

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 ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

Autor: Alison Batista Vieira Silva Gouveia

Orientadora: Dr.^a. Cibele Silva Minafra

Rio Verde - GO
Fevereiro – 2019

SOJA EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

Autor: Alison Batista Vieira Silva Gouveia

Orientadora: Dr.^a. 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
Fevereiro – 2019

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

GP331s Gouveia, Alison Batista Vieira Silva
SOJA EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS
JAPONESAS / Alison Batista Vieira Silva
Gouveia; orientadora Cibele Silva Minafra; co-
orientadora Fabiana Ramos dos Santos. -- Rio Verde,
2019.
56 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Zootecnia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Coturnicultura. 2. Extrusão. 3. Fatores
antinutricionais. 4. Proteína vegetal. 5. unidade
Haugh. I. Minafra, Cibele Silva, orient. II.
Santos, Fabiana Ramos dos, co-orient. III. Título.

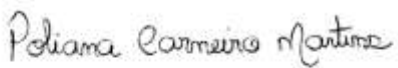
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA


**SOJA EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS
JAPONESAS**


Autor: Alison Batista Vieira Silva Gouveia
Orientadora: Cibele Silva Minafra

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

APROVADO em 22 de fevereiro de 2019.


Prof.^ª Dr.^ª. Poliana Carneiro Martins
Avaliadora externa
Departamento de Vigilância Sanitária
RV


Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa
Avaliador interno
IF Goiano/RV


Prof.^ª Dr.^ª. Cibele Silva Minafra
Presidente da banca
IF Goiano/RV

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar forças para buscar meus sonhos em todos momentos de minha jornada até aqui e poder estar conquistando mais este grande objetivo em minha vida.

A minha família, em especial ao meu pai João Batista e a minha mãe Silvana meus irmãos Janaina e João Victor e ao meu cunhado Aguiamar filho, que sempre me apoiaram durante toda a minha caminhada e acreditaram em meu sonho.

Aos meus avos Geraldo e Jesuíta, que sempre cuidaram de mim durante a minha graduação e mestrado e vários outros momentos da minha vida.

A minha noiva Lorryne, que sempre esteve ao meu lado durante todo o meu mestrado, ajudando, apoiando, cuidando, tendo paciência e sempre com muito amor e carinho.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cibele Silva Minafra, por acreditar em mim, e fazer parte da minha vida sempre me apoiando e motivando a seguir em frente e nunca desistir, por ser exemplo de profissional, mulher e mãe.

A minhas co-orientadoras, Prof. Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos e Prof. Dr.^a Ana Paula Cardoso Gomide, que sempre mostraram disposta a me auxiliar quando tive dúvidas.

A equipe do Laboratório de Bioquímica e Metabolismo Animal (LABMA), formada por Lorryne Moraes, Janaína Borges, Stéfane Alves, Karine Oliveira, Elísio Marques pela amizade, carinho e auxílio técnico.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e Mestrado em produção animal, Nyanne, Ana Carla, Robson, Thais, João Antônio, Camila, Reyger, Mariana, Leidiane, Robério, Thiago, pela amizade e companheirismo.

Aos professores do programa de pós-graduação em zootecnia do Instituto Federal Goiano Campus – Rio verde: Cibele, Fabiana, Katia Cylene, Ana Paula, Adriano e Marco Antônio, pelos conhecimentos transmitidos durante esses dois anos de mestrado.

Aos funcionários do Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, em especial o senhor Nilton, pela amizade e por toda a colaboração.

Ao senhor Fernando Jungueira, que nos forneceu a soja extrusada possibilitando a realização deste experimento.

Ao Instituto Federal Goiano, por ter me concedido a oportunidade de ampliar meus conhecimentos durante todos estes anos e hoje poder conquistar o título de Mestre em Zootecnia que é a realização de um grande sonho.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de mestrado, que possibilitou a concretização do meu objetivo.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”

Cora Coralina

BIOGRAFIA DO AUTOR

Alison Batista Vieira Silva Gouveia, filho de João Batista Vieira Gouveia e Silvana da Silva Gouveia. Nascido em 28 de março de 1992 na cidade de Rio Verde – Goiás. Iniciou sua formação profissional no primeiro semestre de 2012, quando ingressou no curso superior de Zootecnia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus Rio Verde, concluindo seus estudos no segundo semestre de 2016. No primeiro semestre de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus Rio Verde, concluindo em fevereiro de 2019.

SUMÁRIO

	Pág.
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1.Codorna Japonesa.....	15
2.2.Ovo de codorna.....	16
2.3.Soja.....	18
2.4.Processamento da soja.....	20
2.5.Extrusão.....	21
2.6.Digestibilidade da soja extrusada.....	23
3. REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO II - SOJA EXTRUSADA NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E METODOS.....	34
2.1.Localização e época de realização.....	34
2.2.Instalações e aves.....	34
2.3.Delineamento e tratamentos experimentais.....	34
2.4.Desempenho.....	35
2.5.Digestibilidade.....	36
2.6.Qualidade de ovos.....	37
2.7.Biometria do trato gastrointestinal.....	38
2.8.Perfil bioquímico do sangue e vísceras.....	38
2.9.Biometria dos ossos (tíbia e fêmur)	39
2.10.Análise estatística.....	39
3. RESULTADOS.....	40
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÃO.....	51
6. REFERÊNCIAS.....	52

Índice de tabelas

	Pág.
Tabela 1. Composição de nutrientes por 100 gramas de parte comestível de ovo inteiro e cru de codorna: Centesimal, minerais, vitaminas, colesterol e ácidos graxos.....	16
Tabela 2. Classificação das Unidades <i>Haugh</i>	18
Tabela 3. Classificação da atividade ureática e solubilidade da proteína em KOH na soja.....	19
Tabela 4. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais da fase de produção de ovos.....	35
Tabela 5. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	40
Tabela 6. Coeficiente de metabolizabilidade de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	40
Tabela 7. Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentados com níveis crescentes de soja extrusada.....	41
Tabela 8. Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	42
Tabela 9. Biometria da tíbia e fêmur de codornas japonesas alimentados com níveis crescentes de soja extrusada.....	42
Tabela 10. Perfil bioquímico sanguíneo de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	42
Tabela 11. Perfil bioquímico do fígado de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	43
Tabela 12. Perfil bioquímico do pâncreas de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	43
Tabela 13. Atividade específica das enzimas hepáticas e pancreáticas de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.....	44

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Classificação taxonômica da codorna do gênero <i>Coturnix</i> no reino animal.....	15
Figura 2. Fluxograma de produção de ração extrusada.....	22

Lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
µg	Micrograma
AEAM	Atividade específica da amilase
AEFA	Atividade específica da fosfatase alcalina
AEGOT	Atividade específica da glutamato-oxalacetato transaminase
AEGPT	Atividade específica da glutamato-piruvato transaminase
AELI	Atividade específica da lipase
AM	Amilase
AU	Ácido úrico
Ca	Cálcio
CADz	Conversão alimentar por dúzia
CAM	Conversão alimentar por massa
CMEE	Coefficiente de metabolizabilidade de extrato etéreo
CMMS	Coefficiente de metabolizabilidade de matéria seca
CMPB	Coefficiente de metabolizabilidade de proteína bruta
Col	Colesterol
Comp	Comprimento
CR	Consumo de ração
Crea	Creatinina
CTGI	Comprimento do trato gastrointestinal
EE	Extrato etéreo
ESO+PAP	Esôfago e papo
FA	Fosfatase alcalina
g	Gramas
GE	Gravidade específica
GOT	Glutamato-oxalacetato transaminase
GPT	Glutamato-piruvato transaminase
ID	Intestino delgado
IG	Intestino grosso
IS	Índice de seedor
kcal	Quilocaloria
KOH	hidróxido de potássio
Larg	Largura
LI	Lipase
mg	Miligrama
MO	Massa de ovos
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
P	Fosforo
PB	Proteína bruta
PP	Percentual de postura

PRO+MOE	Proventrículo e moela
PT	Proteína total
PTGI	Peso do trato gastrointestinal
SE	Soja extrusada
TGI	Trato gastrointestinal
Trig	Triglicerídeos
U	Ureia
UH	Unidade Haugh
Via	Viabilidade

RESUMO

GOUVEIA, Alison Batista Vieira Silva. Soja extrusada na alimentação de codornas japonesas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Goiás, Brasil, 2019. 56p.

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de soja extrusada (0; 7,5; 15; 22,5 e 30%) em substituição ao farelo de soja na dieta de codornas japonesas em fase de postura, sobre desempenho, digestibilidade, qualidade de ovos, biometria do trato gastrointestinal, biometria dos ossos tíbia e fêmur, perfil bioquímico do soro, assim como das vísceras fígado e pâncreas, e também a atividade específica das enzimas hepáticas e pancreáticas. Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japônica* com idade de aproximadamente 150 dias de vida, uniformizadas pelo peso corporal, distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 38 cm de comprimento × 40 cm de largura × 23 cm de altura. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), sendo cinco tratamentos e seis repetições contendo seis aves por repetição. O experimento teve a duração de 84 dias, sendo realizados três ciclos de produção, com 28 dias cada ciclo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, foi aplicada a análise de regressão polinomial, a 5% de probabilidade. A utilização de até 30% de SE melhora a conversão alimentar por dúzia de ovos e não afeta as demais características de desempenho, melhora o coeficiente de metabolização de extrato etéreo. A qualidade de ovos é diretamente afetada pela inclusão de SE, que reduz a unidade Haugh, índice de gema e albúmen e altura do albúmen, influenciadas de forma negativa. A qualidade da casca dos ovos, biometria dos órgãos digestivos, biometria dos ossos (tíbia e fêmur), não foram influenciados pela utilização do nível de até 30% de SE. Houve aumento dos teores séricos de ureia, mostrando o bom funcionamento e saúde do fígado. As proteínas totais e lipase do pâncreas, assim como a atividade específica deste órgão, não foram influenciados pela utilização do nível de até 30% de SE. Conclui-se que a substituição de farelo de soja por soja extrusada ao nível de 30% na alimentação de codornas japonesas, reduz significativamente a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos e aumenta o coeficiente de metabolização de extrato etéreo, reduzindo a unidade Haugh dos ovos; contudo, tal redução da qualidade ainda enquadra-se nos valores de excelência de tal avaliação.

Palavras-chave: coturnicultura, extrusão, fatores antinutricionais, proteína vegetal, unidade Haugh.

ABSTRACT

GOUVEIA, Alison Batista Vieira Silva. Extruded soybean in Japanese quail feed. Dissertation (MSc in Animal Science), Instituto Federal Goiano (Goiano Federal Institute), Rio Verde Campus, Goiás, Brazil, 2019. 56p.

The aim of this study was to evaluate the effect of extruded soybean (0, 7.5, 15, 22.5 and 30%) increasing levels in soybean meal replacement on the diet of Japanese laying quails on performance, digestibility, eggs quality, gastrointestinal tract biometry, tibia and femur bones biometry, serum biochemical profile, as well as the liver and pancreas viscera and also the specific activity of the liver and pancreatic enzymes. A total of 180 female quails of the species *Coturnix coturnix japonica* species with approximately 150 days of life standardized by body weight, distributed in galvanized wire measuring 38 cm long × 40 cm wide × 23 cm height were used. The design was completely randomized (CAD), with five treatments and six replicates containing six birds per replicate. The experiment lasted for 84 days, with three production cycles, with 28 days each one. The results were submitted to analysis of variance and when the F test was significant, the polynomial regression analysis was applied, at 5% probability. The use of up to 30% ES improves the feed conversion per dozen eggs and does not affect others performance characteristics, improving the ethereal extract metabolism coefficient. The egg quality is directly affected by the ES inclusion which reduces the Haugh unit, yolk and albumen index, albumin height which were negatively influenced. Eggshell quality, digestive organs biometry, bone biometrics (tibia and femur) were not influenced by the use of up to 30% ES. There was an increase in serum urea levels, showing the good functioning and health of the liver. The total proteins and lipase of the pancreas as well as the specific activity of this organ were not influenced by the use of up to 30% ES level. It is concluded that the substitution of soybean meal by extruded soybean at the 30% level in Japanese quails feed significantly reduces feed conversion per dozen eggs produced and increases the ethereal extract metabolism coefficient, reducing the Haugh unit of the eggs. However, such a reduction in quality still fits the excellence values of such evaluation.

Key words: antinutritional factors, coturniculture, extrusion, Haugh unit, vegetable protein.

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

Segundo a associação brasileira de proteína animal, no ano de 2017 foram produzidos no país 39.923.119.357 milhões de ovos e 13,05 milhões de toneladas de carne de frango (ABPA, 2018).

A utilização de codornas do gênero *Coturnix coturnix japônica* para a produção de ovos deve-se a sua precocidade na produção, alta produtividade, resistência às doenças aviárias, pequeno espaço para implantação do aviário, baixo investimento e rápido retorno do capital empregado (DAUDA et al., 2014; PEREIRA et al., 2016; MNISI et al., 2017).

De acordo com Lima et al. (2014), a soja possui uma fração proteica altamente significativa, que é utilizada na fabricação de ração para a alimentação animal. O grão da soja apresenta características similares as dos produtos proteicos de alto valor nutritivo, pelo fato de conter quantidade suficiente de quase todos os aminoácidos essenciais em suas proteínas. Porém, apresenta fatores antinutricionais, os quais podem ser encontrados na soja crua e podem afetar o valor nutricional deste alimento (BENEVIDES et al., 2011).

Portanto, para utilizar a soja na alimentação de animais não ruminantes é necessário que se realize o processamento deste ingrediente ou rações já formuladas. As mudanças promovidas pelo processamento envolvem alterações nas características nutricionais, químicas, físicas e fisiológicas destes alimentos e são as estratégias desenvolvidas para melhorar a qualidade dos produtos animais (AGIANG et al., 2011; OKO et al., 2018).

