0,0317x^2 + 0,8386x + 33,376$   $R^2 = 0,8435$

Observou-se efeito quadrático para a fase pré-inicial, ou seja à medida que se aumenta o nível de soja extrusada nas dietas experimentais reduz então o aproveitamento proteico das rações pelos animais, com exceção do tratamento com 30% que apresentou melhora no aproveitamento proteico da dieta.

Entretanto pode ser observado nas outras duas fases analisadas neste estudo em que foi possível observar efeito quadrático decrescente sobre o aproveitamento proteico das dietas fornecidas aos animais, sendo que o nível de 15% foi o que apresentou o melhor resultado.

As figuras 8 apresentam o efeito quadrático sobre CMPB na fase pré-inicial, crescimento e terminação respectivamente.

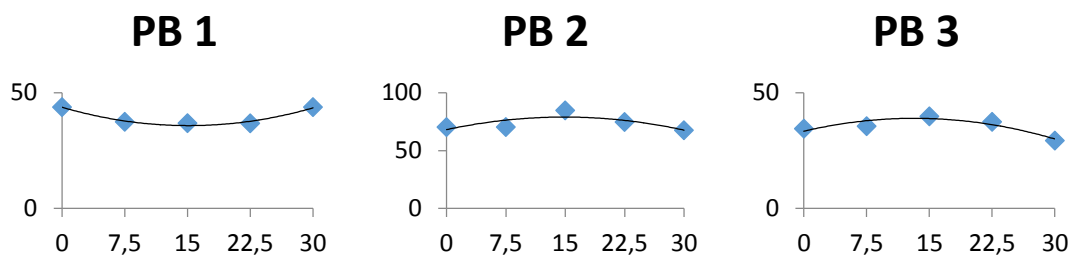


Figura 8. Efeito dos níveis crescentes de SE sobre o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB) das fase pré-inicial, crescimento e terminação.

Mediante as análises para peso relativo dos órgãos do TGI de frango de corte alimentados com soja extrusada as tabelas 9, 10, 11 e 12 apresentam os resultados para peso total do trato, proventrículo e moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas e fígado para o todos os períodos analisados e alimentados com as dietas experimentais.

Observou-se na tabela 9, que o peso total do trato sofreu efeito significativo linear crescente em relação as dietas experimentais, à medida que aumenta os níveis de substituição aumenta também o peso relativo do trato das aves alimentadas com as dietas.

Este mesmo efeito foi observado para o peso relativo obtido para pâncreas, ou seja à medida que aumenta os níveis de substituição de soja extrusada o peso relativo dos órgão também aumenta. Sendo que ao nível de 30% apresentaram o maior peso quando comparado com os demais níveis.

Tabela 9. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada no período de um a sete dias de idade.

Biometria TGI 7 dias						
Soja Ext.	Peso do TGI <sup>2</sup>	Proventrículo + Moela <sup>3</sup>	Intestino Delgado	Intestino Grosso <sup>4</sup>	Pâncreas <sup>5</sup>	Fígado
0	23,55	7,25	9,01	1,20	0,58	3,80
7,5	24,37	7,74	8,38	1,44	0,57	3,57
15	23,21	7,17	9,19	1,45	0,60	3,54
22,5	25,49	8,02	8,98	1,52	0,65	3,42
30	22,76	7,70	9,04	1,20	0,55	3,60
Média	23,87	7,57	8,92	1,36	0,59	3,58

Probabilidade						
Soja Ext.	0,02	0,05	0,08	0,00	0,01	0,22
CV(%) <sup>1</sup>	2,59	3,09	2,50	3,08	3,41	3,39
EPM	0,05	0,20	0,19	0,03	0,01	0,10

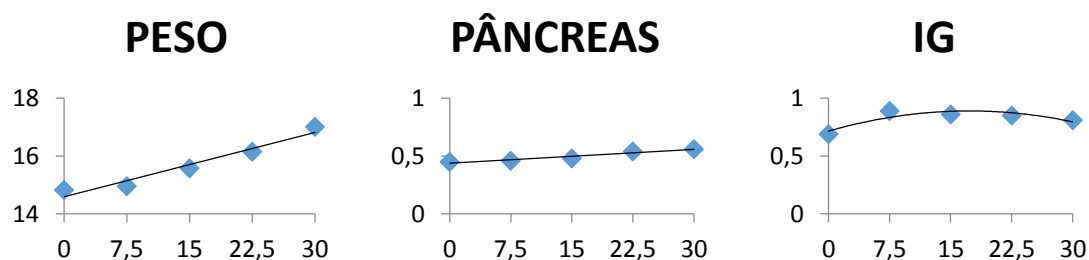
1-Coefficiente de Variação; 2 - equação linear:  $Y = 0,074x + 14,596$   $R^2 = 0,9515$ ; 3 - equação quadrática:  $Y = 0,0016x^2 - 0,0426x + 5,2594$   $R^2 = 0,9407$ ; 4 - equação quadrática:  $Y = 0,0006x^2 + 0,0202x + 0,7143$   $R^2 = 0,7834$ ; 5 - equação linear:  $Y = 0,004x + 0,438$   $R^2 = 0,9298$ ;

No entanto, para pro-ventrículo e moela foi observado efeito quadrático, à medida que aumenta os níveis de soja extrusada, conseqüentemente aumenta também o peso relativo do órgão, ou seja piorando o desenvolvimento deste órgão tão importante na digestão dos frangos de corte.

Entretanto para peso relativo do intestino delgado não foi observado nenhum efeito significativo para os níveis de substituição de soja extrusada na dieta das aves.

O peso relativo do intestino grosso (IG) apresentou efeito quadrático em que o peso relativo do órgão reduziu à medida que aumentava os níveis de substituição de soja extrusada na ração experimental exceto do tratamento com 30% .

As figuras 9 apresentam a biometria do TGI das aves alimentadas com soja extrusada aos 7 dias de criação.



