

# Casca de soja na alimentação de codornas

## Soybean hulls in the quail diet

Cristiane Regina do Amaral Duarte<sup>1</sup>; Alice Eiko Murakami<sup>2\*</sup>;  
Karoline Stuewe de Mello<sup>3</sup>; Karla Paola Picoli<sup>4</sup>;  
Ana Flávia Quiles Marques Garcia<sup>4</sup>; Mariana Fátima Zanon Ferreira<sup>5</sup>

### Resumo

A casca de soja é um subproduto da indústria do processamento da soja; Embora apresente alto teor de fibra, existem evidências que as codornas possuem maior capacidade de digerir fibras comparada às galinhas. Assim, objetivou-se avaliar a digestibilidade e os efeitos de diferentes níveis de inclusão da casca de soja no desempenho, qualidade de ovos, peso dos órgãos do trato gastrointestinal e níveis séricos de colesterol e triglicerídeos de codornas. Para tanto, dois experimentos foram conduzidos. No experimento 1, foi realizado ensaio de digestibilidade, utilizando-se 120 machos de codornas de 30 dias de idade, distribuídos em dois tratamentos: dieta referência e teste (substituição parcial de 20% da dieta referência) com 10 repetições e seis aves por unidade experimental. No experimento 2, 280 codornas japonesas com 150 dias de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de inclusão de casca de soja: 0; 5; 10; 15 e 20%, sete repetições e oito aves por unidade experimental. A energia metabolizável (EMA) e metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e os respectivos coeficientes de metabolizabilidade foram 1.844,47 e 1.783,81 kcal/kg, de matéria seca, 49,53 e 46,64%, respectivamente. A inclusão de casca de soja não afetou o desempenho, qualidade dos ovos, e níveis séricos de colesterol e triglicerídeos. Dentre os órgãos do trato gastrointestinal, a inclusão de casca de soja afetou somente o pâncreas. Estes resultados sugerem que a casca de soja pode ser incluída nas dietas de codornas em até 20%.

**Palavras-chave:** Alimento, desempenho, digestibilidade, parâmetros séricos, qualidade de ovos, subproduto

### Abstract

Soybean hulls are a byproduct resulting from the soybean processing industry; However it has high fiber content, there are some evidences that quails can digest more fibrous ingredients compared to hens. Thus, this study aimed to evaluate the digestibility and the effects of different levels of soybean hulls on performance, egg quality, gastrointestinal organs weight and serum cholesterol and triglycerides levels of quails. For this, two experiments were conducted. On the first experiment, a digestibility assay was conducted, using 120 male quails at 30 days of age randomly assigned in two treatments: reference diet and test diet (partial replacement of reference with 20% of soybean hulls) with 10 replications and six birds per experimental unit. On the second experiment, two hundred eighty female quails at 150 days of age were randomly assigned in five levels of soybean hulls inclusion: 0; 5; 10; 15 e 20%, seven replications and eight birds per experimental unit. The apparent metabolizable energy

<sup>1</sup> Pós-doutoranda da Deptº de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, UEM/DZO, Maringá, PR. E-mail: crisduarte@hotmail.com

<sup>2</sup> Profª Drª do Deptº de Zootecnia, UEM/DZO, Maringá, PR. E-mail: aemurakami@uem.br

<sup>3</sup> Discente de Graduação em Zootecnia, UEM/DZO, Maringá, PR. E-mail: karolstuewe@gmail.com

<sup>4</sup> Discentes de Doutorado em Zootecnia, UEM/DZO, Maringá, PR. E-mail: kppicoli@hotmail.com; flaviaquiles@gmail.com

<sup>5</sup> Discente de Mestrado em Zootecnia, UEM/DZO, Maringá, PR. E-mail: mariana\_z3@hotmail.com

\*Autor para correspondência

(AME) and nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn) and respective metabolizability coefficients were determined to be 1,844.47 and 1,783.81 kcal/kg of dry matter basis, 49.53 and 46.64%, respectively. The soybean hulls inclusion did not affect the performance, egg quality, serum cholesterol and triglycerides. Among the gastrointestinal organs, the inclusion of soybean hulls affected only the pancreas. These results suggest that quail can be included in the quail diets until the level of 20%.

**Key words:** Byproduct, digestibility, egg quality, feed, performance, serum parameters

## Introdução

A criação de codornas tem aumentado nos últimos anos devido à elevada produção de ovos e facilidades de manejo quando comparada às galinhas. Com relação ao ano de 2011, houve um aumento de 12% na produção de ovos no ano de 2012, totalizando 260 mil dúzias produzidas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013a). As vantagens desta criação estão na utilização de pequenas áreas, curto intervalo para produção de ovos, maturidade sexual precoce, crescimento acelerado e alta taxa de postura.