A extrusão é um dos processamentos mais importantes comercialmente, capazes de inibir os fatores antinutricionais contidos no grão de soja *in natura*. A adição de soja integral extrusada e semi-integral extrusada na alimentação de aves pode ser economicamente viável, dependendo da disponibilidade e custo dos grãos, além de possuir o potencial de diminuir os custos de produção pela redução da quantidade de óleos usados para suprir a energia das rações (COSTA et al., 2015).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Codorna Japonesa

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família Phasianidae e da sub-família dos Perdicinae e a ordem Galliformes (Figura 1), sendo, da mesma família das galinhas e perdizes (PINTO et al., 2002). Embora haja controvérsias a sua origem, é aceito que as codornas modernas descendem da codorna japonesa selvagem (SHARMA et al., 2000).

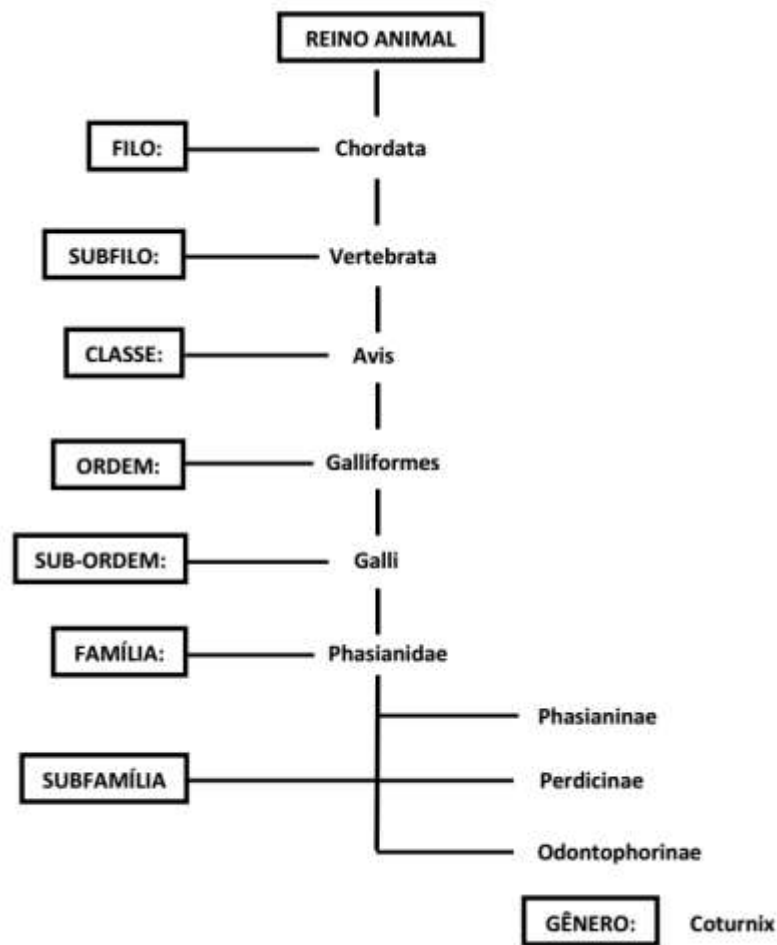


FIGURA 1 – Classificação taxonômica da codorna do gênero *Coturnix* no reino animal.

Fonte: Adaptado de SHANAWAY (1994).

Estas aves foram criadas primeiramente na China e Coreia e, em seguida no Japão, por pessoas que apreciavam seu canto. Contudo, em 1910 os japoneses, iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas provindas da Europa e espécies selvagens, obtendo-se assim, um tipo domesticado, que nomearam de *Coturnix coturnix japônica*. A partir de então, iniciou-se a sua exploração, visando a produção de ovos (REIS, 1980).

Outro fator que contribui para a criação de codornas japonesas é sua rusticidade que possibilita a criação destas aves sob condições de calor, tolerando temperaturas mais elevadas, podendo ser uma boa opção de criação para as regiões mais quentes do Brasil, como o Centro-Oeste (UMIGI et al., 2012).

2.2 Ovo de codorna

O ovo de codorna é um alimento de excelente qualidade, com alta digestibilidade sendo considerado um dos alimentos mais completos da natureza, tendo em vista sua capacidade de nutrir um indivíduo durante todo seu período embrionário (SANTOS et al., 2016).

Segundo Seibel et al. (2010) e Jeke et al. (2018), ovos de codornas são considerados como um alimento completo e equilibrado em nutrientes, de baixo valor econômico, sendo uma fonte confiável de lipídeos, aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais e proteínas.

Um único ovo fornece cerca de 13% das necessidades diárias de proteína para um adulto e 25% para crianças (BERTIPAGLIA et al., 2016), e os teores de vitaminas A, B1 e B2 no ovo de codorna são duas vezes maior, enquanto os teores de colina, ferro e potássio são cinco vezes maiores que os ovos de galinha (WARDAH et al., 2016).

Na Tabela 1 são apresentados os dados da composição de nutrientes de ovos de codornas e galinha.

Tabela 1. Composição de nutrientes por 100 gramas de parte comestível de ovo inteiro e cru de codorna: Centesimal, minerais, vitaminas e ácidos graxos.

	Nutrientes	Ovo de codornas	Ovo de galinha
Composição Centesimal	Umidade (%)	71,70	75,60
	Energia (kcal)	177,00	143,00
	Proteína (g)	13,70	13,00
	Lipídeos (g)	12,70	8,90
	Colesterol (mg)	568,00	356,00
	Carboidratos (g)	0,80	1,60
	Cinzas (g)	1,20	0,80
Minerais	Cálcio (mg)	79,00	42,00
	Magnésio (mg)	11,00	13,00
	Fósforo (mg)	279,00	164,00
	Ferro (mg)	3,30	1,60
	Sódio (mg)	129,00	168,00
	Potássio (mg)	79,00	150,00
	Cobre (mg)	0,04	0,06
	Zinco (mg)	2,10	1,10
Vitaminas	Retinol (A) (µg)	305,00	79,00
	Tiamina (B ₁) (mg)	0,11	0,07
	Riboflavina (B ₃) (mg)	0,12	0,58

	Niacina (B ₃) (mg)	0,97	0,75
	Ácidos graxos saturados (g)	8,90	2,60
	Ácidos graxos insaturados (g)	12,10	3,60
	Ácidos graxos poli-insaturados (g)	2,70	1,20
	Mirístico (14:0) (g)	0,13	0,02
	Palmítico (16:0) (g)	6,39	1,87
	Estearico (18:0) (g)	2,31	0,69
	Araquídico (20:0) (g)	0,01	-
	Behênico (22:0) (g)	0,03	0,01
	Lignocérico (24:0) (g)	-	0,01
Ácidos Graxos	Miristoléico (14:1) (g)	0,03	-
	Palmitoleico (16:1) (g)	1,07	0,23
	Oléico (18:1) (g)	11,01	3,33
	Gadoléico (20:1) (g)	0,03	0,01
	Linoléico (18:2 n-6) (g)	2,20	0,88
	Alfa-Linolênico (18:3 n-3) (g)	0,10	0,02
	Araquidônico (20:4) (g)	0,44	0,14
	Clupanodônico (22:5) (g)	-	0,05
	Docosahexaenóico (DHA) (22,6) (g)	-	0,04
	Elaídico (18:1t) (g)	0,04	-
	Trans-octadecadienóico (18:2t) (g)	0,07	-

Fonte: Adaptado de TACO (2011).

É considerado o alimento de maior valor biológico, tendo todos os aminoácidos essenciais necessários para a nutrição humana, além de possuir baixo custo, com 96% de aproveitamento (BAPTISTA, 2002).

Contudo deve-se levar em consideração que o número de ovos obtidos é parte importante da produção, assim como a qualidade destes ovos. A qualidade pode ser influenciada por vários fatores, como espécies de aves, genótipo, nutrição, ambiente, tempo de oviposição e idade das poedeiras. Portanto, várias investigações são realizadas sobre as mudanças que ocorrem nas características dos ovos durante o período de postura e também após a postura (ZITA et al., 2012).

Segundo Freitas et al. (2011) e Lana et al. (2017), como todos os produtos naturais de origem animal, o ovo também é perecível, e começa a perder seu valor nutricional momento após a postura, caso não sejam tomadas medidas adequadas para a conservação de sua qualidade.

Essa perda pode ser agravada por diversos fatores entre esses se destacam as condições de temperatura e umidade durante a estocagem em que estes ovos são acondicionados até a comercialização (SANTOS et al., 2016).

Carvalho & Fernandes (2013) concluíram que a formação da casca é um processo dinâmico e dependente de vários fatores, sendo a compreensão destes e fundamental para a escolha adequada da linhagem, fornecimento de condições nutricionais, ambientais e de manejo que favoreçam a formação adequada da casca, e conseqüentemente, da qualidade externa dos ovos.

Isso deve ser considerado, pois a casca do ovo é de particular importância tanto para a proteção do conteúdo do ovo quanto para os impactos mecânicos e a invasão microbiana, sendo responsável também por controlar a troca de água e gás através dos poros durante o desenvolvimento extrauterino do embrião. Portanto, a integridade da casca não é apenas uma questão econômica, mas também uma questão de segurança da saúde humana (NARINC et al., 2015).

Outra forma de avaliar a qualidade destes ovos é calculando a Unidade *Haugh* (UH). Haugh (1937) verificou que a qualidade do ovo varia com o logaritmo da altura do albúmen. Assim ele desenvolveu um fator de correção para o peso do ovo, que multiplicado pelo logaritmo da altura da clara espessa, corrigida por 100, resultou na unidade “Haugh” (BRANT et al., 1951). A unidade “Haugh” é uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. Portanto quanto maior o valor da unidade “Haugh”, melhor será a qualidade do ovo (Tabela 2) (OLIVEIRA et al., 2017).

Tabela 2. Classificação das Unidades *Haugh*.

Classificação	Qualidades de ovos
90 e acima	Excelente
80 - 89	Muito bom
70 - 79	Aceitável
65 - 69	Feira
60 - 64	Ponto de resistência do consumidor
55 - 59	Pobre
50 e abaixo	Inaceitável

Fonte: Oliveira et al. (2017).

Além da Unidade Haugh que avalia a qualidade do albúmen outro indicador da qualidade interna do ovo é o índice de gema, obtido dividindo a altura pelo diâmetro de gema, de forma que, quanto maior o valor do índice melhor é a qualidade deste ovo.

2.3 Soja

A soja (*Glycine max*, L.) tem como principal ponto de origem o nordeste da China. Existem citações, sem o devido fundamento histórico, de que a soja teria sido utilizada como alimento em tempos imemoriais. Contudo, no norte da China, a soja começou a ser cultivada após 1100 a.C (GAZZONI, 2018).

Segundo Dei (2011) a soja (*Glycine max*, L.) não é apenas uma fonte de óleo comestível de alta qualidade para os seres humanos, mas também uma proteína vegetal de alta qualidade na alimentação animal. Sua aceitabilidade na nutrição animal tem sido atribuída ao seu conteúdo

proteico relativamente alto e ao perfil adequado de aminoácidos, exceto metionina, mínima variação no teor de nutrientes, disponibilidade imediata durante todo o ano e relativa redução de fatores antinutricionais quando processadas adequadamente.

O grão de soja é excelente fonte de proteína, devido ao seu elevado teor de lipídeos, também é rico em energia e possui em sua composição 40% de proteína bruta, 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiase), 20% de óleo e 10% de minerais (VALADARES FILHO, et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2016).

A soja na forma de farelo de soja e óleo de soja, estão presentes atualmente em cerca de 40% das dietas para aves, sendo imprescindíveis nas rações para o fornecimento de proteína altamente digestível e energia metabolizável prontamente disponível (MELO et al., 2016b).

De acordo com Lima Júnior et al. (2010), apesar de inúmeras qualidades, a soja apresenta compostos que atuam como proteção natural da planta, e que limitam a utilização *in natura* pelos não-ruminantes.

Os fatores antinutricionais presentes na soja são os inibidores de protease, lectinas (hemaglutininas) e alergênicos (glicinina e β -conglucina), que são instáveis ao calor e, portanto, podem ser inativados por tratamentos térmicos. Uma vez inativados, os fatores antinutricionais da soja integral não causarão mais danos aos animais. Além dos fatores antinutricionais instáveis ao calor, a soja também apresenta fatores antinutricionais estáveis ao calor, como oligossacarídeos e fitatos, que podem ser decompostos por enzimas exógenas que podem ser adicionadas à dieta (ROCHA et al., 2014; ERDAW et al., 2017).

De acordo com Lima et al. (2011) e Yasothai (2016), a qualidade dos grãos de soja utilizados na fabricação de rações deve-se a inativação de seus fatores antinutricionais através de processamento, e na determinação de sua composição química e qualidade proteica através das análises de atividade ureática e solubilidade da proteína KOH (Tabela 3).

Tabela 3. 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 - 0,20	< 80%
Regulação	0,21 - 0,31	>75%
Deficiente	>0,30	<75%

Fonte: Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2005.

De acordo com Lima et al. (2011), a avaliação do adequado processamento da soja através dos métodos de atividade ureática e solubilidade da proteína em KOH, é de fundamental importância,

pois, dentro dos padrões de qualidade, o processamento favorece a redução dos fatores antinutricionais e a disponibilização de nutrientes, preservando a qualidade da proteína da soja.

2.4 Processamento da soja

O processamento de rações para a alimentação animal abrange todas as etapas desde o recebimento dos ingredientes, da avaliação de sua qualidade, estocagem, sendo finalizado com a mistura da ração. Todas estas etapas têm como finalidade produzir rações que atendam às necessidades nutricionais e de segurança, tanto para o animal quanto para meio ambiente (MINA-BOAC et al., 2006).

Processar um ingrediente significa alterar a sua estrutura natural, por ação de agentes químicos ou físicos, para obter melhoria na disponibilização dos nutrientes e melhoria no desempenho do animal (BELLAVÉR & NONES, 2000).

Os principais objetivos do processamento de um alimento são alteração do tamanho das partículas, quantidade de umidade, densidade, palatabilidade e atratividade do alimento, melhoria na digestibilidade dos nutrientes e a inativação de substâncias antinutricionais. Além disso, o processamento promove a redução da contaminação por fungos, salmonellas e outros microrganismos (ESMINGER, 1985).

De acordo com Mazutti et al. (2017) processar uma ração ou seus ingredientes é uma opção disponível para melhorar o desempenho zootécnico dos animais. Além de moagem, vários métodos de processamento que determinam a forma física das dietas são comercialmente disponíveis, como peletização, extrusão, expansão e uma combinação destes métodos.