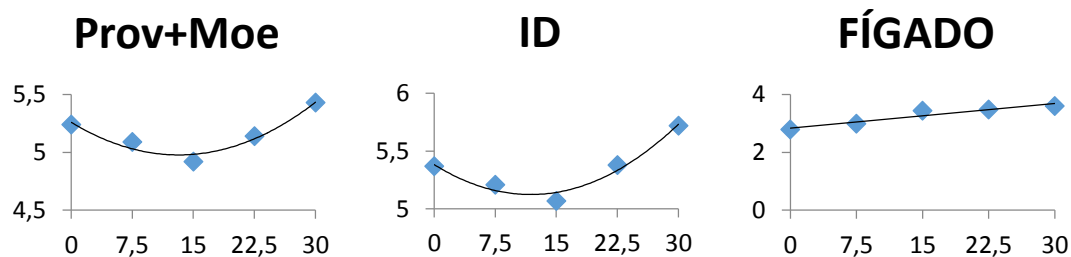


Figura 9. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a sete dias de idade.

Para o período de 14 dias de idade os resultados da biometria do trato gastrointestinal estão representados na tabela 10 o peso relativo total do trato gastro intestinal, peso relativo do proventrículo e moela; intestino delgado; intestino grosso; pâncreas e fígado alimentados com dietas experimentais contendo soja extrusada.

Nota-se que houve efeito linear crescente para o peso total do TGI, peso relativo do intestino delgado, pâncreas e também para peso do fígado, e à medida que aumenta os níveis de soja extrusada, maior é o peso relativo dos órgãos analisados, sendo nível de 30% de soja o melhor para a biometria do trato gasxtrointestinal

No entanto, não foi possível observar efeito significativo para os pesos relativos dos órgãos proventrículo e moela e intestino delgado dos animais alimentados com as dietas experimentais analisadas neste estudo.

Tabela 10. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada no período de um a 14 dias de idade.

Biometria TGI 14 dias						
Soja Ext.	Peso do TGI <sup>2</sup>	Proventrículo + Moela	Intestino Delgado	Intestino Grosso <sup>3</sup>	Pâncreas <sup>4</sup>	Fígado <sup>5</sup>
0	14,83	5,24	5,37	0,69	0,45	2,79
7,5	14,96	5,29	5,51	0,81	0,46	2,99
15	15,58	4,92	5,07	0,85	0,48	3,40
22,5	16,15	5,14	5,58	0,86	0,54	3,48
30	17,01	5,43	5,72	0,93	0,56	3,64
Média	15,70	5,20	5,45	0,82	0,49	3,26
Probabilidade						
Soja Ext.	0,00	0,07	0,13	0,00	0,00	0,00
CV(%) <sup>1</sup>	3,74	6,68	7,15	5,51	9,36	6,93
EPM	0,34	0,20	0,22	0,22	0,02	0,10

1-Coeficiente de Variação; 2 - equação linear:  $Y = 0,0259x + 23,568$   $R^2 = 0,9925$ ; 3 - equação linear:  $Y = 0,0013x^2 + 0,0414x + 1,1946$   $R^2 = 0,8863$ ; 4 - equação linear:  $Y = 0,0002x^2 + 0,0066x + 0,5623$   $R^2 = 0,8063$ ; 5 - equação linear:  $Y = 0,0076x + 3,616$   $R^2 = 0,9704$

As figuras 10 apresentam a biometria do TGI das aves alimentadas com soja extrusada aos 14 dias de criação.

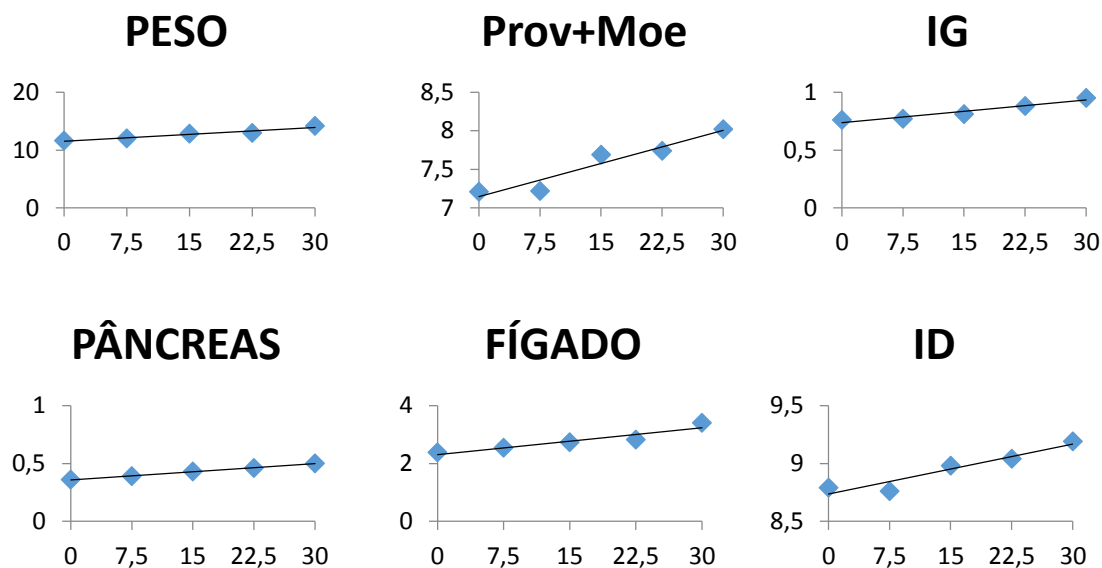


Figura 10. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a 14 dias de idade.



Ao observar os resultados no período de um a 21 de idade para as análises da biometria do trato gastrointestinal estão representados na tabela 11 pode-se observar peso total do trato, proventrículo e moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas e fígado.

Ao avaliar peso total do TGI e peso relativo do proventrículo e moela, pâncreas e fígado observou-se efeito linear crescente indicando que à medida que aumenta os níveis de soja extrusada na alimentação das aves aumentou também o peso dos órgãos afetando diretamente em seu desenvolvimento.

No entanto, para peso relativo do intestino delgado e intestino grosso não foi possível observar nenhum efeito significativo aos níveis de soja extrusada.

Tabela 11. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por quirera de soja no período de um a 21 dias de idade.