O principal fator do crescimento da coturnicultura refere-se ao aumento da demanda de ovos pelas indústrias de ovos processados. Atualmente, há um grande interesse na nutrição destas aves, considerando que os custos com alimentação representam cerca de 70 a 80% do custo total da produção. Deste modo, para diminuir estes custos, há uma busca por alimentos alternativos que possam ser utilizados nas rações sem prejuízos no desempenho e na qualidade dos ovos produzidos.

A casca de soja é um subproduto do beneficiamento do grão de soja, com grandes perspectivas de uso pela sua disponibilidade e valor nutricional (GARLEB et al., 1988). A produção nacional de soja no ano de 2012 foi de 65 milhões de toneladas de grãos (IBGE, 2013b). Deste montante, cinco milhões de toneladas de casca de soja foram produzidos em 2012, visto que este subproduto corresponde a aproximadamente 8% do peso do grão de soja (KLOPFENSTEIN; OWEN, 1987).

Este subproduto possui baixa quantidade de amido e elevada quantidade de nutrientes totais

digestíveis e fibras de alta digestibilidade (DIERICK et al., 1989). Segundo Rostagno et al. (2011), a casca da soja possui 13,9% de proteína bruta (PB), 32,7% de fibra bruta (FB), 44,9% de fibra em detergente ácido (FDA) e 57,4% de fibra em detergente neutro (FDN). Devido ao alto teor de fibra bruta, sua utilização na alimentação de monogástricos ainda é limitada (PINHEIRO et al., 2002). No entanto, segundo Dierick et al. (1989), a casca de soja possui alta taxa de fermentação e, conseqüentemente maior digestibilidade das fibras em comparação a outros alimentos fibrosos.

Alguns autores têm mostrado que a inclusão da casca da soja não compromete o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais (ESONU; IZUKANNE; INYANG, 2005; ESONU et al., 2010; NUNES et al., 2011). A inclusão de 30% de casca de soja na dieta melhorou a produção diária de ovos e reduziu os custos de produção, sem alteração na qualidade dos ovos (ESONU; IZUKANNE; INYANG, 2005). Além disso, a inclusão de 7% de casca de soja melhorou a qualidade da casca, aumentando a gravidade específica e espessura da casca (NUNES et al., 2011).

Assim, apesar do alto teor de fibra, acredita-se que a casca de soja possa ser utilizada na alimentação de codornas, visto que estes animais possuem maior tamanho relativo do ceco comparado ao das galinhas (ANDÚJAR; NAVARRO; VARELA, 1977), o que acarreta em maior capacidade de digestão de alimentos fibrosos e maior energia metabolizável para estes alimentos. Além disso, algumas características morfológicas do ceco das codornas, como superfície da mucosa mais desenvolvida, demonstram grande capacidade de absorção por

este órgão (STRONG; REIMER; BRAUN, 1990). De fato, codornas alimentadas com alto teor de fibra apresentaram maior porcentagem de celulose digerida (INMAN, 1973), o que pode ser explicado também pelo aumento da taxa de proliferação celular e no tamanho do intestino ocorrido após ingestão de dietas fibrosas (SAVORY; GENTLE, 1976).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade da casca de soja, o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos, biometria dos órgãos e níveis séricos de colesterol e triglicerídeos de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja nas rações.

## Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá utilizando-se casca de soja na alimentação de codornas. De acordo com a composição química, o ingrediente utilizado apresentou 14,77% de PB, 64,98% de FDN, 53,82% de FDA e 3.824 kcal/kg de energia bruta (EB), segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002).

### *Experimento 1. Ensaio de digestibilidade*

Foram utilizadas 120 codornas de corte machos com 30 dias de idade, alojadas em baterias de arame galvanizado. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos: ração referência e ração teste (referência + casca de soja), com dez repetições contendo seis codornas cada uma. A casca de soja foi moída e utilizada em substituição parcial de 20% (matéria natural) na ração referência (RR, Tabela 1), formulada à base de milho moído e farelo de soja (45%), utilizando as exigências de lisina e energia determinadas por Ton et al. (2011), e as de cálcio e fósforo determinadas por Silva et al. (2009).