A peletização é um processo de aglutinação dos ingredientes através de compressão mecânica, diminuindo perdas por lixiviação, já que o pellet possui de alta densidade. Dietas peletizadas oferecem vantagem no transporte e armazenamento, facilitam o manuseio e aumentam a eficiência alimentar (REIS et al., 2012).

A peletização é o processamento de menor custo de equipamento comparada com extrusora e expander, dessa forma também é a técnica que apresenta maiores informações sobre a utilização (MELO et al., 2016a).

Este tipo de ração é recomendada para pintos no período pré-inicial, principalmente pela tendência desses animais de se alimentar em menor quantidade e com mais frequência, proporcionando maior rapidez na ingestão da dieta e melhoria no desempenho das aves (SERRANO et al., 2013).

A expansão é um processamento térmico de alta temperatura por curto período de tempo, em que os parâmetros de processamento tais como: umidade, temperatura, pressão e energia

eletromecânica no expander influenciam as características físicas e o valor nutricional do alimento (LÓPEZ et al., 2007).

Rações expandidas e peletizadas quando comparadas com a peletização tradicional, melhoram a qualidade dos pellets, devido ao maior grau de gelatinização do amido, que aumenta de forma significativa a digestibilidade da gordura e da fibra, aumenta a energia metabolizável da ração e elimina bactérias patogênicas e fungos da ração (LUTCH, 2002).

Várias técnicas de processamento envolvendo tratamento térmico como a extrusão têm sido utilizadas para desativar os compostos antinutricionais da soja, no entanto, o grau e duração do tratamento térmico são de primordial importância no que diz respeito ao processamento adequado e à qualidade da soja processada (SENKOYLU et al., 2005).

2.5 Extrusão

De acordo com Rokey et al. (2010), o processamento por extrusão de rações é praticado há mais de 60 anos, sendo que extrusora de parafuso foi usada pela primeira vez no final da década de 1930. Sua primeira aplicação comercial do processo de extrusão foi em meados da década de 1940. Atualmente, extrusão tornou-se um dos principais processamentos para a produção comercial e para produção de rações para animais.

O processamento por extrusão é definido como um processamento térmico que envolve a aplicação de altas temperaturas, alta pressão e forças de cisalhamento para a massa não cozida, como alimentos à base de cereais (KIM et al., 2006).

E a aplicação de alta temperatura em curta duração nos qual alimentos, umedecidos e ricos em amido ou proteínas são cozidos em um tubo com a ajuda de umidade, temperatura, pressão e cisalhamento mecânico. Este processamento resulta em transformações moleculares e reações químicas dentro dos alimentos ou ingredientes processados. Esta tecnologia tem impacto positivo em comparação com outros tratamentos térmicos por causa do cisalhamento mecânico, quebra a ligação covalente em biopolímeros, interrompe a estrutura complexa e misturam os ingredientes (RAHMAN et al., 2015).

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

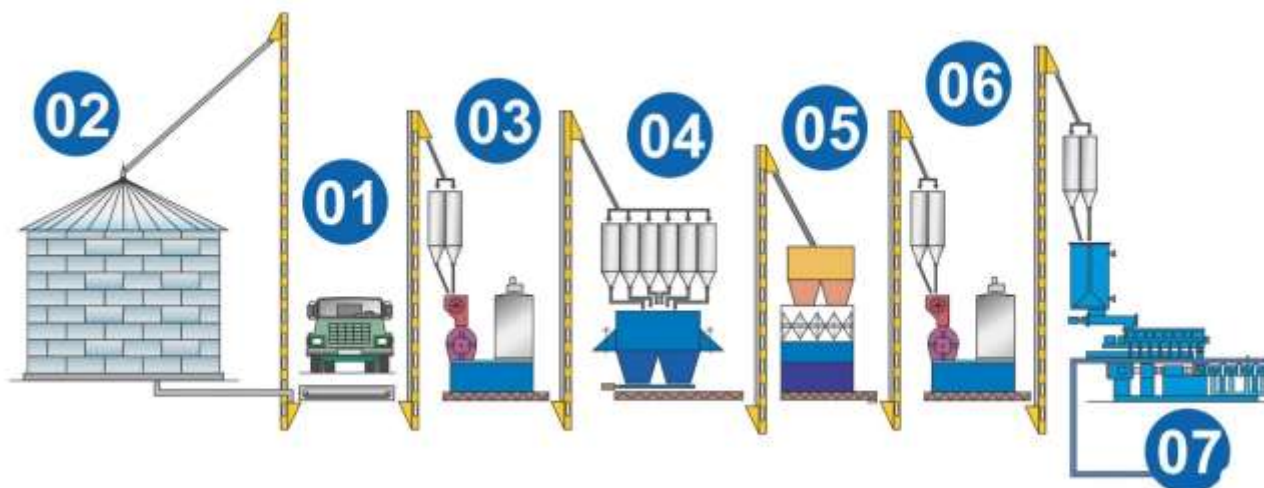


FIGURA 2: Fluxograma de produção de ração extrusada.

Fonte: Ferraz Máquinas Agrícolas (s.d.).

De acordo com Alam et al. (2016) e Nikmaram et al. (2017), durante a extrusão, energias térmicas e de cisalhamento são aplicadas aos alimentos crus, causam transformações estruturais, químicas e nutricionais, como gelatinização e degradação do amido, desnaturalização de proteínas, oxidação lipídica, degradação de vitaminas, e inativação de fatores antinutricionais como inibidores da α -amilase, tripsina, quimiotripsina e atividade da hemaglutinina, aumento da biodisponibilidade mineral e solubilidade da fibra dietética.

O processamento da soja por extrusão pode melhorar também a digestibilidade do fósforo (P), reduzindo os teores de fitato presente no grão de soja (ALONSO et al., 2001; SINGH et al., 2007).

As principais vantagens da extrusão incluem a capacidade de produzir uma gama diversificada de produtos a partir de matérias-primas baratas em tempos de processamento mínimos (AKHTAR et al. 2015), podendo reduzir aproximadamente 93% dos fatores antinutricionais, ao mesmo tempo retendo componentes úteis dos alimentos, e tornando-os adequados para o uso na alimentação animal (ANJUM et al., 2013).

No entanto, o processamento excessivo deve ser evitado para evitar a redução do valor nutricional do produto. Tratamento térmico em excesso pode resultar na diminuição da disponibilidade de aminoácidos pela reação inicial de Maillard, a lisina é particularmente suscetível devido ao seu grupo ϵ -amino exposto, que reage prontamente com açúcares redutores. Durante a fase avançada da reação de Maillard, a ligação cruzada pode ocorrer entre a maioria dos aminoácidos e cadeias polipeptídicas, reduzindo assim a eficiência das proteases intestinais. Parte dos aminoácidos pode ser totalmente destruída como resultado da reação avançada de Maillard. Assim, um equilíbrio ideal entre sub e superprocessamento deve ser encontrado para garantir a utilização eficiente da proteína de soja (HEGER et al., 2016).

2.6 Digestibilidade da soja extrusada

O valor nutritivo de uma proteína depende não somente do seu valor quantitativo, mas também da qualidade e disponibilidade de seus aminoácidos, portanto, de sua digestibilidade. A digestibilidade pode ser entendida como sendo a hidrólise das proteínas pelas enzimas digestivas até aminoácidos e a absorção dos mesmos pelo organismo, os quais estão biologicamente disponíveis, desde que não haja interferência na absorção dos mesmos pelo organismo (MENDES et al., 2007).

Os diferentes tipos de processamento de soja conferem diferentes características nutricionais às aves, principalmente nos teores de energia metabolizável e especialmente no que diz respeito à digestibilidade de aminoácidos, uma vez que a lisina, treonina e a metionina são especialmente sensíveis ao aquecimento a seco (CAFÉ et al., 2000; FREITAS et al., 2005).

Segundo Silva et al. (2018), a umidade e temperatura aplicadas durante o processamento da soja por extrusão podem afetar as propriedades físico-química dos grãos, influenciando a disponibilização e absorção nutrientes, assim como o aproveitamento da proteína, podendo ser mensurado pelo balanço de nitrogênio ingerido menos o excretado.

Lima et al. (2018) relataram que a temperatura de extrusão da soja de aproximadamente 105,6 °C é possível obter maiores valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, enquanto as melhores temperaturas de extrusão da soja e estimadas para os valores padronizados de digestibilidade de aminoácidos são 117,72 °C para lisina, 114,40 °C para metionina e 107,37 °C para cisteína.

Grandes variações nos valores nutricionais têm sido descritas para soja extrusada, principalmente pela falta de padronização no processamento térmico utilizado pelos fabricantes (COSTA et al., 2013; NUNES et al., 2015), e uma padronização das temperaturas de extrusão é importante para maximizar o valor nutricional da soja utilizado em dietas de aves (LIMA et al., 2018).

3. REFERÊNCIAS

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**, Relatório Anual - 2017/2018.

AGIANG, E. A.; OKO, O. O. K.; ESSIEN, G. E. 2011. Quails response to aqueous extract of Bush marigold (*Aspilia africana*) leaf. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 6, n. 4, p. 130-134, 2011.

AKHTAR, J.; MALIK, S.; ALAM, M. A. Extrusion technology used for novel Foods Production. **International Journal of Engineering Development and Research**, v. 3, n. 3. p. 1-7, 2015.

ALAM, M. S.; KAUR, J.; KHAIRA, H.; GUPTA, K. Extrusion and extruded products: changes in quality attributes as affected by extrusion process parameters: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 3, p. 445-473, 2016.

ALONSO, R., RUBIO, L. A.; MUZQUIZ, M.; MARZO, F. The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 94, p. 1-13, 2001.

ANJUM, F. M.; HAIDER, M. F.; KHAN, M. I.; SOHAIB, M.; ARSHAD, M. S.; (2013): Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products. **Lipids in Health and Disease**, v. 12, n. 13, p. 1-12, 2013.

BAPTISTA, R. F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da temperatura de armazenamento**. Niterói-RJ. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, 2002.

BELLAVER, C. & NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: **IV Simpósio Goiano de Avicultura**, 2000, GOIÂNIA, p. 59-78, 2000.

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

BERTIPAGLIA, L. A.; SAKAMOTO, M. I.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, G. M. P. Lipid sources in diets for egg-laying japanese quail: performance and egg quality. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 3, p. 281-284, 2016.

BRANT, A. W.; OTTE, A. W.; NORRIS, K. H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, v.5, p.356-361, 1951.

CAFÉ, M. B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA, O. M.; CARVALHO, M. R. B.; DEL BIANCHI, M. Determination of the nutritional values of processe full-fat soybeans for poultry. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 2, n. 1, p. 67-74, 2000.

CARVALHO, L. S. S. & FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Medicina Veterinária**, v.7, n.1, p. 35-44, 2013.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2005. SINDIRAÇÕES (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal). São Paulo, 2005. 204p.

COSTA, E. M. S.; FIGUEIREDO, A. V.; LOPES, J. B.; RIBEIRO, F. B.; SILVA, S. R. G.; ALMENDRA, S. N. O.; CARVALHO FILHO, D. U.; LIMA, D. C. P. Desempenho de frangos de

corte alimentados com dietas contendo grão integral e coprodutos da soja em ambiente com calor cíclico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 710-720, 2013.

COSTA, E. M. S.; FIGUEIRÊDO, A. V.; 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**, v. 46, n. 4, p. 846-854, 2015.

DAUDA, G.; MOMOH, O.M.; DIM, N.I.; OGAH, D. M. Growth, production and reproductive performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in humid environment. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 34, n. 2, p. 381-395, 2014.

DEI, H. K. Soybean as a feed ingredient for livestock and poultry. In: KREZHOVA, D. **Recent trends for enhancing the diversity and quality of soybean products**. IntechOpen. 2011. cap. 10, p. 215-226.

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.

ESMINGER, M. E. Processing effects. In: **Feed Manufacturing Technology III**. AFIA. cap. 66, p. 529-533, 1985.

FERRAZ MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Fluxograma de produção de Ração Frelada/extrusada**. Via Anhanguera, Km 320. Ribeirão Preto, SP. <<http://www.ferrazmaquinas.com.br/conteudo/fluxograma-de-fareladaextrusada.html>> Acesso em 08 de fevereiro de 2018.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; SANTOS, A. L.; FERNANDES, J. B. 2005. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938-1949, 2005.

FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. L. A. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; SENO, L. O.; FELIX, G. A.; LIMA, N. D. S.; FERREIRA, V. M. O. S.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 11, p. 66-72, 2011.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 3, p. 16-18, 2018.

HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v. 43, p. 552-555, 1937.

HEGER, J.; WILTAFSKY, M.; ZELENKA, J. Impact of different processing of full-fat soybeans on broiler performance. **Czech Journal of Animal Science**, v. 61, n. 2, p. 57-66, 2016.

JEKE, A.; PHIRI, C.; CHITIINDINGU, K.; TARU, P. Nutritional compositions of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) breed lines raised on a basal poultry ration under farm conditions in Ruwa, Zimbabwe. **Cogent Food & Agriculture**, v. 4, p. 1-8, 2018.

KIM, J. H.; TANHEHCO, E. J.; NG, P. K. W. Effect of extrusion conditions on resistant starch formation from pastry wheat flour. **Food Chemistry**, v. 99, p. 718-723, 2006.

LANA, S. R. V.; LANA, G. R. Q.; SALVADOR, E. L.; LANA, Â. M. Q.; CUNHA, F. S. A.; MARINHO, A. L. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal (UFBA)**, v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.

LIMA JÚNIOR, D. M.; MONTEIRO, P. B. S.; RANGEL, A. H. N.; MACIEL, M. V.; OLIVEIRA, S. E. O.; FREIRE, D. A. Fatores antinutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasília**, v. 3, n. 4, p. 132-143, 2010.

LIMA, M. R.; MORAIS, S. A. N.; COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DANTAS, L. S.; CAVALCANTE, L. E. Atividade Ureática. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 8, n. 5, p. 1606-1611, 2011.

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. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.4, p. 24-33, 2014.