Biometria TGI 21 dias						
Soja Ext.	Peso do TGI <sup>2</sup>	Proventrículo + Moela <sup>3</sup>	Intestino Delgado	Intestino Grosso	Pâncreas <sup>4</sup>	Fígado <sup>5</sup>
0	11,63	3,40	3,99	0,76	0,36	2,38
7,5	12,02	3,65	3,72	0,81	0,43	2,54
15	12,83	3,85	4,34	0,88	0,39	2,73
22,5	12,96	4,40	4,08	0,95	0,46	2,82
30	14,17	3,94	4,21	0,77	0,50	3,40
Média	12,72	3,84	4,06	0,83	0,42	2,77
Probabilidade						
Soja Ext.	0,01	0,00	0,18	0,41	0,00	0,00
CV(%) <sup>1</sup>	7,60	5,73	9,63	1,54	7,75	7,58
EPM	0,56	0,12	0,22	0,10	0,01	0,09

1-Coeficiente de Variação; 2 - equação linear:  $Y = 0,0803x + 11,518$   $R^2 = 0,9412$ ; 3 - equação linear:  $Y = 0,0305x + 3,39$   $R^2 = 0,9482$ ; 4 - equação linear:  $Y = 0,0047x + 0,358$   $R^2 = 0,9976$  5 - equação linear:  $Y = 0,0309x + 2,31$   $R^2 = 0,8883$

As figuras 11 apresentam a biometria do TGI das aves alimentadas com soja extrusada aos 21 dias de criação.

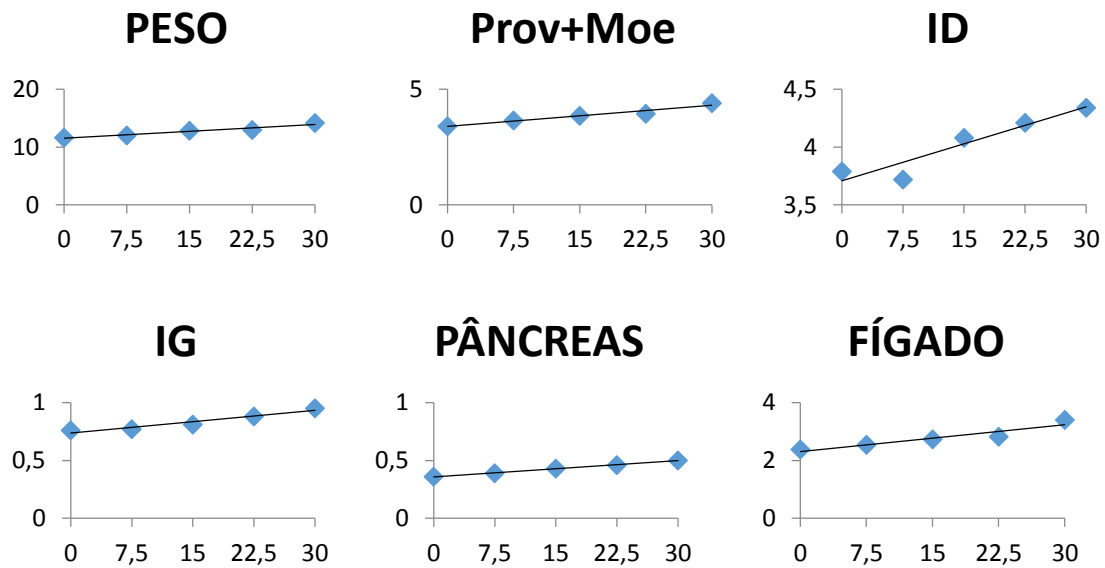


Figura 11. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a 21 dias de idade.

Os dados aos 42 dias de idade para as análises da biometria do trato gastrointestinal estão representados na tabela 12 pode-se analisar o peso total do trato, proventrículo e moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas e fígado.

Não foi possível observar nenhum efeito significativo para o peso total do trato gastrointestinal dos animais alimentados com as dietas experimentais testadas.

Observou-se efeito quadrático significativamente para o peso do intestino grosso em que o nível de 30% apresentou o maior peso quando comparado com os demais níveis.

Como o observado para peso relativo do TGI, o peso dos órgãos proventrículo e moela, intestino delgado, pâncreas e fígado não apresentaram efeito significativo à medida que aumentou os níveis de soja extrusada na dieta das aves aos 42 dias de vida.

Tabela 12. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com diferentes níveis de substituição de farelo de soja por soja extrusada aos 42 dias de vida.

Biometria TGI 42 dias						
Soja Ext.	Peso do TGI	Proventrículo + Moela	Intestino Delgado	Intestino Grosso <sup>2</sup>	Pâncreas	Fígado
0	7,07	2,15	1,81	0,60	0,14	1,51
7,5	8,66	2,27	2,00	0,64	0,17	1,56
15	7,18	2,32	1,86	0,58	0,18	1,43
22,5	7,14	2,20	1,80	0,57	0,16	1,43
30	7,41	2,45	1,88	0,79	0,19	1,35
Média	7,43	2,27	1,87	0,63	0,16	1,45

Probabilidade						
Soja Ext.	0,15	0,27	0,58	0,00	0,34	0,08
CV(%) <sup>1</sup>	7,88	9,72	9,54	7,05	8,50	7,89
EPM	0,33	0,14	0,10	0,02	0,01	0,05

1-Coefficiente de Variação; 2 - equação quadrática:  $y = 0,0005x^2 - 0,0096x + 0,6046$   $R^2 = 0,9919$ .

As figuras 12 apresentam a biometria do TGI das aves alimentadas com soja extrusada aos 42 dias de criação.