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada da ração referência para ensaio de digestibilidade.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Ração referência</b>
Milho grão	53,560
Farelo de soja 45%	38,870
Óleo de soja	3,000
Calcário	0,280
Fosfato bicálcico	1,610
Sal comum	0,400
L-Lisina 78%	0,930
DL-Metionina 98%	0,809
L-Treonina	0,193
Suplemento mineral vitamínico <sup>1</sup>	0,350
BHT <sup>2</sup>	0,010
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores calculados</b>	
EM (kcal/kg)	3,036
PB (%)	23,50
Cálcio (%)	0,610
Fósforo disp. (%)	0,410
Met+Cis dig. (%)	1,520
Lisina dig. (%)	1,730
Triptofano dig. (%)	0,950
Treonina dig. (%)	0,930
Sódio (%)	0,180

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000UI; Vit. D3 – 1.250.000UI; Vit. E – 4.000mg; Vit. B1 – 278mg; Vit. B2 – 2.000mg; Vit. B6 – 525mg; Vit. B12 – 5.000mcg; Vit. K3 – 1.007mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000mg; Niacina – 10.000mg; Colina – 140.000mg; Antioxidante – 5.000mg; Zinco – 31.500mg; Ferro – 24.500mg; Manganês – 38.750mg; Cobre – 7.656mg; Cobalto – 100mg; Iodo – 484mg; Selênio – 127mg

<sup>2</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O período experimental foi de dez dias, sendo cinco dias de adaptação às condições experimentais e cinco dias de coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963). As aves receberam ração e água à vontade durante todo o período experimental.

As excretas coletadas diariamente foram pesadas e armazenadas em freezer -20°C até o final do período total de coletas. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e pesadas, sendo uma amostra de cada repetição pré-seca em estufa de ventilação forçada por 72h a 55°C. Em seguida,

a amostra seca foi moída em moinho tipo faca para realização das análises de matéria seca (MS), energia bruta (EB) e nitrogênio. Com base nestes resultados, os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN) foram estimados utilizando-se a equação de Matterson, Potter e Stutz et al. (1965). Com base nos valores de energia bruta e de EMA e EMAN dos alimentos, os coeficientes de metabolizabilidade foram calculados.

*Experimento 2. Desempenho, biometria dos órgãos do trato gastrointestinal e níveis séricos de colesterol e triglicerídeos*

Foram utilizadas 280 codornas japonesas com 150 dias de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0; 5; 10; 15 e 20% de inclusão de casca de soja), sete repetições e oito aves por unidade experimental. As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas à base de milho, farelo de soja e casca de soja, considerando-se as exigências propostas por Murakami e Ariki (1998). A composição da casca de soja utilizada neste estudo foi considerada na formulação das rações experimentais, sendo 14,77% de proteína bruta e 32,85% de fibra bruta.

O experimento teve duração de 56 dias, divididos em quatro ciclos de 14 dias cada. A produção de ovos foi anotada diariamente para determinação da porcentagem de postura. No 14º dia de cada ciclo, as sobras de ração foram pesadas para avaliação do consumo de ração (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz.). Nos últimos três dias de cada ciclo, a qualidade do ovo foi avaliada através dos seguintes parâmetros: peso médio, unidade Haugh (KILPATRICK; BRANT; SHRADER, 1960), gravidade específica, porcentagem de casca e espessura de casca.

Ao final do último ciclo, foi coletado sangue por punção da veia jugular de duas aves por repetição. Este foi centrifugado e o soro armazenado para análise de teores de colesterol e triglicerídeos, utilizando-se kits comerciais (Gold-Analisa, Belo Horizonte, MG). Após a retirada do sangue, os animais foram sacrificados por atordoamento seguido de sangria para análise de biometria dos órgãos, segundo as normas do comitê de ética. O proventrículo, moela, intestino delgado e grosso, pâncreas e fígado foram coletados e pesados em balança analítica. O pH do ceco e moela foi avaliado utilizando-se pHmetro digital.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, e as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1997).

**Tabela 2.** Composição percentual e calculada das rações experimentais de codornas de postura.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>0</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
Milho grão	58,76	53,01	47,25	41,50	36,56
Farelo de soja 45%	32,93	32,36	31,80	31,23	30,50
Casca de soja	0	5,00	10,00	15,00	20,00
Óleo de soja	0,08	1,38	2,67	3,98	5,00
Calcário	5,93	5,86	5,80	5,72	5,27
Fosfato bicálcico	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44
Sal comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
L-Lisina 78%	0,112	0,147	0,181	0,215	0,253
DL-Metionina 98%	0,194	0,220	0,246	0,272	0,297
Suplemento mineral vitamínico <sup>1</sup>	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
BHT <sup>2</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Valores calculados</b>					
Proteína Bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
EM (Kcal/kg)	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
Cálcio (%)	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
Fósforo disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Fibra Bruta (%)	2,798	4,268	5,738	7,207	8,683
Lisina dig.(%)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Met+Cis dig. (%)	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150