LIMA, M. F.; LIMA, C. A. R.; DILELIS, F.; GOMES, A. V. C.; FREITAS, L. W. Metabolizable energy and amino acid digestibility of soybean cake subjected to different dry extrusion temperatures for broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, p. 1-7, 2018.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C.; RODRIGUEZ, N. M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

LUTCH, W. H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Ind. Avic.**, v. 50, p. 32-35, 2002.

MAZUTTI, K.; KRABBE, E. L.; SUREK, D.; MAIORKA, A. Effects of processing and the physical form of diets on digestibility and the performance of nursery piglets. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1575-1586, 2017.

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, 2016a.

MELO, A. S.; QUEIROZ, J. P. A. F.; OLIVEIRA, V. R. M.; DIAS, F. K. D.; FERNANDES, R. T. V.; MARINHO, J. B. M.; SOUZA, R. F.; SANTOS FILHO, C. A.; SOUZA, A. O. V. Formas físicas de utilização de rações para aves. **Pubvet**, v. 10, n. 2, p. 173-178, 2016b.

MENDES, F. Q.; OLIVEIRA, M. G. A.; CARDOSO, L. R.; COSTA, N. M. B.; SANTANA, R. C. O. Digestibilidade proteica e caracterização bromatológica de linhagens de soja com ausência ou presença do inibidor de tripsina Kunitz e das isozimas lipoxigenases. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, p. 14-21, 2007.

MINA-BOAC, J.; MAGHIRANG, R. G.; CASADA, M. E. Durability and breakage of feed pellets during repeated elevator handling. **ASABE Annual International Meeting**. ASABE. Portland, Oregon. 9. 2006.

MNISI, C.M.; MATSHOGO, T.B.; VAN NIEKERK, R.F.; MLAMBO, V. Growth performance, haematological and serum biochemical parameters and meat quality characteristics of male Japanese quails fed a *Lippia javanica*-based diet. **South African Journal of Animal Science**, v. 47, n. 5, p. 661-671, 2017.

NARINC, D.; AYGUN, A.; KARAMAN, E.; AKSOY, T. Egg shell quality in Japanese quail: characteristics, heritabilities and genetic and phenotypic relationships. **Animal**, v. 9, n. 7, p. 1091-1096, 2015.

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

NUNES, R. V.; BROCH, J.; POLESE, C.; EYNG, C.; POZZA, C. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 143-151, 2015.

OKO, O. O. K.; OZUNG, P. O.; ABANG, F. B. Influence of ethanolic extract of *aspilia africana* leaf on the performance and egg qualities of japanese quails. **Global Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 24, p. 135-140, 2018.

OLIVEIRA, A.C.G.; MENDONÇA, M.O.; MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T. Indicadores de qualidade de ovos de galinha in natura. **Boletim de extensão**. Viçosa: Universidade Federal de Lavras, 2017.

PEREIRA, A.A.; FERREIRA, D.A.; GRIEP JÚNIOR, D.N.; LIMA, C.B.; MOURA, A.S.; LIMA JÚNIOR, D.M. Raspa da mandioca para codornas em postura. **Acta Veterinária Brasília**, v. 10, n. 2, p.123-129, 2016.

PINTO, R.; FERRERA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS JUNIOR, J. G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

RAHMAN, M. A. U.; REHMAN, A.; CHUANQI, X.; LONG, Z. X.; BINGHAI, C.; LINBAO, J.; HUAWEI, S. Extrusion of feed/feed ingredients and its effect on digestibility and performance of poultry: A review. **International Journal of Current Microbiology Applied Sciences**, v. 4, n. 4, p. 48-61, 2015.

REIS, E. S.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; FREITAS, J. M. A.; ZAMINHAN, M.; MAHL, I. Processamento da ração no desempenho de juvenis de jundiá (*Rhamdia voulezi*) cultivados em tanques-rede. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, p. 205-212, 2012.

REIS, L. F. S. D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa: Agros, 10, p.222, 1980.

ROCHA, C.; DURAU, J. F.; BARRILLI, L. N. E.; 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**, v. 23, n. 1, p. 71-79, 2014.

ROKEY, G. J.; PLATTNER, B.; SOUZA, E. M. Feed extrusion process description. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 510-518, 2010.

SANTOS, J. S.; MACIEL, L. G.; SEIXAS, V. N. C.; ARAUJO, J. A. Parâmetros avaliativos da qualidade física de ovos de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em função das características de armazenamento. **Revista Desafios**, v. 3, p. 54-67, 2016.

SEIBEL, N. F.; SCHOFFEN, D. B.; QUEIROZ, M. I.; SOUZA-SOARES, L. D. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 884-889, 2010.

SENKOYLU, N.; SAMLI, H. E.; AKYUREK, H.; AGMA, A.; YASAR, S. Use of high levels of full-fat soybeans in laying hen diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, p. 32-37, 2005.

SERRANO, M.; FRIKHA, M.; CORCHERO, J.; MATEOS, G. Influence of feed form and source of soybean meal on growth performance, nutrient retention, and digestive organ size of broilers. 2. Battery study. **Poultry Science**, v. 92, p. 693-708, 2013.

SHANAWAY, M. M. **Quail production systems** – a review. Rome: FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 145 p., 1994.

SHARMA, D.; APPA RAO, K. B. C.; TOTTEY, S. M. Measurement of within and between population genetic variability in quails. **British Poultry Science**, v. 41, n. 1, p. 29-32, 2000.

SILVA, P. G.; OLIVEIRA, L. M. S.; OLIVEIRA, N. R.; MOURA JÚNIOR, F. A.; 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-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n.1, p. 98-105. 2018.

SINGH, S., GAMLATH, S.; WAKELING, L. Nutritional aspects of food extrusion: a review. **Journal of Food Science & Technology**, v. 42, n. 8, p. 916-929, 2007.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4.ed. Campinas, SP: NEPA, Unicamp, 2011, 164p.

UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S.; MESQUITA FILHO, R. M.; ARAÚJO, M. S. 2012. Níveis de treonina digestível para codornas japonesas na fase de produção. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 658-664, 2012.

VALADARES FILHO, S. C., MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L. AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, V. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010, 502p.

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**, v. 17, n. 4, p. 744-752. 2016.

WARDAH.; RAHMAHANI, j.; SOPANDI, T.; Egg cholesterol and immunity of quail (*Coturnix coturnix japonica*) diet phyllanthus buxifolius leaves as feed supplement. **Asian Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 2, p. 114-125, 2016.

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.

ZITA, L.; LEDVINKA, Z.; TUMOVA, E.; KLESALOVA, L. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2079-2084, 2012.

CAPÍTULO II - SOJA EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de soja extrusada (0; 7,5; 15; 22,5 e 30%) em substituição ao farelo de soja na dieta de codornas japonesas em fase de postura, sobre desempenho, digestibilidade, qualidade de ovos, biometria do trato gastrointestinal, biometria dos ossos tíbia e fêmur, perfil bioquímico do soro, assim como das vísceras fígado e pâncreas, e também a atividade específica das enzimas hepáticas e pancreáticas. Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix* japônica com idade de aproximadamente 150 dias de vida, uniformizadas pelo peso corporal, distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 38 cm de comprimento × 40 cm de largura × 23 cm de altura. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), sendo cinco tratamentos e seis repetições contendo seis aves por repetição. O experimento teve a duração de 84 dias, sendo realizados três ciclos de produção, com 28 dias cada ciclo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, foi aplicada a análise de regressão polinomial, a 5% de probabilidade. A utilização de até 30% de SE melhora a conversão alimentar por dúzia de ovos e não afeta as demais características de desempenho, melhora o coeficiente de metabolização de extrato etéreo. A qualidade de ovos é diretamente afetada pela inclusão de SE, que reduz a unidade Haugh, índice de gema e albúmen e altura do albúmen, influenciadas de forma negativa. A qualidade da casca dos ovos, biometria dos órgãos digestivos, biometria dos ossos (tíbia e fêmur), não foram influenciados pela utilização do nível de até 30% de SE. Houve aumento dos teores séricos de ureia, mostrando o bom funcionamento e saúde do fígado. As proteínas totais e lipase do pâncreas, assim como a atividade específica deste órgão, não foram influenciados pela utilização do nível de até 30% de SE. Conclui-se que a substituição de farelo de soja por soja extrusada ao nível de 30% na alimentação de codornas japonesas, reduz significativamente a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos e aumenta o coeficiente de metabolização de extrato etéreo, reduzindo a unidade Haugh dos ovos; contudo, tal redução da qualidade ainda enquadra-se nos valores de excelência de tal avaliação.

Palavras-chave: coturnicultura, extrusão, fatores antinutricionais, proteína vegetal, unidade Haugh.

EXTRUDED SOYBEAN IN JAPANESE QUAIL DIET

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of extruded soybean (0, 7.5, 15, 22.5 and 30%) increasing levels in soybean meal replacement on the diet of Japanese laying quails on performance, digestibility, eggs quality, gastrointestinal tract biometry, tibia and femur bones biometry, serum biochemical profile, as well as the liver and pancreas viscera and also the specific activity of the liver and pancreatic enzymes. A total of 180 female quails of the species *Coturnix coturnix japonica* species with approximately 150 days of life standardized by body weight, distributed in galvanized wire measuring 38 cm long × 40 cm wide × 23 cm height were used. The design was completely randomized (CAD), with five treatments and six replicates containing six birds per replicate. The experiment lasted for 84 days, with three production cycles, with 28 days each one. The results were submitted to analysis of variance and when the F test was significant, the polynomial regression analysis was applied, at 5% probability. The use of up to 30% ES improves the feed conversion per dozen eggs and does not affect others performance characteristics, improving the ethereal extract metabolism coefficient. The egg quality is directly affected by the ES inclusion which reduces the Haugh unit, yolk and albumen index, albumin height which were negatively influenced. Eggshell quality, digestive organs biometry, bone biometrics (tibia and femur) were not influenced by the use of up to 30% ES. There was an increase in serum urea levels, showing the good functioning and health of the liver. The total proteins and lipase of the pancreas as well as the specific activity of this organ were not influenced by the use of up to 30% ES level. It is concluded that the substitution of soybean meal by extruded soybean at the 30% level in Japanese quails feed significantly reduces feed conversion per dozen eggs produced and increases the ethereal extract metabolism coefficient, reducing the Haugh unit of the eggs. However, such a reduction in quality still fits the excellence values of such evaluation.

Key words: antinutritional factors, coturniculture, extrusion, Haugh unit, vegetable protein.

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade atualmente importante e altamente relevante no setor agrícola brasileiro, a criação de codornas para produção de ovos é uma das atividades que tem se destacado pela alta taxa de postura das aves e pelo pequeno espaço utilizado para a produção (GUIMARÃES et al., 2014; SCOTTÁ et al., 2017).

As dietas de aves em geral são formuladas com milho e farelo de soja, tais ingredientes apresentam alta digestibilidade e boa composição nutricional, sendo o farelo de soja a principal fonte proteica da dieta (ABREU et al., 2018).

Dos nutrientes presentes nas rações, importantes para o desempenho e produção de ovos, deve-se destacar a proteína bruta, visto que a exigência da mesma varia de acordo com a produção de ovos das aves. A proteína, quando fornecida em níveis abaixo do exigido pela categoria animal promove redução da produção de ovos em razão do desvio de parte da mesma para outras funções, prejudicando a produção (MACIEL et al., 2019).

Para obter ótimo desempenho de codornas japonesas, a proteína bruta da dieta deve fornecer níveis suficientes de aminoácidos essenciais e aminoácidos não essenciais para permitir a síntese máxima de proteínas e atender as demandas metabólicas além da síntese de proteínas. Além disso, a proteína bruta da dieta também deve fornecer um padrão balanceado de aminoácidos para promover a ingestão ideal de energia e proteína (RABIE & EL-MAATY, 2015).

De acordo com Leite et al. (2012), a soja crua possui fatores antinutricionais como os inibidores de proteases, as lectinas, proteínas alergênicas e as saponinas. Em função desses fatores, a sua utilização nas rações de aves é dependente de processamento térmico. Nesse sentido, a necessidade de processamento impulsionou o desenvolvimento de vários métodos, como tostagem e extrusão, assim como maior controle de qualidade nas análises para verificar se o processamento ocorreu de maneira adequada, inativando os fatores sem afetar sua qualidade.

Essas técnicas de processamento de soja apresentam diferentes oportunidades e desafios, tanto no perfil nutricional quanto na disponibilidade de nutrientes dos grãos de soja para utilização pelas aves. O processamento térmico de soja, como a extrusão, é reconhecido por ser muito bem-sucedido em aumentar o valor nutricional da soja e na redução de fatores antinutricionais (ARI et al., 2017).

A extrusão consiste na aplicação de calor, umidade, pressão e forças de cisalhamento sobre os grãos a fim de modificar a estrutura, ocasionando gelatinização do amido e tumescência (fusão nas pontes de hidrogênio entre as cadeias polissacarídicas), aumentando a digestibilidade de seus nutrientes e, conseqüentemente, melhorando o desempenho e a produção de ovos (NUNES et al., 2015; NIKMARAM et al., 2017).

Objetivou-se com este estudo avaliar a utilização de níveis crescentes de soja extrusada (0; 7,5; 15; 22,5 e 30%), sobre o desempenho, qualidade dos ovos, biometria do trato gastrintestinal e dos ossos (tíbia e fêmur), perfil bioquímico do sangue, fígado e pâncreas e atividade específica das enzimas hepáticas e pancreáticas de codornas japonesas em postura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido no aviário experimental do 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 6438081018.

2.2 Instalações e aves

Antes de iniciar o experimento foram obedecidas as normas usuais tanto para o galpão quanto para as baterias, sendo realizado a limpeza e desinfecção das instalações (gaiolas, piso, área externa, equipamentos).

Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japônica* com idade de aproximadamente 150 dias de vida uniformizadas pelo peso corporal distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 38 cm de comprimento × 40 cm de largura × 23 cm de altura, compostas de bebedouros tipo nipple e comedouros do tipo calha, além de aparador de excretas abaixo das gaiolas.

O programa de luz adotado foi de 16 horas de iluminação natural e artificial com lâmpadas fluorescentes de 100 watts, e a água e as rações experimentais foram disponibilizadas à vontade.