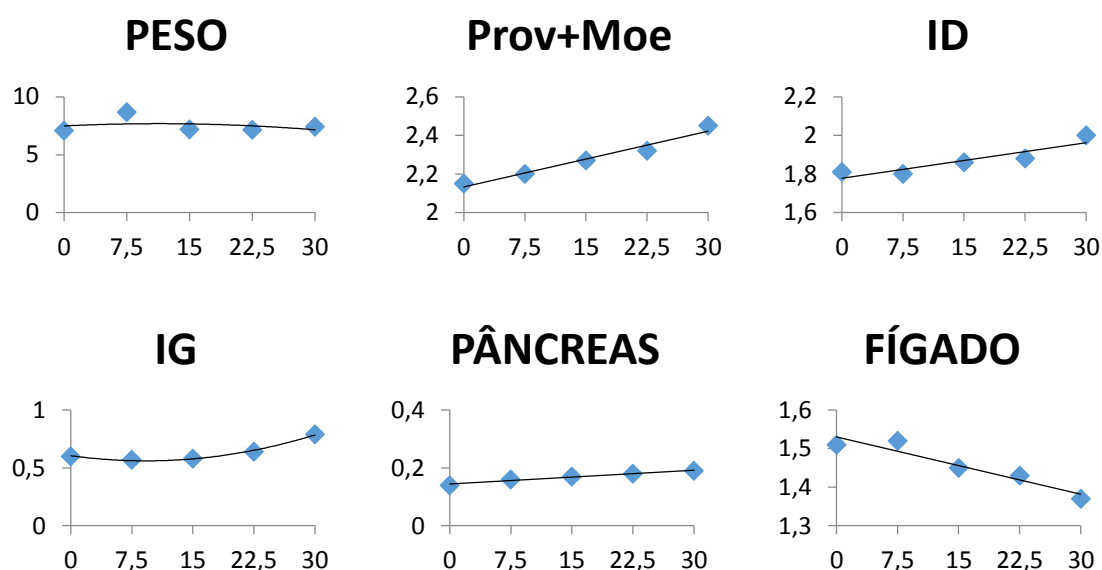


Figura 12. Biometria do trato gastrointestinal de frangos alimentados com níveis crescentes de SE no período de um a 42 dias de idade.

Na Tabela 13, pode-se encontrar o rendimento de carcaça de frangos de corte aos 42 dias alimentados com níveis de substituição crescentes de soja extrusada em dietas com os níveis de 7,5; 15; 22,5 e 30%.

Tabela 13 Rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados até 42 dias com níveis crescentes de soja extrusada em dietas.

Rendimento de Carcaça 42 dias						
Soja Ext.	Carcaça	Peito <sup>2</sup>	Coxa	Sobrecoxa <sup>3</sup>	Asa <sup>4</sup>	Gordura Abdominal <sup>5</sup>
0	76,76	30,43	10,66	11,95	7,46	1,30
7,5	72,14	28,44	10,7	9,11	7,25	0,89
15	72,92	29,46	10,59	10,02	7,63	0,94
22,5	73,52	28,56	10,50	9,56	7,78	0,98
30	70,64	25,56	10,43	10,77	8,30	1,05
Média	73,19	28,49	10,57	10,28	7,68	1,03
Probabilidade						
Soja Ext.	0,12	0,02	0,68	0,00	0,01	0,00
CV(%) <sup>1</sup>	4,76	7,39	5,42	8,18	6,80	7,79
EPM	1,55	0,94	0,25	0,37	0,23	0,03

1 - Coeficiente de Variação; 2 - equação linear:  $Y = -0,1419x + 30,618$   $R^2 = 0,8514$ ; 3 - equação linear:  $Y = 0,0919x + 11,66$   $R^2 = 0,9525$ ; 4 - equação linear:  $Y = 0,0295x + 7,242$   $R^2 = 0,7751$ ; 5 - equação quadrática:  $Y = 0,0012x^2 - 0,0417x + 1,2497$   $R^2 = 0,7854$

Para os fatores peso da carcaça e coxa não foi possível encontrar nenhum efeito significativo quanto aos diferentes níveis de substituição de soja extrusada nas dietas deste estudo. Porém, para os demais fatores analisados foi possível observar efeitos significativos

Para os cortes do peito e sobrecoxa foi possível observar efeito linear decrescente, sendo que à medida que aumenta os níveis de substituição de soja extrusada nas dietas, reduziu-se o peso de ambos os cortes.

No entanto, para o peso relativo da asa foi observado efeito linear crescente, que indicando que quanto maior o nível de soja extrusada mais pesada ficou a asa dos animais.

Dentre os parâmetros do rendimento de carcaça avaliados para peso da gordura abdominal foi possível observar efeito significativo quadrático em resposta as dietas analisadas neste estudo.

As figuras 13 apresentam o efeito encontrado para rendimento de carcaça e dos cortes peito, sobrecoxa, coxa, asa e gordura abdominal no período de um a 42 dias de idade.

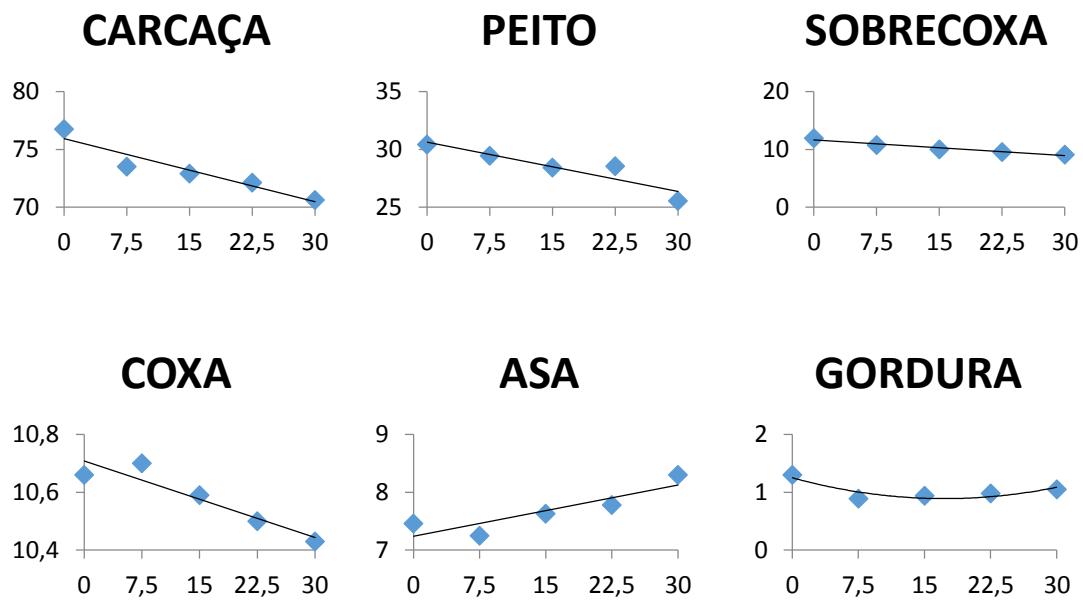


Figura 13. Rendimento de carcaça e dos cortes peito, sobrecoxa, coxa, asa e gordura abdominal no período de um a 42 dias de idade.