<sup>1</sup>Suplemento mineral vitamínico/mineral (níveis de garantia por kg do produto): Vit. A – 2.500.000UI; Vit. D3 – 750.000UI; Vit. E – 5.000UI; Vit. B1 – 650mg; Vit. B2 – 1.500mg; Vit. B6 – 1.250mg; Vit. B12 – 5.000mg; Vit. K3 – 750mg; Pantotenato de Cálcio – 3.000mg; Niacina – 6.000mg; Ácido fólico – 250mg; Biotina – 50mg; Colina – 4.360mg; Zinco – 12,5g; Manganês – 15g; Cobre – 3.000mg; Iodo – 250mg; Cobalto – 50mg; Selênio – 62,5mg; Veículo q.s.p. 1.000g.

<sup>2</sup>BHT (Butil Hidróxi-Tolueno).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

## Resultados e Discussão

### *Experimento 1. Ensaio de digestibilidade*

Os valores de energia bruta, energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio da casca de soja obtidos neste estudo foram de 3.824,68; 1.844,47 kcal/kg e 1.783,81 kcal/kg de matéria seca, respectivamente. Os coeficientes de metabolizabilidade foram 49,53 e 46,64% para energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio, respectivamente. Para frangos, Nery et al. (2007) encontraram valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio de 814 e 741 kcal/kg, respectivamente.

Embora alguns autores sugiram que a inclusão de fibras na dieta possa melhorar a

digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos (MATEOS; LÁZARO; GRACIA, 2002; GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2007), a casca do grão de soja apresenta baixa digestibilidade em frangos, com digestão incompleta no trato gastrointestinal. Assim, as diferenças encontradas nos valores de energia metabolizável entre frangos e codornas sugerem que esta aproveita melhor alimentos fibrosos, como a casca de soja. Alguns estudos mostraram que as codornas apresentam maior peso relativo do trato gastrointestinal e, portanto, apresentam maior tempo para passagem dos alimentos (ANDÚJAR; NAVARRO; VARELA, 1977), o que contribui para maiores valores de energia metabolizável dos alimentos fibrosos. Além disso, estes animais apresentam maior porcentagem de celulose digerida de acordo com o aumento

no conteúdo de fibra da dieta (INMAN, 1973; SAVORY; GENTLE, 1976). Isto provavelmente deve-se ao aumento da taxa de proliferação celular e no tamanho do intestino, superfície da mucosa, espessura da camada muscular do intestino e vascularização da mucosa que ocorre em codornas após ingestão de dietas com alto teor de fibras (SAVORY, 1992; STARCK; RAHMAAN, 2003).

*Experimento 2. Desempenho, biometria dos órgãos do trato gastrointestinal e níveis séricos de colesterol e triglicerídeos*

*Desempenho*

A inclusão de 15 e 20% de casca de soja aumentou o consumo de ração comparado ao grupo controle ( $p < 0,05$ ), no entanto, a porcentagem de postura, conversão alimentar (kg/kg e kg/dz) não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 3). O aumento do consumo de ração pelos animais alimentados com 30% de inclusão de casca de soja foi mostrado por Esonu et al. (2010). Esta resposta é esperada visto que a casca de soja possui alto teor de fibras e, que é considerado um fator diluidor de outros nutrientes.

**Tabela 3.** Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja (média  $\pm$  erro padrão).

Inclusão de Casca de Soja (%)	Consumo de Ração (g/ave)	% de postura	Conversão alimentar (kg/kg)	Conversão alimentar (kg/dz)
0	24,70 $\pm$ 1,31	67,96 $\pm$ 5,44	3,62 $\pm$ 0,10	0,470 $\pm$ 0,020
5	24,87 $\pm$ 1,01	67,48 $\pm$ 4,35	3,65 $\pm$ 0,14	0,477 $\pm$ 0,046
10	23,28 $\pm$ 0,80	61,71 $\pm$ 4,20	3,48 $\pm$ 0,18	0,463 $\pm$ 0,070
15	25,61 $\pm$ 0,72*	69,39 $\pm$ 4,68	3,59 $\pm$ 0,20	0,467 $\pm$ 0,056
20	26,43 $\pm$ 0,94*	69,95 $\pm$ 3,06	3,92 $\pm$ 0,34	0,490 $\pm$ 0,100
CV(%)	2,59	11,49	8,06	8,60
Regressão	ns	ns	ns	ns

\*Teste Dunnett ( $p < 0,05$ ).

ns = não significativo ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Elaboração dos autores.