O experimento teve a duração de 84 dias, sendo realizados três ciclos de produção, com 28 dias cada ciclo. A temperatura média registrada durante o experimento foi de $26 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$, sendo a mínima 23 e a máxima 27°C .

2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), sendo cinco tratamentos e seis repetições contendo seis aves por repetição.

As rações experimentais isonutritivas e isoenergéticas foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2017).

A composição bromatológica da soja extrusada (SE) utilizada no experimento foi de 3400 (kcal/kg) de energia metabolizável, atividade ureática de 0,17, proteína bruta de 37,3 % e extrato etéreo de 18,8 %, umidade de 6,43 %, fibra bruta de 4,83% e 4,57 % de matéria mineral.

Na Tabela 4 são apresentados a composição centesimal e os níveis nutricionais calculados das rações que foram utilizadas durante os três ciclos de produção de ovos.

Tabela 4. Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais da fase de produção de ovos.

Ingredientes	Tratamentos				
	Controle	7,5 %	15,0 %	22,5 %	30,0 %
Milho	57,0953	57,5336	56,2727	54,4227	51,2727
Farelo de Soja 46%	29,8590	22,5450	15,5320	8,8537	3,1759
Soja extrusada	0,0000	7,5000	15,0000	22,5000	30,0000
Calcário	6,7313	6,7482	7,5896	8,0476	8,8051
Óleo de soja	1,8565	0,6403	0,0000	0,0000	0,0000
Premix vitamínico e mineral	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000
Fosfato Bicálcico	1,1784	1,2521	1,3282	1,4071	1,4859
DL-Metionina	0,4480	0,5310	0,6156	0,7019	0,7883
L-Lisina	0,3524	0,5913	0,8246	1,0515	1,2783
Sal Comum	0,3032	0,3160	0,3287	0,3413	0,3539
L-Treonina	0,0867	0,2088	0,3313	0,4542	0,5770
Inerte	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
L-Triptofano	0,0392	0,0836	0,1272	0,1700	0,2129
Total (kg)	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína Bruta (%)	18,9200	18,9200	18,9200	18,9200	18,9200
Lisina digestível (%)	1,1490	1,1490	1,1490	1,1490	1,1490
Metionina digestível (%)	0,5170	0,5170	0,5170	0,5170	0,5170
Met + Cist digestível (%)	0,9420	0,9420	0,9420	0,9420	0,9420
Treonina digestível (%)	0,7010	0,7010	0,7010	0,7010	0,7010
Triptofano digestível (%)	0,2410	0,2410	0,2410	0,2410	0,2410
Cálcio (%)	2,9900	2,9900	2,9900	2,9900	2,9900
Fósforo Disponível (%)	0,3090	0,3090	0,3090	0,3090	0,3090
Sódio (%)	0,1470	0,1470	0,1470	0,1470	0,1470

Premix mineral de postura, %/kg da ração¹: proteína bruta: 2,4347%; extrato etéreo: 0,1781%; fibra bruta: 0,1495%; cálcio: 9,5243%; fósforo total: 6,5935%; fósforo disponível: 11,3059%; sódio 5,9693%; arginina: 0,0262%; lisina: 0,0178%; metionina: 2,8835%; metionina + cistina: 2,8971%; cistina: 0,0136%; triptofano: 0,0052%; glicina: 0,0234%; histidina: 0,0189%; isoleucina: 0,0200%; leucina: 0,0778%; fenilalanina: 0,0305%; tirosina: 0,0212%; treonina: 0,1696%; valina: 0,0277%; alanina: 0,0470%; fósforo liberável: 0,0101%; fósforo fitase: 4,7250%; eficiência: 468,7500; serina: 0,0306%; fósforo dig aves: 0,0082%; fósforo fítico: 0,0126%; prolina: 0,0833%; ac glutâmico: 0,1198%; naae % -0,8258; glicina+serina: 0,0540%; potássio: 2,8675%; cloro: 5,0067%; m mineral % 71,6626; fenilal+tirosina: 0,0517%; energia met. matrizes: 445 kcal/kg; energia met. aves: 445 kcal/kg; ácido linoleico: 0,0840%; cobre: 666,6666 ppm; ferro: 1.666,2500 ppm; manganês: 3.830,6670 ppm; zinco: 3.333,7500 ppm; iodo: 66,7333 ppm; selênio: 13,2917 ppm; Ca-P 0,842%; arg. dig. 0,0234%; lis dig 0,0145%; met. dig. 2,8824%; m+c dig: 2,8945%; cis dig.: 0,0116%; trp dig: 0,0047%; tre. dig.: 0,1660%; val. dig.: 0,0243%; ile. dig.: 0,0180%. Premix Vitamínico Postura²: Vit. A: 406,0000 UI/g; Vit. D₃ 171,0680 UI/g; Vit. E: 2.247,5000 ppm; Vit. K: 94,2238 ppm; Vit B1 (tiamina): 106,5866 ppm; Vit B2 (riboflavina): 417,6000 ppm; Vit. B6 (piridoxina): 181,2036 ppm; Vit B12 (cianocobala) 1,5370 ppm; Ácido fólico: 133,3420 ppm; Ácido nicotínico: 1.348,5000 ppm; Ac. Pantotênico: 681,5001 ppm; biotina: 9,7150 ppm; colina: 13.277,8500 ppm; antioxidante: 3.507,2500 ppm; tilosina: 1.837,0000 ppm; 1.918,8490 eq.ácido-base meq/kg; umidade: 1,9907%.

O período de adaptação das aves com a nova alimentação foi de aproximadamente 15 dias, após este período, foram avaliados:

2.4 Desempenho

Ao início e final de cada ciclo de produção, as aves e rações foram pesadas e os ovos, coletados diariamente para mensuração dos parâmetros de desempenho:

Consumo de ração – foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras.

Conversão alimentar por massa de ovos produzidos – foi dividido o total de ração consumida pelo peso dos ovos produzidos, sendo expressa em gramas de ração por grama de ovo (g/g).

Conversão alimentar por dúzia de ovo - foi calculada pela divisão do consumo médio de ração por dúzias produzidas (g/dúzia).

Percentual de postura e viabilidade comercial - os ovos foram coletados, contados o número de íntegros, quebrados, trincados, com casca fina, sem casca, deformados, duas vezes ao dia para o cálculo do percentual de postura, com registros em planilhas próprias.

2.5 Digestibilidade

A coleta de excretas produzidas pelas aves foi realizada nos períodos entre o 15° e o 19° dias de cada ciclo de produção, efetuada duas vezes ao dia durante os períodos experimentais.

O período de coleta consistiu de 5 dias, sendo que no primeiro e no último dia de coleta total de excretas utilizou-se o marcador externo óxido férrico (Fe_2O_3) na concentração de 1% nas rações de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Amostras das excretas e rações foram todas identificadas e armazenadas em freezer e, posteriormente foram enviadas ao Laboratório de Nutrição Animal do IFGoiano - Campus Rio Verde para determinação dos níveis de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) seguindo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Para preparar as amostras de excretas para análise, foram coletadas alíquotas, que serão identificadas e submetidas à pré-secagem em estufa retilínea de ventilação forçada (FANEM LTDA) a $55 \pm 5^\circ\text{C}$, e posteriormente trituradas em moinhos tipo Wiley, para realização das análises, de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

O extrato etéreo foi determinado pelo método de Goldfish, com a extração por éter de petróleo, seguindo a metodologia de Silva & Queiroz (2002).

Paralelamente, nas amostras das rações experimentais foram determinados: matéria seca a 55°C das excretas em estufa de ventilação forçada com temperaturas de $55^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas; matéria seca a 105°C das rações experimentais e das excretas em estufa regulada à 105°C , por 12 horas, sendo as análises realizadas em duplicata; nitrogênio total das rações experimentais e nas excretas utilizando o método de micro - Kjeldahl e posteriormente, calculados os valores de proteína bruta pela multiplicação da % de nitrogênio (N) por 6,25; digestibilidade determinada pela equação entre o nutriente ingerido menos o excretado dividido pelo nutriente ingerido (MATTERSON et al., 1965); retenção de matéria seca obtida pela quantidade de matéria seca ingerida subtraída da

quantidade excretada em relação ao ganho de peso; retenção de Proteína Bruta: determinada pela quantidade de proteína bruta ingerida subtraída da quantidade excretada dividida pelo ganho de peso. O cálculo da retenção de nutrientes seguiu o descrito por Noy & Sklan (2002).

2.6 Qualidade de ovos

Para avaliar a qualidade dos ovos, durante uma semana de cada ciclo foram coletados quatro ovos íntegros de cada parcela pela manhã e pela tarde para determinar:

Peso dos ovos - a partir do peso total obtido pela pesagem em balança de precisão de 0,01 g e o número de ovos por parcela, foi calculado o peso médio dos ovos das parcelas.

Peso de gema - foram coletados aleatoriamente os ovos que foram quebrados e suas gemas separadas manualmente e pesadas em balança de precisão de 0,01 g.

Peso do albúmen - foi obtido pela diferença entre o peso do ovo e dos pesos da casca e da gema.

Peso da casca – todas as cascas foram secas em estufa de ventilação forçada por 24 horas a 105°C e novamente pesadas em balança de precisão de 0,01 g.

Massa de ovos - obtida em g de ovo/ave/dia, é calculada dividindo-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos.

Gravidade específica - todos os ovos íntegros produzidos por parcela foram submetidos à determinação da qualidade externa através da gravidade específica (g/mL) pelo método da imersão dos ovos em solução salina (GARCIA et al., 2011).

Coloração da gema - foi realizada utilizando o Colorímetro digital e também pelo escore colorimétrico DSM® (leque ou abanico), na qual a cor da gema é comparada a uma escala de cores do abanico, e de acordo com a semelhança visual, obtida por três avaliadores, conforme descrito por (GALOBART et al., 2004).

Altura da gema e albúmen - foi obtida pelo valor médio das quatro medições, por meio da leitura em quatro pontos distintos na região equatorial utilizando-se um micrômetro externo (MOURA et al., 2009).

O pH da gema e do albúmen – foi medido com pHmetro digital (MANO, 2007).

Diâmetro da gema e albúmen – foi obtido por um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Porcentagem de albúmen - foi determinada por diferença: $100 - (\% \text{ de gema} + \% \text{ de casca})$, conforme metodologia descrita por (SANTOS et al., 2009a).

Espessura de casca - incluindo as membranas foi obtida pelo valor médio de três pontos diferentes, nos dois polos e na região lateral do ovo, com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm.

Unidade Haugh - foi obtida pela fórmula $UH = 100 \times \log (H - 1,7 \times P^{0,37} + 7,6)$, sendo H a altura do albúmen (mm) e P o peso do ovo inteiro (g).

2.7 Biometria do trato gastrintestinal (TGI)

Foi utilizada uma ave de cada repetição aos 84 dias da criação, representando a média de peso do grupo, foi selecionada, identificada e posteriormente eutanasiados por deslocamento cervical.

Na necropsia, foram retiradas as vísceras (esôfago e papo, proventrículo e moela, fígado, intestino delgado, pâncreas e intestino grosso) que compõe o trato gastrintestinal (TGI) de acordo com a metodologia de Minafra et al. (2007). As vísceras foram medidas e pesadas, sendo o comprimento do TGI, medido pelo tamanho do TGI desde a inserção do esôfago na orofaringe até a comunicação do intestino grosso com a cloaca; e verificado o peso do esôfago mais papo, separado após medida do comprimento do TGI; peso do proventrículo mais moela; peso do pâncreas, após a sua separação da alça duodenal; peso do intestino delgado, porção que compreende o final do estômago muscular até o início dos cecos; peso do intestino grosso, representado pelo peso dos cecos, do cólon e do reto, peso do fígado, dado pelo peso do fígado com a vesícula biliar.

Os valores obtidos foram utilizados no cálculo do peso relativo de cada órgão, pela fórmula: $\text{Peso relativo do órgão} = (\text{peso do órgão} / \text{peso vivo}) \times 100$.

2.8 Perfil bioquímico do sangue e vísceras

Para determinação do perfil bioquímico sérico, foi abatida uma ave de cada repetição de cada tratamento, o sangue dos animais eutanasiados foi colhido no momento do deslocamento cervical das aves e posterior degola, e as amostras foram identificadas e processadas segundo metodologia de MINAFRA et al. (2010).

Após ser coletado, o sangue foi centrifugado a 6.000 rpm por 10 minutos, para separação do soro, que foi imediatamente congelado.

No soro foram determinados os teores de cálcio (Ca), fósforo (P), proteína total (PT), triglicerídeos (Trig), colesterol (Col), fosfatase alcalina (FA), ureia (U), creatinina (Crea), ácido úrico (AU) utilizando-se kits comerciais.

Na necropsia, as vísceras fígado e pâncreas foram removidos, acondicionados em recipientes devidamente identificados e rapidamente congelados, com o intuito de cessar a

atividade enzimática. Este material foi homogeneizado (1g de tecido e 9 ml de água) e depois centrifugado a 8000 rpm a 40°C por 10 minutos.

Foi coletado o sobrenadante para a determinação, em triplicata, dos teores de proteína bruta (PB), amilase (AM) e lipase (LI) no pâncreas, e glutamato-oxalacetato transaminase (GOT ou AST) e glutamato-piruvato transaminase (GPT ou ALT), colesterol (Col), triglicérides (Trig) e fosfatase alcalina (FA), respectivamente no fígado, por kits comerciais.

Todos os procedimentos foram realizados em banho de gelo água destilada para evitar a perda da atividade enzimática.

2.9 Biometria dos ossos tíbias e fêmures

Para determinação do diâmetro e pesos das tíbias e dos fêmures, aos 84 dias de criação, após a eutanásia, as tíbias e os fêmures das pernas direitas foram removidas, identificadas, limpas de tecido aderente e pesadas em balança analítica e seus diâmetros medidos com paquímetro digital (Jomarca).

O índice de seedor (IS) foi obtido dividindo o peso, em mg, pelo comprimento, em mm (SEEDOR et al., 1991).