## 4 DISCUSSÃO

Olukosi et al. (2015) explica-nos que o declínio do ganho de peso e a piora na conversão alimentar ocorre pela imaturidade do sistema digestivo dos animais e também devido a baixa produção de enzimas digestiva das aves na fase pré-inicial, quando seu desenvolvimento corporal está em pleno crescimento, influenciando diretamente a baixa digestibilidade de nutrientes, além de ser possível encontrar partes da gema no TGI dos animais.

Os dados para desempenho da conversão alimentar foi similar com dados apresentados por Opalinski et al. (2010), entretanto para ganho de peso e consumo de ração se diferiram, já que estes autores utilizaram em seus estudos o complexo enzimático na ração, enquanto neste estudo não foi utilizado a protease indicando então que a presença de enzimas sobre na digestão destes alimentos promove melhor disponibilização de nutrientes para o animal, afeta positivamente o ganho de peso e consumo de ração (Ribeiro et al., 2011).

Similar com o estudo realizado, ao incluir grão integral processado da soja, Leite et al. (2011) verificaram que desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo soja processada apresentaram redução linear do ganho de peso e conversão alimentar, porém o consumo de ração não foi afetado na maioria das fases de criação, nota-se que o uso de produtos oriundos da soja podem prejudicar o ganho de peso e conversão alimentar o que se deve a presença de fatores antinutricionais tais como estaquiose, rafinose, inibidores de tripsina, lectinas, saponinas, que reduzem a disponibilização de nutrientes.

Apesar de praticamente todas as fases apresentarem desempenho reduzido o peso final dos animais e a conversão alimentar ficou dentro do esperado com execução dos tratamentos que foram alimentados com 30% de substituição de soja extrusada.

O consumo de ração sofreu significativamente com os níveis de substituição da soja extrusada em todas as fases, que corrobora, com os resultados obtidos por Garcia et al. (2000) que não observou nenhum efeito sobre o parâmetro de consumo de ração em nenhuma das fases de criação.

Os dados obtidos para o parâmetro de desempenho dos animais observados neste ensaio dos 22 aos 42 dias de criação indicaram decréscimo no desempenho (Tabela 06), exceto para o nível de 7,5%, que foi similar a dieta convencional, diferindo de Costa et

al. (2015), que ao realizarem um ensaio com grãos de soja processados (soja integral extrusada e soja semi-integral extrusada) e óleo de soja degomado, no desempenho de frangos de corte na fase de crescimento e terminação, observaram que dietas afetaram somente a conversão alimentar das aves.

Sabe-se que além das particularidades do animal, genética, velocidade de crescimento, capacidade de digestão, as características dos alimentos também afetam a digestibilidade da dieta. No caso da soja extrusada seu principal fator de qualidade e aproveitamento nutricional é o processamento, quando subaquecida tem sua digestibilidade reduzida e quando superaquecida perde aminoácidos pela reação Maillard (Rocha et al., 2014; Mendes et al., 2004).

Nunes et al. (2015) observaram variações na bromatologia da soja após processamento, pela falta de padronização do calor empregado sobre o alimento seu aproveitamento nutricional é prejudicado, haja vista que seus principais fatores antinutricionais são termolábeis. O que pode ser refletido neste experimento, pois apresentou alto índice de atividade ureática, que afetará diretamente na qualidade do alimento fornecido.

A soja por ser um grão rico em proteína e quando processada tem sua disponibilidade de aminoácidos aumentada, apresentou neste ensaio redução do aproveitamento digestivo da matéria seca e da proteína bruta nas fases de crescimento e terminação. A fase inicial não foi eficaz para a digestibilidade avaliada por sofrer efeito do período de adaptação do intestino da ave a dieta e sua condição de funcionamento ideal, tamanho reduzido do trato gastrointestinal, quantidade de enzimas digestivas assim como a capacidade de absorção dos nutrientes.

Aos 42 dias a conversão alimentar e o consumo de ração não apresentaram diferença significativa. Todavia o ganho de peso se igualou no nível de 7,5%.

Conforme observado na tabela 8, o crescimento dos frangos e sua capacidade de seleção de partículas aumenta e se percebe aumento no coeficiente de metabolizabilidade da PB com aumento considerável no aproveitamento deste nutriente presente nas dietas.

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca apresentou efeito linear decrescente indicando que o nível de 7,5% de substituição de farelo de soja por soja extrusada foi o que apresentou o melhor resultado, quando comparado com os demais níveis de substituição utilizados neste estudo.

Cowieson et al. (2015) citam que a digestibilidade da proteína em resposta a enzima depende de sua interação com o alimento fornecido, ou seja, a eficácia da proteína é reflexo da quantidade de substrato e das enzimas presentes no intestino, sejam elas de origem endógena ou exógena, fato que corrobora com o acontecido neste estudo quanto a degradação e metabolização da proteína ofertada nas dietas, em que houve resultados sobre a soja extrusada interferindo assim no piora do aproveitamento proteico pela ave.

Scottá et al. (2016) discorrem que animais jovens apresentam baixo aproveitamento nutricional devido ao perfil enzimático intestinal, porém a utilização de enzimas exógenas nas dietas melhora a digestibilidade do alimento compensando também o tamanho reduzido do sistema digestório em relação aos animais mais velhos. E, não pode ser encontrado na proposta deste ensaio por não utilizar nenhuma enzima para melhorar o aproveitamento proteico da soja extrusada.