Estudo similar com poedeiras comerciais mostrou que a inclusão de 5% de casca de soja não afetou o desempenho produtivo e qualidade dos ovos (ROBERTS et al., 2007). No entanto, Esonu, Izukanne e Inyang (2005) utilizando níveis maiores de inclusão, até 30% de casca de soja, mostraram aumento na porcentagem de postura, tamanho dos ovos e redução do custo por dúzia de ovos de poedeiras. Alguns autores têm mostrado que a inclusão de fibras na dieta de monogástricos aumenta a ocorrência de movimentos peristálticos e produção de enzimas endógenas, resultando em digestão mais eficiente de nutrientes (TAYLOR; JONES, 2004; ESONU; IZUKANNE; INYANG, 2005; MATEOS et al., 2012) e, consequente

manutenção ou melhora do desempenho produtivo. A utilização de outros alimentos fibrosos, como a alfafa, na alimentação de codornas japonesas não prejudica os parâmetros de desempenho produtivo (GÜÇLÜ et al., 2004).

*Qualidade dos ovos*

A inclusão de casca de soja não afetou ( $p > 0,05$ ) os parâmetros de qualidade dos ovos (peso dos ovos, espessura da casca, unidade Haugh e gravidade específica) (Tabela 4). Alterações na qualidade externa dos ovos são esperadas com dietas ricas em fibra, visto que estas interferem na absorção e disponibilidade do cálcio. No entanto, há

controvérsias sobre esses efeitos. A ingestão de fibra aumenta a absorção de cálcio em ratos (HARA et al., 1996; ROBERFROID; CUMPS; DEVOGELAER, 2002), provavelmente devido ao aumento da solubilidade do cálcio no colón, incremento da permeabilidade do cálcio no enterócito e aumento da concentração de calbindina, proteína transportadora de cálcio, no intestino (ROBERFROID; CUMPS; DEVOGELAER, 2002). Em frangos, dietas ricas

em fibras não afetam a absorção e o conteúdo de cálcio nos ossos e no sangue (VAN DER AAR et al., 1983). Essas diferenças entre aves e mamíferos na absorção de minerais em resposta a dietas com alto teor de fibras podem ser devidas ao menor tamanho relativo e menor área absorptiva do trato gastrointestinal das aves, o que poderia diminuir a absorção de cálcio e outros minerais (VAN DER AAR et al., 1983).

**Tabela 4.** Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja (média  $\pm$  erro padrão).

Inclusão de Casca de Soja (%)	Peso do ovo (g)	% de Casca	Espessura de casca (mm)	Unidade Haugh	Gravidade específica (g/ml)
0	10,74 $\pm$ 0,21	7,27 $\pm$ 0,13	0,20 $\pm$ 0,52	93,28 $\pm$ 0,47	1,07 $\pm$ 0,96
5	10,98 $\pm$ 0,25	7,14 $\pm$ 0,15	0,19 $\pm$ 0,60	93,03 $\pm$ 0,55	1,06 $\pm$ 0,11
10	11,48 $\pm$ 0,31	7,11 $\pm$ 0,19	0,20 $\pm$ 0,73	92,35 $\pm$ 0,67	1,07 $\pm$ 0,13
15	10,66 $\pm$ 0,21	7,15 $\pm$ 0,13	0,18 $\pm$ 0,52	93,83 $\pm$ 0,47	1,07 $\pm$ 0,96
20	11,06 $\pm$ 0,31	7,09 $\pm$ 0,19	0,19 $\pm$ 0,73	92,79 $\pm$ 0,67	1,06 $\pm$ 0,13
CV(%)	4,03	3,79	5,31	1,03	0,18
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Elaboração dos autores.

No entanto, a inclusão de fibras na dieta não prejudica a qualidade dos ovos de poedeiras e codornas. A inclusão de até 30% de casca de soja não afetou a qualidade dos ovos, com exceção da unidade Haugh, que foi diminuída com a inclusão de 10% (ESONU; IZUKANNE; INYANG, 2005). No entanto, Nunes et al. (2011) mostraram que a inclusão de 8% de casca de soja na alimentação de poedeiras melhora a qualidade da casca, visto que aumenta a gravidade específica e espessura da casca. Além disso, a inclusão de alimentos fibrosos, como a alfafa, nas dietas de codornas japonesas em até 9% de inclusão melhorou a qualidade da casca dos ovos (GÜÇLÜ et al., 2004).