2.10 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014), e quando o teste F foi significativo, foi aplicada a análise de regressão polinomial, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) da inclusão de níveis crescentes de soja extrusada para as variáveis de desempenho, ganho de peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar por massa de ovos, massa de ovos, percentual de postura e viabilidade (Tabela 5).

A adição dos níveis de soja extrusada influenciou de forma significativa ($p=0,0004$) a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos, apresentando efeito linear decrescente.

Tabela 5. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
GP (g)	20,801	21,817	21,502	22,531	21,702	0,2837	0,5376	6,08
CR (g/ave/dia)	25,328	25,119	24,984	24,718	23,183	0,6004	1,0276	10,20
CAM (g/g)	2,223	2,174	2,205	2,197	2,042	0,6046	0,0873	9,87
CADz (g/dz) ³	0,331	0,329	0,328	0,321	0,314	0,0004	0,0025	1,96
MO (g/ave/dia)	10,366	10,208	10,013	10,337	10,174	0,9293	0,3067	7,35
PP (%)	91,270	88,392	88,293	92,043	89,682	0,8591	0,9607	8,06
VIA (%)	97,933	97,495	99,177	98,849	98,473	0,1520	0,5003	1,25

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

³Efeito linear ($\hat{Y} = 0,333600 - 0,000578x$, $R^2 = 0,90$).

*GP (g): Ganho de peso; CR (g/ave/dia): Consumo de ração; CAM (g/g): Conversão alimentar por massa de ovos; CADz (g/dz): Conversão alimentar por dúzia de ovos; MO (g/ave/dia): Massa de ovos; PP (%): Percentual de postura; VIA (%): Viabilidade.

A inclusão dos níveis de soja não afetou de forma significativa ($p>0,05$) os coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca e de proteína bruta (Tabela 6).

Houve efeito linear crescente ($p=0,0001$) da inclusão dos níveis de soja extrusada sobre o coeficiente de metabolizabilidade de extrato etéreo.

Tabela 6. Coeficiente de metabolizabilidade de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
CMMS	83,072	83,611	83,893	83,928	83,961	0,6499	0,4738	1,39
CMPB	74,918	73,766	75,634	74,814	73,127	0,4339	1,0042	3,30
CMEE ³	84,356	86,154	86,260	86,394	88,513	0,0001	0,4770	1,35

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

³Efeito linear ($\hat{Y} = 84,624767 + 0,114060x$, $R^2 = 0,84$).

*CMMS: Coeficiente de metabolizabilidade de matéria seca; CMPB: Coeficiente de metabolizabilidade de proteína bruta; CMEE: Coeficiente de metabolizabilidade de extrato etéreo.

Os níveis de soja extrusada utilizados na dieta de codornas japonesas não influenciaram de forma significativa ($p>0,05$) o peso e a gravidade específica dos ovos íntegros, o diâmetro, altura, porcentagem, pH e cor das gemas, tanto verificada pelo leque colorimétrico quanto obtida através do colorímetro digital, peso, diâmetro porcentagem e pH do albúmen e peso porcentagem e espessura de casca (Tabela 7).

Tabela 7. Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
<i>Ovos íntegros</i>								
Peso (g)	11,532	11,557	11,424	11,610	11,566	0,7128	0,0952	6,39
UH ³	91,819	90,737	90,019	89,004	87,666	0,0000	0,4128	3,57
GE (g/cm ³)	1,071	1,073	1,072	1,072	1,071	0,4704	0,0006	0,46
<i>Gema</i>								
Peso ⁴	3,475	3,498	3,557	3,720	3,741	0,0000	0,0383	8,26
Diâmetro ⁵	24,285	24,401	24,566	24,731	24,823	0,0544	0,1455	4,59
Altura	11,635	11,617	11,521	11,511	11,495	0,7644	0,0955	6,40
Índice ⁶	0,478	0,476	0,468	0,463	0,446	0,0002	0,0046	7,67
Porcentagem	31,295	31,674	31,732	31,766	31,800	0,7342	0,2903	7,11
pH	6,103	6,077	6,072	6,050	6,045	0,1458	0,0178	2,28
Cor - Leque	4,230	4,283	4,300	4,316	4,316	0,8880	0,0671	12,12
Cor - Colorímetro								
L	49,371	48,851	48,258	49,027	46,272	0,0898	0,8175	4,14
a	3,634	3,617	3,672	3,662	3,651	0,9978	0,1202	8,07
b	53,776	53,905	53,762	52,447	52,277	0,3890	0,7705	3,55
<i>Albúmen</i>								
Peso	6,991	6,924	6,976	6,985	6,956	0,9757	0,0791	8,80
Diâmetro	44,892	44,086	44,010	45,655	44,930	0,1554	0,5258	9,11
Altura ⁷	4,732	4,705	4,576	4,460	3,949	0,0000	0,0704	12,17
Índice ⁸	0,102	0,107	0,104	0,098	0,088	0,0000	0,0021	16,57
Porcentagem	60,615	60,048	61,025	60,236	60,015	0,1746	0,3390	4,35
pH	8,980	9,020	8,954	9,004	9,002	0,3551	0,0243	2,10
<i>Casca</i>								
Peso	0,931	0,934	0,954	0,955	0,942	0,3812	0,0106	8,72
Porcentagem	8,089	8,276	8,359	8,063	8,184	0,1275	0,0927	8,76
Espessura	0,318	0,313	0,314	0,313	0,311	0,1636	0,0020	5,15

¹Erro médio padrão; ² Coeficiente de Variação.

³Efeito linear ($\hat{Y} = 91,257443 - 0,107206x$, $R^2 = 0,91$).

⁴Efeito linear ($\hat{Y} = 3,448203 + 0,010031x$, $R^2 = 0,91$).

⁵Efeito linear ($\hat{Y} = 24,280437 + 0,018737x$, $R^2 = 0,99$).

⁶Efeito linear ($\hat{Y} = 0,482120 - 0,001029x$, $R^2 = 0,90$).

⁷Efeito linear ($\hat{Y} = 4,846987 - 0,024134x$, $R^2 = 0,80$).

⁸Efeito quadrático ($\hat{Y} = 0,103120 + 0,000769x - 0,000042x^2$, $R^2 = 0,98$).

*UH: Unidade Haugh; GE (g/cm³): Gravidade específica.

A adição da soja extrusada influenciou de forma significativa ($p=0,0000$) a unidade Haugh dos ovos. O efeito linear decrescente de inclusão de soja extrusada reduz a qualidade destes ovos.

O peso e o diâmetro das gemas apresentaram efeito linear crescente ($p=0,0000$ e $p=0,0544$) em que os pesos foram aumentados à medida que foi realizada a inclusão da soja extrusada.

O índice de gema e altura do albúmen dos ovos foram influenciados de forma significativa, apresentando efeito linear decrescente ($p=0,0002$; e $p=0,0000$, respectivamente).

O índice de albúmen foi influenciado de forma quadrática ($p=0,0000$), em que o ponto máximo de inclusão da soja extrusada é de 9,15%.

A inclusão de níveis de soja extrusada não afetou de forma significativa ($p>0,05$) o comprimento ou peso dos órgãos que compõem o trato gastrointestinal de codornas japonesas, conforme e apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
CTGI (cm)	91,500	90,816	92,833	91,333	90,166	0,9640	0,6044	6,99
PTGI (g)	11,274	11,209	11,169	11,213	11,142	0,9997	0,4518	9,88
ESO+PAP (g)	0,476	0,475	0,471	0,470	0,509	0,2837	0,0141	7,20
PRO+MOE (g)	2,622	2,606	2,607	2,605	2,608	0,9998	0,0728	6,83
ID (g)	3,468	3,410	3,453	3,406	3,407	0,9800	0,0915	6,54
IG (g)	1,467	1,443	1,427	1,438	1,466	0,9619	0,0459	7,78
Fígado (g)	2,847	2,815	2,884	2,873	2,871	0,8295	0,0456	3,91
Pâncreas (g)	0,251	0,252	0,254	0,254	0,250	0,9971	0,0084	8,18

¹Erro médio padrão. ²Coeficiente de variação.

*CTGI (cm): Comprimento do trato gastrointestinal. PTGI (g): Peso relativo trato gastrointestinal. ESO+PAP (g): Esôfago e papo. PRO+MOE (g): Proventrículo e moela. ID (g): Intestino delgado. IG (g): Intestino grosso.

Não houve efeito significativo ($p>0,05$), das variáveis analisadas na biometria dos ossos tíbia e fêmur das aves alimentadas com dietas com níveis de soja extrusadas, conforme e apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Biometria da tíbia e fêmur de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
<i>Tíbia</i>								
Peso (g)	0,429	0,439	0,460	0,457	0,487	0,1880	0,0172	9,29
Comp (mm)	46,160	46,908	47,196	47,805	47,895	0,2405	0,5850	3,04
Larg (mm)	3,335	3,335	3,324	3,243	3,180	0,3138	0,0618	4,62
IS (mg/mm)	9,303	9,369	9,796	9,565	10,162	0,5298	0,3884	9,87
<i>Fêmur</i>								
Peso (g)	0,362	0,413	0,398	0,405	0,423	0,1466	0,0169	10,37
Comp (mm)	36,920	37,831	37,263	37,848	37,051	0,6420	0,5454	3,57
Larg (mm)	3,393	3,386	3,410	3,403	3,453	0,8272	0,0431	3,10
IS (mg/mm)	9,834	10,942	10,716	10,724	11,412	0,2235	0,4629	10,57

¹Erro médio padrão. ²Coeficiente de variação.

*Comp (mm): Comprimento; Larg (mm): Largura; IS (mg/mm): Índice de Seedor.

Na Tabela 10 estão apresentados os dados do perfil bioquímico do soro sanguíneo de codornas japonesas, não é observado efeito significativo ($p>0,05$) da inclusão dos níveis de soja extrusadas sobre os teores de cálcio, fósforo, relação cálcio e fósforo, proteínas totais, colesterol, triglicerídeos, fosfatase alcalina, creatinina e ácido úrico.

Porém, houve efeito quadrático ($p=0,0000$) para os teores bioquímicos de ureia no sangue das aves, e o ponto máximo de inclusão da SE e de 23,47%.

Tabela 10. Perfil bioquímico sanguíneo de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
Ca (mg/dL)	12,042	11,999	11,961	11,928	12,517	0,7866	0,3706	7,51
P (mg/dL)	5,129	5,178	5,035	5,186	5,018	0,9599	0,2016	9,67
Relação Ca/P	2,358	2,338	2,394	2,327	2,495	0,8119	0,1086	11,17
PT (g/dL)	4,210	4,272	4,329	4,349	4,547	0,6385	0,1588	8,96
Col (mg/dL)	165,498	172,398	176,850	181,524	183,973	0,1211	0,1843	7,21
Trig (mg/dL)	186,070	192,569	195,511	202,218	196,285	0,7129	1,0643	10,15
FA (UI/L)	110,287	105,741	102,511	108,213	101,078	0,4369	0,8753	8,99
U (mg/dL) ³	3,481	4,321	4,347	4,387	4,542	0,0000	0,1289	7,49
Crea (mg/dL)	1,023	0,978	0,918	0,937	0,908	0,5108	0,0513	13,19
AU (mg/dL)	3,117	3,419	3,463	3,507	3,601	0,1753	0,1392	9,97

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

³Efeito linear ($\hat{Y} = 3,584881 + 0,080796x - 0,001721x^2$, $R^2 = 0,86$).

*Ca (mg/dL): Cálcio; P (mg/dL): Fósforo; PT (g/dL): Proteínas totais; GL (g/dL): Globulinas; Col (mg/dL): Colesterol; Trig (mg/dL): Triglicerídeos; FA (UI/L): Fosfatase alcalina; U (mg/dL): Ureia; Crea (mg/dL): Creatinina; AU (mg/dL): Ácido úrico.

Conforme apresentado na Tabela 11 o perfil bioquímico do tecido fígado de codornas japonesas não foi afetado de forma significativa ($p>0,05$) pela inclusão de até 30 % de soja extrusada.

Tabela 11. Perfil bioquímico do tecido fígado de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
PT (g/dL)	4,482	4,695	4,869	5,079	5,112	0,2625	0,2239	11,32
Col (mg/dL)	188,810	186,979	186,659	188,558	191,075	0,9896	0,4988	8,45
Trig (mg/dL)	223,333	224,712	226,092	229,885	238,563	0,7748	1,1788	9,84
FA (UI/L)	216,890	215,696	214,682	219,569	212,230	0,9743	1,8418	8,90
GOT (mg/dL)	154,292	157,749	158,160	159,023	159,781	0,9272	1,5494	7,06
GPT (mg/dL)	83,770	88,942	94,573	95,595	89,380	0,1208	1,3571	9,09

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

*PT (g/dL): Proteínas totais; Col (mg/dL): Colesterol; Trig (mg/dL): Triglicerídeos; FA (UI/L): Fosfatase alcalina; GOT (mg/dL): glutamato-oxaloacetato transaminase; GPT (mg/dL): glutamato-piruvato transaminase.

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) para os teores de amilase no pâncreas. Porém, houve efeito linear crescente da inclusão dos níveis de soja sobre os teores de proteína totais ($p=0,0000$) e lipase ($p=0,0000$) do tecido pâncreas de codornas japonesas (Tabela 12).

Tabela 12. Perfil bioquímico do tecido pâncreas de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
PT (g/dL) ³	2,264	2,487	2,734	3,389	3,499	0,0000	0,0972	8,29

AM (U/dL)	708,549	697,406	682,036	662,055	652,449	0,2082	2,6125	6,70
LI (g/dL) ⁴	195,000	197,904	208,762	210,405	215,047	0,0000	2,0261	2,42

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

³Efeito linear ($\hat{Y} = 2,200667 + 0,044949x$, $R^2 = 0,94$)

⁴Efeito linear ($\hat{Y} = 194,904733 + 0,701276x$, $R^2 = 0,94$).

*PT (g/dL): Proteínas totais; AM (U/dL): Amilase; LI (g/dL): Lipase.

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos níveis de soja extrusada sobre a atividade específica das enzimas fosfatase alcalina, glutamato-oxalacetato transaminase e glutamato-piruvato transaminase de codornas japonesas em fase de postura, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13. Atividade específica das enzimas hepáticas e pancreáticas de codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de soja extrusada.