Entretanto para coeficiente de metabolizabilidade da proteína não nos apresentou o mesmo resultado encontrado em outros estudos, sendo que na fase pré-inicial o aproveitamento proteico foi melhor em 30% de soja extrusada, que nos demais níveis utilizados nesta fase, e pode ser explicado por se tratar do período de adaptação dos animais, já para as outras duas fases analisadas (crescimento e terminação) o nível de 15% foi o que proporcionou os melhores resultados para o aproveitamento da proteína fornecida na dieta dos animais.

Ao se trabalhar para melhorar a nutrição de frangos de corte, garantindo maior eficiência produtiva e boa rentabilidade, testam-se diversas possibilidades de uso de alimentos. O alto custo da proteína na dieta requer do nutricionista responsável habilidade na escolha dos alimentos, e implica condições aquém da análise química dos componentes da ração, deve-se atentar para as condições morfofisiológicas do sistema digestivo de cada espécie ou linhagem do animal. Em se tratando de frangos utilizados na indústria de carnes, tem-se utilizado aves Cobb, as quais apresentam uma morfologia diferenciada dos órgãos que compõem o trato digestivo.

Sendo assim, fez-se a avaliação do peso relativo do trato gastrointestinal inteiro, e seus componentes em função do peso corporal dos frangos alimentados com níveis de soja extrusada.

Aos sete dias de idade verifica-se que o trato gastrintestinal dos pintinhos foi influenciado pela alimentação em relação ao peso total do TGI e dos órgãos



proventrículo e moela, intestino grosso e pâncreas com todos apresentando resultados significativos para os níveis de soja extrusada administrados.

O aumento do intestino delgado refletido no aumento de peso conforme acrescentou-se soja extrusada se deve a velocidade de seu desenvolvimento e a inclusão breve da dieta logo após a eclosão dos pintinhos, pois na idade inicial, primeira semana de vida, o aumento do peso do intestino é mais rápido que o ganho de peso corporal da ave (Geyra et al., 2001).

O peso do pâncreas mostrou-se aumentado fato que se deve a fase de desenvolvimento da ave, em que o trato digestório cresce de forma acelerada, tanto na multiplicação celular recorrente do aumento das secreções, (suco pancreático, suco biliar, enzimas), quanto morfológicamente a fim de atender as demandas nutricionais do animal.

Este aumento do peso do pâncreas deve-se também pelos fatores antinutricionais o quais a soja extrusada não possui por causa do processo térmico sofrido, e devido a perda destes fatores antinutricionais o pâncreas precisa produzir maior quantidade de enzimas endógenas causando então hipertrofia do mesmo, explicando então o aumento do peso do órgão.

Percebe-se claramente que como era esperado houve maior peso relativo do trato gastrointestinal assim como dos órgãos que o compõe em relação ao peso da ave, ou seja, o peso do sistema digestório é maior que o peso corporal (Borojeni et al., 2016).

As linhagens de frangos desenvolvidas para rápido ganho de peso apresentam intestino delgado mais desenvolvido, com o comprimento e massa aumentados a fim de degradar e absorver maiores quantidades de nutrientes, e uma porção do trato digestório com abundância de enzimas digestivas e substâncias emulsificantes (Getty, 1986).

Conforme o frango cresce, logo seu trato digestório se torna eficiente em seu funcionamento, fica menor em peso, porém não em funcionalidade, a partir da idade de crescimento ocorre a maturação fisiológica dos órgãos, promovendo assim desenvolvimento acelerado na conformação do corpo, graças ao incremento nutricional e digestivo (Rougière et al., 2009).

Existe uma relação entre o tamanho e peso do trato em função da dieta, dietas mais energéticas induzem aumento nestes parâmetros, com destaque para o crescimento da porção proventrículo e moela. Enquanto a nutrição proteica implica maior peso dos órgãos e vísceras, pâncreas e fígado, por resposta ao aumento na sua atividade na

produção enzimática, e foi possível observar este aumento de peso neste estudo (Verdal et al., 2010; Santos et al., 2015).

Há relatos de aumento dos órgãos do trato gastrintestinal de aves alimentadas com rações que continham alimentos termoprocessados, principalmente moela e intestino delgado, quanto no aumento da digestibilidade no intestino e também foi possível observar neste experimento, já que foi possível observar aumento do peso tanto do proventrículo e moela como do pâncreas e fígado nas fases pré-inicial, inicial e crescimento, só não foi observado este resultado na fase de terminação em que o peso do fígado e pâncreas não tiveram o seu peso aumentado (Röhe et al., 2014; Lv et al., 2015; Pirgozliev et al., 2015).

Boroogeni et al. (2016) discorrem que, não há influência entre os tamanhos das partículas de digesta que chegam até o intestino delgado, pois na moela ocorre movimentos a fim de padronizar a digesta, e independentemente do tamanho ingerido, só adentra o intestino delgado um tamanho correspondente a 0.1 mm. Pois, os impactos gerados sobre o alimento em condições de aquecimento, seja calor seco, calor úmido com pressão são mais eficientes quanto à disponibilidade nutricional para a ave do que a ração (Gabriel et al., 2008; Röhe et al., 2014).

De acordo com o encontrado neste estudo, o peso do pâncreas aumentado, segundo, Erdaw et al. (2017) a inclusão de até 20% de soja semi-integral extrusada incorporada na ração aumenta o peso do pâncreas. Este efeito é consequência do estímulo de hormônio colecistoquinina para elevar a secreção de enzimas como a tripsina, quimiotripsina em função da digestão proteica, causando hipertrofia e hipersecreção do pâncreas (Rocha et al., 2014).

Enfim, diante os efeitos mostrados nas tabelas referentes ao desenvolvimento físico do trato digestório dos frangos alimentados com soja extrusada, nas idades de sete, 14, 21 e 42 dias, tiveram seu peso relativo afetados pela maior disponibilização de nutrientes através do processamento e também das dietas experimentais, pela atividade ureática.

Produzir carne de frango de qualidade e com baixo custo é o principal objetivo dos produtores, com isso, objetivou-se ao analisar o rendimento de carcaça, substituição do farelo de soja por soja extrusada afetaria o peso da carcaça, assim como em seus cortes.