#### *Peso dos órgãos*

Embora vários autores tenham mostrado que a ingestão de fibras afeta o peso relativo da moela e do intestino delgado em frangos e codornas (SAVORY; GENTLE, 1976; SAVORY, 1992; STARCK; RAHMAAN, 2003; GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2007), neste estudo, observou-se que apenas o pâncreas foi influenciado pelos níveis de fibra da dieta, com resposta quadrática de acordo com o aumento dos níveis de inclusão ( $p > 0,05$ ). Porém não houve diferença entre os níveis de inclusão quando comparados com o grupo controle ( $p > 0,05$ ). O menor valor de peso relativo deste órgão foi calculado com a inclusão de 13,50 % de casca de soja (Tabela 5).

**Tabela 5.** Peso relativo (g/100 g de peso vivo) dos órgãos do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja (média ± erro padrão).

Inclusão de Casca de Soja (%)	Proventrículo	Pâncreas	Fígado	Int. Delgado
0	0,50±0,11	0,38±0,05	2,65±0,50	3,98±0,43
5	0,48±0,04	0,38±0,01	3,15±0,51	4,21±0,66
10	0,46±0,06	0,33±0,02	2,78±0,31	4,43±0,93
15	0,48±0,02	0,32±0,02	2,98±0,32	4,22±0,34
20	0,51±0,07	0,36±0,01	2,89±0,19	4,37±0,99
CV(%)	10,59	11,47	11,97	17,94
Regressão	ns	Quadrática <sup>1</sup>	ns	ns

<sup>1</sup>Y = 0,0008x<sup>2</sup> - 0,0216x + 0,47 ; R<sup>2</sup> = 0,96, ponto de mínimo: 13,5; p<0,05

ns = não significativo (p>0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

O peso dos demais órgãos do trato gastrointestinal, bem como pH dos conteúdos da moela e do ceco não foram influenciados (p>0,05) pelos diferentes níveis de inclusão de casca de soja (Tabelas 5 e 6). Considerando que a casca de soja é composta principalmente por fibras insolúveis, era esperada uma diminuição do pH da moela. Embora a atuação das fibras insolúveis no trato gastrointestinal das aves ocorra principalmente na diminuição do tempo de trânsito do bolo alimentar no intestino e, conseqüentemente no aumento do volume fecal

e diminuição da fermentação no intestino grosso (BURKHALTER et al., 2001), González-Alvarado et al. (2007) mostraram que a inclusão de 3% de casca de soja na dieta de frangos de corte promoveu maior conteúdo fresco de digesta na moela e diminuição do pH deste. Esta resposta pode ser explicada pela dificuldade em triturar as partículas da casca, o que acarretaria na retenção da digesta na moela e, conseqüente aumento na secreção de ácido clorídrico pelo proventrículo e diminuição do pH do conteúdo da moela.

**Tabela 6.** Peso relativo (g/100 g de peso vivo) da moela e do intestino grosso e pH do conteúdo destes órgãos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja (média ± erro padrão).

Inclusão de Casca de Soja (%)	Moela	pH Moela	Int. grosso	pH Ceco
0	2,44±0,30	2,81±0,37	1,38±0,27	6,64±0,12
5	2,43±0,17	2,54±0,27	1,28±0,23	5,81±1,55
10	2,45±0,23	2,55±0,42	1,39±0,15	6,35±0,41
15	2,75±0,49	2,99±0,17	1,56±0,26	6,56±0,44
20	2,56±0,20	2,75±0,36	1,42±0,27	6,69±0,31
CV(%)	11,76	11,71	16,54	13,30
Regressão	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo (p>0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

Além disso, poderia ocorrer o aumento no comprimento do ceco e diminuição do pH, devido à maior disponibilidade de substrato para fermentação

bacteriana. No processo de fermentação bacteriana da casca de soja no ceco são formados ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente, acetato,

propionato e butirato (DUNKLEY et al., 2007). A formação destes acarreta em diminuição do pH do ceco e, conseqüente criação de um ambiente inadequado para o crescimento de bactérias patogênicas, como a Salmonella. Além disso, os AGCC aumentam o valor do nutriente na dieta, visto que são absorvidos e utilizados prontamente pelas aves como fonte energética para os músculos e atividades metabólicas, como desenvolvimento das células do intestino (ROEDIGER, 1982; CHOCT et al., 1996).