Variáveis*	Níveis de soja extrusada (%)					p-valor	EMP ¹	CV ²
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0			
Atividade específica das enzimas hepáticas								
AEFA	48,717	46,333	44,529	43,500	41,786	0,2120	2,1233	11,56
AEGOT	34,761	33,921	32,801	31,974	31,552	0,7691	1,9842	14,73
AEGPT	18,890	19,128	19,595	19,026	17,649	0,7710	1,0807	14,04
Atividade específica das enzimas pancreáticas								
AEAM ³	313,708	283,753	251,854	195,782	186,655	0,0000	1,3935	10,33
AELI ⁴	86,436	80,531	77,165	62,213	61,568	0,0000	2,7782	9,25

¹Erro médio padrão. ²Coefficiente de variação.

³Efeito linear ($\hat{Y} = 314,766067 - 4,561029x$, $R^2 = 0,96$).

⁴Efeito linear ($\hat{Y} = 87,193733 - 0,907387x$, $R^2 = 0,92$).

*AEFA: Atividade específica da fosfatase alcalina; AEGOT: Atividade específica da glutamato-oxalacetato transaminase; AEGPT: Atividade específica da glutamato-piruvato transaminase; AEAM: Atividade específica da amilase; AELI: Atividade específica da lipase.

Contudo a inclusão dos níveis de soja extrusada afetou de forma linear decrescente na atividade das enzimas pancreáticas amilase ($p = 0,0000$) e lipase ($p = 0,0000$).

4. DISCUSSÃO

A utilização de níveis crescentes de SE na alimentação de codornas japonesas em fase de postura não influenciou de forma negativa o consumo de ração das aves, conversão alimentar por massa de ovos produzidos, massa de ovos, percentual de postura e viabilidade.

Estas variáveis não foram influenciadas pelas dietas, provavelmente porque a atividade ureática da SE foi abaixo do máximo recomendado Compêndio de Alimentação Animal (2005), portanto, o método de processamento por extrusão da soja permitiu adequado aproveitamento dos nutrientes necessários para a manutenção destas características. Murakami et al. (2008) concluíram que a mudança da forma física da dieta por meio de um processamento térmico, resulta em melhoria no desempenho de codornas japonesas. Assim como neste estudo Barreto et al. (2010) concluíram que o farelo de soja pode ser substituído, em 50% da proteína, por soja integral tostada ou soja integral extrusada em dietas para codornas japonesas em postura.

Foi observado que a conversão alimentar por dúzia de ovos obteve efeito linear decrescente, tal efeito pode ter ocorrido pela disponibilização dos nutrientes da soja, devido ao bom processamento. Resultados contrários ao deste estudo foram observados por Barreto et al. (2010), que ao alimentarem codornas japonesas com dietas à base de soja integral extrusada ou soja integral tostada não observaram efeito sobre a conversão alimentar por dúzia o que indica que os fatores antinutricionais remanescentes na soja após seu processamento não interferiram no aproveitamento do alimento para a produção de ovos

Os coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca e proteína não foram influenciados pela inclusão da SE, porém, o CMEE foi influenciado de forma linear. Este aumento do CMEE pode ter ocorrido pela melhoria na qualidade dos lipídeos presente na soja proporcionado pelo processo de extrusão. Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Sakomura et al. (1998), que ao alimentar poedeiras com soja integral extrusada obtiveram aumento linear no coeficiente de metabolização de extrato etéreo.

A inclusão de níveis crescentes de SE não afetou o peso dos ovos e a sua gravidade específica, contudo a unidade Haugh dos ovos foi influenciada linearmente sendo que a inclusão dos níveis de SE reduz a unidade Haugh, que é o principal parâmetro para a avaliação da qualidade ovos. ŠAŠYTĚ et al. (2016) concluíram que a unidade Haugh dos ovos de poedeiras foi influenciada pela inclusão de 4,5% de colza integral extrusada. Porém, os valores de unidade Haugh encontrados neste estudo enquadram-se nos valores impostos para quantificar a qualidade dos ovos, podendo ser classificados como “muito bom” ou como “excelentes”.

O peso das gemas foi influenciado de forma linear crescente pela inclusão da soja extrusada, este aumento no peso das gemas pode ser resultado do alto teor de lipídeo presente na soja extrusada, que é carregado para a gema, resultando no aumento do peso à medida que se inclui a SE, ressaltando que segundo Tolik et al. (2014) a gema compreende quase um terço do peso total do ovo.

Este aumento no peso da gema pode ocorrer pelo perfil lipídico depositado nos ovos que sofre influência do perfil de ácidos graxos da dieta (TORRES & DREHER, 2015).

Santos et al. (2009b) destacaram que o conteúdo de ácido linoleico presente no óleo de soja, torna esta fonte lipídica especialmente aconselhável em rações para aves poedeiras, por seu efeito sobre o tamanho dos ovos e peso das gemas.

Resultados contrários aos deste estudo foram observados por ŠAŠYTĚ et al. (2017) que ao avaliar o peso das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas à base de colza integral extrusada não encontraram aumento do peso das gemas.

O índice de gema foi influenciado pela inclusão de soja, apresentando efeito linear decrescente. De acordo com Genchev (2012), o índice de gema dos ovos frescos varia entre 0,38-0,52, com tendência a aumentar até 0,53 - 0,54 de acordo com a idade das aves, valores que são

semelhantes aos que foram encontrados neste estudo, mostrando que a qualidade da gema não foi influenciada pelas dietas experimentais mesmo com a redução do índice de gema.

Avaliando a qualidade do albúmen dos ovos, pode ser constatado que houve efeito das dietas somente sobre a altura e índice, sendo que estes apresentaram efeito decrescente à medida que foi realizada a inclusão de SE. Segundo Zita et al. (2012), a variação nos índices de albúmen pode ser constatada pela redução dos valores de unidade Haugh. Tal efeito pode ser observado neste estudo, em que houve a redução linear da unidade Haugh assim como nos índices de albúmen. Assim como o efeito obtido pela altura do albúmen tal efeito está ligado diretamente com o efeito do índice.

A qualidade externa da casca dos ovos de codornas japonesas não foi influenciada pela alimentação, provavelmente porque extrusão da soja foi bem realizada, inativando o efeito antinutricional do fitato, o qual durante a digestão quelata minerais como P e Ca, diminuindo sua biodisponibilidade na dieta, podendo influenciar diretamente na qualidade da casca.

A maior proporção do Ca dietético é utilizada para a produção do ovo, e é direcionado para a formação da casca (VARGAS JÚNIOR et al., 2004; SOUZA et al., 2017). O cálcio utilizado para formação da casca é proveniente da reabsorção óssea e da absorção intestinal é transportado através do sangue (CARVALHO & FERNANDES, 2013). Portanto, a qualidade da casca é o principal indicador da qualidade dos ovos, uma vez que está associada aos prejuízos econômicos, tanto para a indústria avícola quanto para os consumidores (OLIVEIRA et al., 2017).

A utilização de níveis crescentes de SE em substituição do farelo de soja não influenciou a biometria do trato gastrointestinal das aves durante o período experimental. De acordo com Leite et al. (2016), o desenvolvimento adequado do trato gastrointestinal reflete em sua qualidade intestinal baseada no máximo aproveitamento dos nutrientes advindos da dieta, resultando no normal desenvolvimento e eficiente funcionamento dos tecidos garantindo bom desempenho zootécnico da ave durante sua vida produtiva.

A utilização da soja sem o seu processamento adequado na alimentação de codornas ou de outras espécies de não ruminantes, pode acarretar a hipertrofia do pâncreas, pela sobrecarga pancreática gerada pela diminuição da ação das enzimas proteolíticas, por causa desta diminuição este órgão passa a secretar mais enzimas, que por sua vez são inibidas pelos fatores antinutricionais; portanto, como o peso relativo deste órgão não foi influenciado pela inclusão dos níveis de soja extrusada, pode ser afirmar que a extrusão foi bem realizada.

Assim como o pâncreas, o peso do fígado não foi influenciado pelas dietas. Isso indica que nas condições deste experimento, este órgão foi capaz de satisfazer as demandas metabólicas destes animais.

A biometria dos ossos tíbia e fêmur não foram influenciados pela inclusão da SE, o que comprova a teoria anterior, de que a extrusão foi realizada de forma correta, inibindo os possíveis efeitos provocados pelo fitato.

Segundo Arruda et al. (2015), os minerais são de extrema importância para o desenvolvimento de todas as espécies, e o mineral cálcio é considerado o mais abundante na composição óssea, sendo disponibilizado para as aves através da suplementação alimentar. Os sintomas de deficiência de Ca em aves de postura incluem a presença de ovos com casca fina, redução na produção de ovos e fragilidade óssea (SOUZA et al., 2017).

Os constituintes bioquímicos do sangue refletem as condições de saúde dos animais, assim como diversos fatores, como tipo de nutrição, clima e manejo, que podem refletir nos resultados das análises sorológicas. Por essa razão, a determinação dos parâmetros bioquímicos sanguíneos em aves deve ser traçada nas condições em que o animal foi submetido e também para detectar possíveis doenças subclínicas (MINAFRA et al., 2010; ALI et al., 2012).

A inclusão de níveis de soja extrusada na alimentação de codornas japonesas não influenciam os teores bioquímicos de cálcio, fósforo, relação Ca/P, este efeito benéfico pode ter ocorrido devido a inativação dos efeitos antinutricionais do fitatos.

As concentrações séricas de Ca e P em aves de postura de são controladas dentro de uma estreita margem de variação, tanto dentro quanto fora da célula, através de rigorosos mecanismos interativos entre paratormônio (PTH), calcitonina (CT), 1,25 dihidroxicolecalciferol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) e estrogênio e os seus respectivos receptores localizados no intestino, ossos e rins. Quando os níveis de Ca^{2+} no sangue estão muito baixos, células da paratireoide rapidamente liberam o PTH, que por sua vez atua aumentando a reabsorção óssea, liberando Ca^{2+} a partir da matriz óssea para a circulação, e ainda promovendo reabsorção renal (RUTZ et al., 2007; PROSZKOWIEC-WEGLARZ & ANGEL, 2013; SOUZA et al., 2017).

Os teores bioquímicos de proteínas totais não foram afetados pela inclusão dos níveis de soja extrusada na dieta, e tais valores estão de acordo com valores relatados Schmidt et al. (2007), que relataram que as concentrações das proteínas plasmáticas totais nas aves são menores do que nos mamíferos, variando de 2,5 a 4,5 g/dL.

Neste estudo não foi observado efeito das dietas sobre os teores de colesterol e triglicerídeos sanguíneos ou hepáticos. A quantificação destes lipídeos no sangue ou no fígado é de grande importância para a saúde de codornas japonesa, pois são aves que permaneceram em alta produção por mais de um ciclo e assim a manutenção de sua saúde é necessária, pois tanto o colesterol quanto o triglicerídeo possuem funções importantíssimas no funcionamento normal do organismo.

Segundo Santos et al. (2014), o colesterol é constituinte fundamental na estrutura das membranas celulares, síntese de ácidos biliares e hormônios esteroides. Entretanto, níveis séricos

elevados de colesterol estão associados a problemas cardíacos, portanto, a redução desta substância no organismo torna-se desejada. Os triglicerídeos são a gordura mais comuns encontradas em codornas, estes triglicerídeos juntamente com o colesterol são utilizados como materiais formadores de vitolegenina, que é sintetizada no fígado e embalada na forma de VLDL, em seguida, transferida para o folículo no ovário, dando origem a gema de ovo (SALVANTE et al., 2007; PUTRA et al.; 2015).

Resultados contrários ao deste estudo foram encontrados por Alsafli et al. (2015) que observaram redução nos teores de colesterol e triglicerídeos sanguíneos de perus fêmeas alimentadas com soja extrusada.

A inclusão de níveis crescentes de soja não influenciou os teores séricos fosfatase alcalina, o que pode ser comprovado pela ausência de deformidades ósseas, que poderiam ter ocorrido devido ao subprocessamento e conseqüente a presença de fitato. A quantificação dos níveis séricos de fosfatase alcalina pode ser considerada como indicadora da velocidade de formação óssea, pois esta é uma enzima que aumenta a concentração de fosfato inorgânico ou ativa fibras de colágeno para deposição de sais de cálcio na matriz óssea (MINAFRA et al., 2008). Assim o aumento nos teores séricos desta enzima sugere crescimento ósseo, reparação de fraturas, osteomielites, neoplasias e condição pré-ovulatória de galinhas (SCHMIDT et al., 2007).

Os teores de creatinina e ácido úrico não tiveram influência da adição de níveis crescentes SE, pois, ácido úrico e o produto da quebra da proteína presente na dieta e a elevação dos teores séricos indicam possíveis distúrbios, renais e os valores séricos encontrados neste estudo estão de acordo com os valores relatados por Barbosa et al. (2011), que relataram que aproximadamente 90% do ácido úrico é secretado pelos túbulos contorcidos proximais em aves saudáveis, valores normais encontram-se na faixa de 2 – 15 mg/dL. Contudo, os teores de creatinina têm pouco valor de diagnóstico nas aves, pois a creatina é excretada pelos rins antes de ser convertida em creatinina, portanto, o ideal seria dosar as concentrações plasmáticas de creatina para detectar a diminuição na taxa de filtração glomerular (SCHMIDT et al., 2007).

Os teores de ureia foram influenciados de forma linear crescentes pela utilização da SE, este aumento dos teores pode ter ocorrido pela disponibilização de proteínas de melhor qualidade devido ao processo de extrusão. De acordo com Dourado et al. (2017), a concentração da ureia no sangue pode ser diretamente influenciada pela ingestão de proteínas, pela taxa de excreção renal que pode elevar a concentração sanguínea, pelo estado de hidratação e pela função hepática, por ser o fígado o órgão responsável pela sua síntese. As concentrações normais de ureia para aves não carnívoras de 0 a 5 mg/ dL, tais concentrações são semelhantes às concentrações encontradas neste experimento.

O fígado é um órgão importante, que tem um papel fundamental na manutenção da homeostase. É responsável por processos fisiológicos, como a geração de energia e o metabolismo

de carboidratos, proteínas e dos nucleotídeos além de fundamentais funções na detoxicação de metabólitos (BARBOSA et al., 2010; SAKOMOTO et al., 2018).