Em estudo com frangos de corte alimentados com rações contendo soja extrusada, foi observado que o rendimento da carcaça e dos cortes (peito e coxa) não

sofreram influencia dos níveis de soja (Lara et al., 2006). O que não corrobora com os dados que foram encontrados neste estudo, em que o peso da carcaça foi maior na dieta controle do que em qualquer outra dieta com a presença de soja extrusada.

A substituição do farelo de soja pela soja extrusada na dieta dos frangos, resultou numa queda do rendimento de carcaça no peito e na coxa, e a maioria dos cortes apresentam resultado inferior quando o comparado ao tratamento controle como pode ser observado na tabela 13.

O peso da asa e da gordura abdominal foram os únicos parâmetros avaliados neste estudo em que à medida que aumentou os níveis de soja extrusada foi possível observar melhora crescente no seu peso, sendo melhor que as rações controle.

De acordo com Costa et al. (2015) o rendimento de carcaça sobre o parâmetro gordura abdominal, observou-se que os frangos de corte alimentados com dietas contendo soja integral extrusada apresentaram aumento quando comparados com os alimentados com a ração controle. Diferindo do encontrado neste estudo em que o peso da gordura aumentou à medida em que cresce o percentual de soja extrusada nas dietas fornecidas, e o nível de 30% foi o que obteve o maior peso de gordura abdominal sendo inferior somente ao encontrado no tratamento controle.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a substituição de farelo de soja por soja extrusada com níveis de 0, 7.5, 15, 22.5 e 30% na alimentação de frangos de corte aos 42 dias de idade não influenciou no consumo de ração e conversão alimentar, mas alterou significamente ganho de peso. Houve alteração no peso do intestino grosso que foi maior com 30% e rendimento carcaça para parâmetros peito e sobrecoxa apresentaram perfil linear decrescente.

## 6 REFERÊNCIAS

- Ajayi HI. Effect of proease supplementation on performance ad carcass weights of broiler chickens fed low protein diets. Nigerian Journal of Agriculture. Food Environment 2015; 11:29-32.
- Alvarenga, R.R.; Rodrigues, P.B.; Zangeronimo, M.G.; Makiyama, L.; Oliveira, E.C.; Freitas, R.T.F.; Lima, R.R.; Bernadino, V.M.P. (2013) Validation of prediction equations to estimate the energy values of feedstuffs for broilers: performance and carcass yield. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, v.26, n.10,p.1474-1483.
- Andrade, T. S.; Nunes, R.V.; Wachholz, L.; Silva, I.M.; Freitas, D.M.; The effect of exogenous enzymes on the performance and digestibility of nutrients in broiler. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 39, n. 2, p. 711-718, 2018.
- Bahule, C. E.; Brito, J. Á. G.; Balbino, E. M. ; Machado, A. C.; Batista, S. S.; Oliveira, L. S.; Silva, T. N. S.; Pereira, J. Strategies to include sweet potato meal associated with the use of exogenous enzymes, in broiler chicken feed. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.19, n.1, p.32-46. 2018.
- Barbosa NAA, Bonato MA, Sakomura NK, Dourado LRB, Fernandes JBK & Kawauchi IM (2014). Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas/Ileal digestibility of broilers fed diets supplemented with exogenous enzymes. Comunicata Scientiae, 5(4), 361.
- Boroोजना, F. G.; Svihusb, B.; Reichenbachc, H.G.; Zenteka, J. The effects of hydrothermal processing on feed hygiene, nutrient availability, intestinal microbiota and morphology in poultry—A review. Animal Feed Science and Technology, n.220.p.187–215, 2016.
- Brito CO, Albino LFT, Rostagno HS, Gomes PC, Dionízio MA, Carvalho DCO. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de sojaextrusada e desempenho de pintos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia,Viçosa 2006; 35:457-461.
- Calderon, A.A.; Gomes, P.C.; Albino, L.F.T.; Rostagno, H.S.; Souza, R.M.; Mello, H.H.C. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39,n.2,p.320-326,2010.
- Costa SEM, Figueirêdo AV, Moreira Filho M. A.; Ribeiro. M. N.; Lima. V. B. S. Grão integral processado e coprodutos da soja em dietas para frangos de corte. Revista Ciência Agronômica 2015; 46:846-854.
- Costa, F.G.; Clementino, R.H.; Jácome, I.M.T.D.; Nascimento, G.A.J.; Pereira W. E. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. Ciência Animal Brasileira v.5 p.63-71, 2004.
- Cowieson AJ, Aureli R, Guggenbuhl P, Fru-Nji F. Possible involvement of myo-inositol in the physiological response of broilers to high doses of microbial phytase. Anim Prod Sci. 2015; 55:710–9.

Erdaw MM, Maldonado RAP, Bhuiyan M, Iji PA. Partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean meal supplemented with varying levels of protease in diets of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science* 2017; 47:61-71.

Fru-Nji F, Klunter AM, Fischer M, Pontoppidan K. A feed serine protease improves broiler Performance and energy digestibility. *The Journal of Poultry Science* 2011; 48: 239–246.

Gabriel, I., Mallet, S., Leconte, M., Travel, A., Lalles, J., 2008. Effects of whole wheat feeding on the development of the digestive tract of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 142, 144–162.

Garcia ERM, Murakami AE, Branco AF, Furlan AC, Moreira I. 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 o desempenho de frangos. *Rev. bras. Zootec* 2000; 29: 1414-1426.

Getty R. 1986. *Anatomia dos Animais Domésticos*. Vol.2. 5ª ed. Interamericana, Rio de Janeiro.

Geyra, A.; Uni, Z.; Sklan, D. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. *British Poultry Science*, v.86, p.53–61, 2001.

Guy, R. Introduction. In: . (Ed.). *Extrusion cooking: technologies and applications*. CRC Press, 2001a. p.3-4.

Huber, G. R. Snack foods from cooking extruders. In: Lusas, E. W.; Rooney, R. W. *Snack foods processing*. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 315-368.

Lara, M. R. de. et al. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, n. 1, p. 108-115, 2006.

Leite PRSC, Leandro NS M, Stringhini JH, Café MB, Gomes NA, Jardim Filho RM. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2011; 46:280-286.