#### Níveis séricos de colesterol e triglicerídeos

A inclusão da casca de soja na ração não alterou ( $p>0,05$ ) os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos (Tabela 7). Embora fosse esperada uma diminuição nestes parâmetros devido ao alto teor de

fibra da casca de soja, é importante considerar que esta é composta principalmente de fibras insolúveis. De acordo com Burkhalter et al. (2001), as fibras insolúveis não afetam o colesterol sérico como as fibras solúveis, porque não possuem a capacidade de se ligar aos ácidos biliares ou colesterol durante a formação das micelas no intestino. Assim, não previnem a sua reabsorção na circulação, causando diminuição da excreção dos ácidos biliares nas fezes. No entanto, alguns autores utilizando alimentos com alto teor de fibra insolúvel encontraram diminuição nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos (GÜÇLÜ et al., 2004; CHAU; CHEN; WANG, 2004; SARIKHAN et al., 2009). A inclusão de 9% de alfafa, composta de fibras insolúveis, nas dietas de codornas japonesas diminuiu os níveis séricos de triglicerídeos e colesterol, e conseqüentemente, os teores de colesterol no ovo (GÜÇLÜ et al., 2004).

**Tabela 7.** Níveis séricos de colesterol e triglicerídeos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de casca de soja (média  $\pm$  erro padrão).

Inclusão de Casca de Soja (%)	Colesterol (mg/dL)	Triglicerídeos (mg/dL)
0	141,0 $\pm$ 12,2	602,8 $\pm$ 153,2
5	219,1 $\pm$ 36,5	562,0 $\pm$ 50,4
10	144,0 $\pm$ 6,9	607,0 $\pm$ 99,9
15	189,0 $\pm$ 17,4	535,0 $\pm$ 163,1
20	165,0 $\pm$ 16,3	596,0 $\pm$ 154,2
CV(%)	34,56	130,80
Regressão	ns	ns

ns = não significativo ( $p>0,05$ )

Fonte: Elaboração dos autores.

#### Conclusão

A casca de soja pode ser incluída na ração de codornas de postura até o nível de 20% sem prejudicar o desempenho produtivo, a qualidade interna e externa dos ovos e os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos.

#### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Todos os procedimentos de criação e abate dos animais foram realizados de acordo com o Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá.

#### Referências

ANDÚJAR, M. M.; NAVARRO, M. P.; VARELA, G. The effect of Ca/P relation on utilization of both nutrients in laying quails. *Revista Española de Fisiología*, La Rioja, v. 33, n. 4, p. 305-309, 1977.

- BURKHALTER, T. M.; MERCHEN, N. R.; BAUER, L. L.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; BRENT JUNIOR, J. L.; FAHEY JUNIOR, G. C. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 131, n. 7, p. 1978-1985, 2001.
- CHAU, C. F.; CHEN, C. H.; WANG, Y. T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. *Nutrition Research*, New York, v. 24, n. 5, p. 337-345, 2004.
- CHOCT, M.; HUGHES, R. J.; WANG, J.; BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J.; ANNISON, G. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. *British Journal of Poultry Science*, London, v. 37, n. 3, p. 609-621, 1996.
- DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Animal Feed Science and Technology*, Maryland Heights, v. 23, n. 1, p. 141-167, 1989.
- DUNKLEY, K. D.; DUNKLEY, C. S.; NJONGMETA, N. L.; CALLAWAY, T. R.; HUME, M. E.; KUBENA, L. F.; NISBET, D. J.; RICKE, S. C. Comparison of in vitro fermentation and molecular microbial profiles of high-fiber feed substrates incubated with chicken cecal inocula. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, n. 5, p. 801-810, 2007.
- ESONU, B. O.; IHESHIULOR, O. O. M.; CHUKWUKA, O. K.; OMEDE, A. A.; OGBUEWU, I. P. Performance characteristics and haematology of laying birds fed Safzyme supplemented soybean hull diet. *Report and Opinion*, New York, v. 2, n. 8, p. 16-21, 2010.
- ESONU, B. O.; IZUKANNE, R. O.; INYANG, A. O. Evaluation of cellulolytic enzyme supplementation on production indices and nutrient utilization of laying hens fed soybean hull based diets. *International Journal of Poultry Science*, Faisalabad, v. 4, n. 4, p. 213-216, 2005.
- GARLEB, K. A.; FAHEY JUNIOR, G. C.; LEWIS, S. M.; KERLEY, M. S.; MONTGOMERY, L. Chemical composition and digestibility of fiber fractions of certain by-products feedstuffs fed to ruminants. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 66, n. 10, p. 2650-2662, 1988.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M. E.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive tract of broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, n. 8, p. 1705-1715, 2007.
- GÜÇLÜ, B. K.; IŞCAN, K. M.; UYANIK, F.; EREN, M.; AĞCA, A. C. Effect of alfalfa meal in diets of laying quails on performance, egg quality and some serum parameters. *Archives of Animal Nutrition*, London, v. 58, n. 3, p. 255-263, 2004.
- HARA, H.; NAGATA, M.; OHTA, A.; KASAI, T. Increases in calcium absorption with ingestion of soluble dietary fibre, guar-gum hydrolysate, depend on the caecum in partially nephrectomized and normal rats. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 76, n. 5, p. 773-784, 1996.
- INMAN, D. L. Cellulose digestion in ruffed grouse, chukar partridge, and bobwhite quail. *Journal of Wildlife Management*, Flagstaff, v. 37, n. 1, p. 114-121, 1973.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Banco de dados agregados. 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=74&z=p&o=36>>. Acesso em: 07 abr. 2013a.
- \_\_\_\_\_. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201302\\_5.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201302_5.shtm)>. Acesso em: 07 abr. 2013b.
- KILPATRICK, L.; BRANT, A. W.; SHRADER, H. L. *Equipment and methods for measuring egg quality*. Washington: US Agricultural Marketing Service, Poultry Division, n. 246, 1960. 2 5p.
- KLOPFENSTEIN, T.; OWEN, F. Soybean hulls - an energy supplement for ruminants. *Animal Health & Nutrition*, Mount Morris, v. 43, n. 4, p. 28-32, 1987.
- MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. P.; LÁZARO, R. P. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v. 21, n. 1, p. 156-174, 2012.
- MATEOS, G. G.; LÁZARO, R.; GRACIA, M. I. The feasibility of using nutritional modifications to replace drugs in poultry feeds. *Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v. 11, n. 4, p. 437-452, 2002.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Agricultural Experiment Station*, Connecticut, v. 7, p. 3-11, 1965.
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. *Produção de codornas japonesas*. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 1998. 79 p.