Os níveis de SE incluídos nas dietas de codornas japonesas, não afetaram as variáveis do perfil bioquímico do fígado, ressaltando a qualidade do processamento realizado sobre a soja, pois de forma inadequada, o superprocessamento ou sub processamento dos grãos podem afetar na saúde das aves, pela permanência de substâncias antinutritivas ou pela ocorrência da reação de Maillard. A GOT e GPT são transaminases envolvidas no metabolismo de aminoácidos no fígado. A análise da concentração destas enzimas no tecido hepático é um recurso bioquímico utilizados para verificar o bom funcionamento do órgão (MINAFRA et al., 2008).

Os teores bioquímicos de proteínas totais e lipase do pâncreas foram influenciados de forma linear sendo que à medida que se inclui a soja extrusada na alimentação de codornas japonesas, estes teores foram aumentando. Este aumento na concentração de proteína e lipase pode ter ocorrido pelo ao aumento da qualidade dos lipídeos presentes na dieta, portanto para realizar a digestão e absorção deste nutriente as aves produziram mais lipase para degradar os lipídeos, e com o aumento das lipases pancreáticas houve também o aumento da proteína total.

Segundo Polycarpo et al. (2014) pode se observar correlação positiva entre o coeficiente de metabolização de extrato etéreo com a atividade da lipase. Correlação a qual pode ser observada neste experimento em que coeficientes de extrato etéreo foram aumentos com a inclusão da SE e o mesmo perfil foi observado nos teores de lipase pancreática.

A atividade específica das enzimas pancreáticas amilase e lipase foi influenciada pela inclusão de níveis crescentes de soja extrusada, e a atividade destas enzimas foi reduzida linearmente. Esta redução está ligada diretamente com o aumento do teor proteico do órgão, o qual apresenta aumento significativo do seu teor de proteína.

A atividade específica das enzimas hepáticas não foi influenciada pela inclusão da soja extrusada na alimentação de codornas japonesas em fase de postura. Este efeito pode ter ocorrido pelo melhor aproveitamento da energia do alimento proveniente dos lipídios, reduzindo a atividade específica do fígado. De acordo com Brooks & Lampi (1995) o aumento de lipídios da dieta reduz a atividade, tanto de aspartato aminotransferase (AST) como de alanina aminotransferase (ALT) no fígado, reduzindo sua atividade.

Resultados contrários aos deste estudo foram observados por Barbosa et al. (2010), que avaliaram a atividade específica da aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja e verificaram que o aumento da atividade específica de aspartato aminotransferase é essencial para estabelecer as corretas relações dos aminoácidos para a síntese proteica no fígado, tendo em vista seu papel central na transferência de grupos aminos.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão de 30% de SE, na dieta de codornas japonesas em substituição ao farelo de soja reduz significativamente a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos e aumenta o coeficiente de metabolização de extrato etéreo, porém, reduz a unidade Haugh dos ovos, contudo tal redução da qualidade enquadra-se nos valores de excelência de tal avaliação.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, M. T.; FASSANI, E. J.; SILVEIRA, M. M. B. M.; VIVEIROS, M. P. complexo enzimático à base de xilanase, β -glucanase e fitase em rações para poedeiras comerciais leves em pico de produção. *boletim de indústria animal*, v. 75, n. 1, p. 17-24, 2018.
- ALI, M. A.; HMAR, L.; DEVI, L. I.; PRAVA M.; LALLIANCHHUNGA, M. C.; TOLENKHOMBA, T. C. Effect of age on the haematological and biochemical profile of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **International Multidisciplinary Research Journal**, v. 2, n. 8, p. 32-35, 2012.
- ALSAFTLI, Z. A.; AL-SAAD, M. A.; SUBUH, A. M. Effect of using extruded full-fat soybean on performance and carcass characteristics in female turkeys. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 5, p. 198-207, 2015.
- ARI, M. M.; AYANWALE, B. A.; ADAMA, T. Z. Evaluation of different processing methods of soya beans (*Glycine max*) on its nutritive value and the performance of broilers: A qualitative selection approach for extension. **International Journal of Livestock Production**, v. 8, n. 7, p. 113-124, 2017.
- ARRUDA, A. B.; BORGES, A. P. C.; OLIVEIRA, J. C. Deformidades ósseas causadas pela carência de cálcio em aves de corte. **Revista Científica**, v. 2, n. 1, p. 58-70, 2015.
- BARBOSA, A. A.; MULLER, E. S.; MORAES, G. H. K.; UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; FERREIRA, R. M. Perfil da aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase e biometria do fígado de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 308-312, 2010.
- BARBOSA, T. S.; MORI, C. K.; POLONIO, L. B.; PONSANO, E. H. G.; CIARLINI, P. C. Perfil bioquímico sérico de galinhas poedeiras na região de Araçatuba-SP. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1583-1588, 2011.
- BARRETO, S. L. T.; MOURA, W. C. O.; REIS, R. S.; HOSODA, L. R.; MAIA, G. V. C.; PENA, G. M. Soja integral processada em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1978-1983, 2010.
- BROOKS, S. P. J. & LAMPI, B. L. The effect of changing dietary fat and carbohydrate on the enzymes of amino acid metabolism. **Nutritional Biochemistry**, v. 6, p. 414-421, 1995.
- CARVALHO, L. S. S. & FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Medicina Veterinária**, v. 7, n. 1, p. 35-44, 2013.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2005. SINDIRAÇÕES (Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal). São Paulo, 2005. 204p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia (UFPA)**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- DOURADO, L. R. B.; MACHADO, L. P.; ARAUJO, A. S.; FERNANDES, M. L.; SANTOS, E. T.; SILVA, D. R. S. E.; BIAGIOTTI, D.; BASTOS, H. P. A. Desempenho e saúde de frangos de corte não são prejudicados em função do teor de metanol da glicerina incluída em dietas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, p. 537-543, 2017.

GALOBART, J.; SALA, R.; RINCON-CARRUYO, X.; MANZANILLA, E. G.; VILA, B.; GASA, J. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n. 2, p. 328-334, 2004.

GARCIA, A. F. Q. M.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C.; MASSUDA, E. M.; POTENÇA, A.; ROJAS, I. C. O. Milheto na alimentação de poedeiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 73-75, 2011.

GENCHEV, A. Quality and composition of japanese quail eggs (*coturnix japonica*). **Trakia Journal of Sciences**, v. 10, n. 2, p. 91-101, 2012.

GUIMARÃES, M. C. C.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; TOTA, L. C. A.; SILVA, C. M.; LOPES, K. B. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 2, p.231-237, 2014.

KRALJEVIC, P.; SIMPRAGA, M.; MILJANIC, S.; VILIC, M. Changes in serum enzyme activity as an indicator of injuries in irradiated chickens. **Periodicum Biologorum**, v. 110, n. 1, p. 69-72, 2008.

LEITE, P. R. S. C.; MENDES, F. R.; PEREIRA, M. L. R.; LACERDA, M. J. R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, v. 08, n. 15, p. 1138-1157, 2012.

LEITE, S. C. B.; ALVES, E. H. A.; SOUSA, A. M.; GOULART, C. C.; SANTOS, J. P. M.; SILVA, J. D. B. Ácidos orgânicos e óleos essenciais sobre o desempenho, biometria de órgãos digestivos e reprodutivos de frangas de reposição. **Acta Veterinária Brasílica**, v. 10, n. 3, p. 201 -207, 2016.

MACIEL, M. P.; MOURA, V. H. S.; AIURA, F. S.; AROUCA, C. L. C.; SOUZA, L. F. M.; SILVA, D. B.; SAID, J. L. S. Níveis de proteína em rações com milho ou sorgo para codornas japonesas. **Archivos de Zootecnia**, v. 68, n. 261, p. 110-118, 2019.

MANO, S. Qualidade dos ovos e seus derivados. **Avicultura Industrial**, v. 98, n. 6, p. 48-52, 2007.

MATTERSON, L. S.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v. 7, p. 11, 1965.

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.

MINAFRA, C. S.; MORAES, G. H. K.; RODRIGUES, A. C. P.; SILVA, F. A.; STRINGHINI, J. H.; REZENDE, C. S. M. E. Perfil bioquímico e nutricional do ácido glutâmico e da vitamina K no soro e no fígado de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1973-1977, 2008.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; MORAES, G. H. K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.12, p. 2691-2696, 2010.

MOURA, A. M. A.; SOARES, R. T. R. N.; FONSECA, J.B.; VIEIRA, R. A. M.; NERY, V.L. H. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*). **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 17, n. 3, p. 67-75, 2009.

MURAKAMI, A. E.; SOUZA, L. M. G.; SAKAMOTO, M. I.; FERNANDES, J. I. M. Using processed feeds for laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 10, n. 4, p. 205-208, 2008.

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

NUNES, R. V.; BROCH, J.; POLESE, C.; EYNG, C.; POZZA, C. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 143-151, 2015.

NOY, Y. & SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. **Poultry Science**, v. 81, n. 3, p. 391-399, 2002.

OLIVEIRA, A.C.G.; MENDONÇA, M.O.; MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T. Indicadores de qualidade de ovos de galinha in natura. **Boletim de extensão**. Viçosa: Universidade Federal de Lavras, 2017.

POLYCARPO, G. V.; CRUZ, V. C.; ALEXANDRE, N. C.; FASCINA, V. B.; SOUZA, I. M. G. P.; CRAVO, J. C. M.; ALBUQUERQUE, R., SARTORI, J. R.; PEZZATO, A. C. Effect of lipid sources and inclusion levels in diets for broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 519-528, 2014.

PROSZKOWIEC-WEGLARZ, M. & ANGEL, R. Calcium and phosphorus metabolism in broilers: effect of homeostatic mechanism on calcium and phosphorus digestibility. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 3, p. 609-627, 2013.

PUTRA, S. H. J.; SARASWATI, T. R.; ISDADIYANTO, S. Profile triglycerides japanese quail (*coturnix coturnix japonica*) after giving turmeric (*curcuma longa*) poder. **International Journal of Science and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 65-68, 2015

RABIE, M. H. & EL- MAATY, H. M. A. A. Growth performance of japanese quail as affected by dietary protein level and enzyme supplementation. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, n. 2, p. 74-85, 2015.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; ABREU, M. L. T.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4a. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 488p.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; XAVIER, E. G.; ROLL, V. F. B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 307-317, 2007.

SAKAMOTO, M. I.; MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, A. M.; OSPINA-ROJAS, I. C.; NUNES, K. C.; HIRATA, A. K.; Performance and serum biochemical profile of Japanese quail supplemented with silymarin and contaminated with aflatoxin B1. **Poultry Science**, v. 97, p. 159–166, 2018.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R.; BASAGLIA, R.; MALHEIROS, E. B.; JUNQUEIRA, O. M. Sojas integrais tostadas pelo vapor e extrusada em rações de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.4, p. 754-765, 1998.

SALVANTE, K. G.; LIN, G.; WALZEM, R. L.; WILLIAMS, T. D. Characterization of very-low density lipoprotein particle diameter dynamics in relation to egg production in a passerine bird. **The journal of experimental biology**, v. 210, p. 1064-1074, 2007.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J. L. L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009a.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R.N.B. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais submetidas a dietas com diferentes óleos vegetais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 654-667. 2009b.

SANTOS, F R.; SANTANA, R. O.; CARVALHO, E. A.; COSTA, N. A.; MINAFRA, C. S.; OLIVEIRA, P. R. Desempenho e perfil sérico bioquímico de frangos de corte alimentados com rações contendo produtos homeopáticos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 394-405, 2014.

ŠAŠYTĖ, V.; GRUŽAUSKAS, R.; RACEVIČIŪTĖ-STUPELIENĖ, A.; KLIŠEVIČIŪTĖ, V.; DAUKŠIENĖ, A.; ALIJOŠIUS, S. The application of extruded full-fat rapeseed in isa brown laying hens' diets. **Veterinarija Ir Zootechnika**, v. 73, n. 95, p. 88-94, 2016.

ŠAŠYTĖ, V.; RACEVIČIŪTĖ STUPELIENĖ, A.; VILIENĖ, V.; DAUKŠIENĖ, A.; GRUŽAUSKAS, R.; ALIJOŠIUS, S. The Effect of extruded full-fat rapeseed on productivity and eggs quality of isa brown laying hens. **Dubai UAE**, v. 19, n. 1, p. 2954-2961, 2017.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 3, p. 9-20, 2007.

SCOTTÁ, B. A.; BONAPARTE, T. P.; VARGAS JUNIOR, J. G.; PETRUCCI, F. B.; VIEIRA, D. V. G.; MARIN, J. F. V.; PASTORE, S. M.; SOARES, R. T. R. N. Sodium and potassium at different levels of crude protein for laying quails. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 35, p. 76-83, 2017.

SEEDOR, J. G.; QUARTUCCIO, H. A.; THOMPSON, D. D. The bisphosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 6, n. 4, p. 339-346, 1991.

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

SOUZA, C. S.; BARRETO, S. L. T.; VIEITES, F. M.; CALDERANO, A. A.; MORAES, G. H. K.; OLIVEIRA, M. G. A. Cálcio e fósforo na nutrição de codornas japonesas em postura. **Science and Animal Health**, v. 5, n. 3, p. 260-281, 2017.

TOLIK, D.; POŁAWSKA, E.; CHARUTA, A.; NOWACZEWSKI, S.; COOPER, R. Characteristics of egg parts, chemical composition and nutritive value of japanese quail eggs – a review. **Folia Biologica (Kraków)**, v. 62, n. 4, p. 287-292, 2014.

TORRES, R. N. S. & DREHER, A. Fontes de lipídeos na dieta de poedeiras: produção e qualidade dos ovos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 1, p. 3952-3963, 2015.

VARGAS JÚNIOR, J. G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; CARVALHO, D. C. O.; CUPERTINO, E. S.; TOLEDO, R. S.; PINTO, R. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1263-1273, 2004.

ZITA, L.; LEDVINKA, Z.; TUMOVA, E.; KLESALOVA, L. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2079-2084, 2012.