Litz, F. H.; Fernandes, E. Abreu.; Pimenta, C. C.; Fagundes, N. S.; Ferreira, I. C.; Gonçalves, M. F.; Avaliação bromatológica e digestibilidade “*in vitro*” de rações para bovinos formuladas com coprodutos da indústria do milho e do ácido cítrico. Artigo original janeiro de 2015. Acesso em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/23560/16066>> em abril de 2018

Lv, M., Yan, L., Wang, Z., An, S., Wu, M., Lv, Z., 2015. Effects of feed form and feed particle size on growth performance, carcass characteristics and digestivetract development of broilers. *Anim. Nutr.* 1 (September (3)), 252–255.

Marques, Sonaide F.F.; Minafra, Cibele S.; Cafe, Marcos B.; Stringhini, Jose H.; Ulhoa, Cirano J. Production and Characterization of a *Trichoderma harzianum* Multienzyme Complex and its Application in Broiler Chicks' Diets. *Current Biotechnology*, Volume

7, Number 1, February 2018, pp. 26-33(8).

Mendes, W. S. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.

Minafra, C.S. Produção e suplementação com alfa amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger hm2003* na dieta de frangos de corte de um a 21 dias de idade. 2007. 141 p. Tese (Doutorado Bioquímica Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

Mirghelenj, S.A.; Golian, A.; Kermanshahi, H.; Raji, A.R. Nutritional value of wet extruded full-fat soybean and its effects on broiler chicken performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 22, 410–422. 2013.

Mukherjee R, Chakraborty RA. Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal—a review. *Asian-Australasian journal of animal sciences* 2016; 29:1523- 1529.

Noy, Y.; Sklan, D. Hydrolysis and Absorption in the Small Intestines of Post hatch Chicks. *Poultry Science*, v.79, p.1306-1310, 2002.

Nunes RV, Broch J, Polese C, Eyng C, Pozza PC. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. *Revista Caatinga* 2015; 28: 143-151.

Nunes, R.V.; Buteri, C.B.; Nunes, C.G.V.; Albino, L.F.T.; Rostagno, R.S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados á alimentação a Animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001<sup>a</sup>. p.235-269.

Olukosi OA, Beeson LA, Englyst K, Romero LF. Effects of exogenous proteases without or with carbohydrases on nutrient digestibility and disappearance of non-starch polysaccharides in broiler chickens. *Poultry science* 2015; 94: 2662-2669.

Opalinski M, Maiorka A, Cunha F, Rocha C, Borges SA. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. *Ciência Rural* 2010; 40: 628-632.

Opalinski, M.; Rocha, C.; Maiorka, A.; Dahlke, F.; Silva, A. V. F.; Borges, S. A. Impacto de enzimas e da granulometria sobre a digestibilidade da soja desativada para frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v.16, n.2, p.84-90, 2011.

Pandi, J.; Glatz, P.; Forder, R.; Ayalew, W.; Waramboi, J.; Chousalkar, K. The use of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) root as feed ingredient for broiler finisher rations in Papua New Guinea. *Animal Feed Science and Technology*, v.214, p.1-11, 2016.

Pirgozliev, V., Mirza, M., Rose, S., 2015. Does the effect of pelleting depend on the wheat sample when fed to chickens? *Animal*, 1–7.

Riaz, M. N. Introduction to extruders and their principles. In: *Extruders in food applications*. Boca Raton: CRC Press. 2000. p.1-23.

Ribeiro FB, Lanna EAT, Bomfim MAD, Donzele JL, Quadros M, Cunha PSL. True and apparent digestibility of protein and amino acids of feed in Nile tilapia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2011; 40:939-946.

Rocha C, Durau JF, Barrilli LNE, Dahlke F, Maiorka P, Maiorka A. The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 2014; 23:71–79.

Rocha, C. et al. The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, Oxford, v. 23, n. 1, p. 71-79, 2014.

Röhe, I., Ruhnke, I., Knorr, F., Mader, A., Borojoni, F.G., Löwe, R., Zentek, J., 2014. Effects of grinding method, particle size, and physical form of the diet on gastrointestinal morphology and jejunal glucose transport in laying hens. *Poult. Sci.*, PS3783.

Rougière, N.; Gomes, J.; Mignon-Grasteau, S.; Carré, B. Effects of diet particle size on digestive parameters in D+ and D– genetic chicken lines selected for divergent digestion efficiency. *Poultry Science*, v.88, n.6, p.1206-1215, 2009.

Saeg Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.5: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

Santos, F. R.; Stringhini, J. H.; Freitas, N. F.; Minafra, C. S.; Oliveira, P. R.; Duarte, E. F.; Guimarães, G. S. Morphological and morphometric aspects of the digestive apparatus, serum biochemical measures and activity of pancreatic enzymes of slow- and fast-growing broilers. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife*, v.10, n.2, p.322-327, 2015.

Scottá BA, Albino LFT, Brustolini PC, Gomide APC, Campos PF & Rodrigues VV (2016). Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, 17 (4), 501-508.

Silva JR, Netto DP, Scussel VM. Grãos secos de destilaria com solúveis. aplicação em alimentos e segurança—uma revisão. *Pubvet* 2016; 10: 257-270.

Silva, D.J.; Queiroz, A.C. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

Silva, P. G.; Oliveira, L. M. S.; Oliveira, N. R.; Júnior, F. A.M.; Silva, M. R. S.; Cordeiro, D. A.; Minafra, C. S.; Santos, F. R.; Effects of processing, particle size and moisturizing of sorghum-based feeds on pellet quality and broiler production. *Asian-Australas J Anim Sci* Vol. 31, No. 1:98-105. 2018.

Sousa, D. C., Oliveira, N. L. A., Dourado, L. R. B., Ferreira, G. J. B. C. Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: Revisão. *Pub Vet. Maringá*, v. 9, n. 8, p. 369-380, 2015.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura, Relatório Anual - 2017.

Verdal, H.; Mignon-Grasteau, S.; Jeulin, C.; LE Bihan-Duval, E.; Leconte, M.; Mallet, S.; Martin, C.; Narcy, A. Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. *Poultry Science*, v.89, n.9, p.1955-1961, 2010.