- NERY, L. R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; CAMPOS, A. M. A.; SILVA, C. R. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.
- NUNES, J. K.; ROCHA, T. S.; KREUZ, B. S.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F.; MAIER, J. C. Poedeiras alimentadas com casca de soja e complexo enzimático: qualidade externa de ovos. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL, 13., 2011, Pelotas. *Anais...* Pelotas: UFPEL, 2011. CD-ROM.
- PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SILVA, C. A.; CABRERA, L.; BRUNELI, F. A. T.; TAKAHASHI, S. E. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1418-1425, 2002.
- ROBERFROID, M. B.; CUMPS, J.; DEVOGELAER, J. P. Dietary chicory inulin increases whole-body bone mineral density in growing male rats. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 132, n. 12, p. 3599-3602, 2002.
- ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, n. 8, p. 1716-1725, 2007.
- ROEDIGER, W. E. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. *Gastroenterology*, Baltimore, v. 83, n. 2, p. 424-429, 1982.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252 p.
- SARIKHAN, M.; SHAHRYAR, H. A.; NAZER-ADL, K.; GHOLIZADEH, B.; BEHESHT, B. Effects of insoluble fiber on serum biochemical characteristics in broiler. *International Journal of Agriculture and Biology*, Faisalabad, v. 11, n. 1, p. 73-76, 2009.
- SAVORY, C. J. Gastrointestinal morphology and absorption of monosaccharides in fowls conditioned to different types and levels of dietary fibre. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 67, n. 1, p. 77-89, 1992.
- SAVORY, C. J.; GENTLE, M. J. Effects of dietary dilution with fibre on the food intake and gut dimensions of Japanese quails. *British Poultry Science*, London, v. 17, n. 6, p. 561-570, 1976.
- SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science*, Champaign, v. 42, n. 2, p. 313-325, 1963.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SILVA, R. M.; FURLAN, A. C.; TON, A. P. S.; MARTINS, E. M.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A. E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1509-1524, 2009.
- STARCK, J. M.; RAHMAAN, G. H. Phenotypic flexibility of structure and function of the digestive system of Japanese quail. *Journal of Experimental Biology*, Cambridge, v. 206, n. 11, p. 1887-1897, 2003.
- STRONG, T. R.; REIMER, P. R.; BRAUN, E. J. Morphometry of the galliform cecum: A comparison between Gambel's quail and the domestic fowl. *Cell and Tissue Research*, Berlim, v. 259, n. 3, p. 511-518, 1990.
- TAYLOR, R. D.; JONES, G. P. D. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. II. Gastrointestinal and digesta characteristics. *British Poultry Science*, London, v. 45, n. 2, p. 237-246, 2004.
- TON, A. P. S.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; TOLEDO, J. B.; SCHERER, C.; CONTI, A. C. M. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 593-601, 2011.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão: 7.1. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- VAN DER AAR, P. J.; FAHEY JUNIOR, G. C.; RICKE, S. C.; ALLEN, S. E.; BERGER, L. L. Effects of dietary fiber on mineral status of chicks. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 113, n. 3, p. 653-661, 1983.

