UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DE DIETAS FIBROSAS COM REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA PARA POEDEIRAS COMERCIAIS, VISANDO A DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL.

Maria Fernanda Ferreira Menegucci Praes
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DE DIETAS FIBROSAS COM REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA PARA POEDEIRAS COMERCIAIS, VISANDO A DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL.

Maria Fernanda Ferreira Menegucci Praes

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Co-Orientador: Profa. Dra. Silvana Martinez Baraldi Artoni

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Produção animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro – 2010

Praes, Maria Fernanda Ferreira Menegucci
P897e Efeito de dietas fibrosas com redução de proteína bruta para poedeiras comerciais, visando a diminuição do impacto ambiental./ Maria Fernanda Ferreira Menegucci Praes.– – Jaboticabal, 2010
viii, 67 f. ; 28 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Otto Mack Junqueira
Co-orientadora: Silvana Martinaz Baraldi Artoni
Banca examinadora:Jorge de Lucas Junior e Lúcio Francelino Araújo

Bibliografia

1. poedeiras - qualidade dos ovos. 2. poedeiras – excreção de nitrogênio . 3. poedeiras – saúde intestinal I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.084

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Maria Fernanda Ferreira Menegucci Praes - filha de Sueli Menegucci Praes, assistente social, e Luiz Carlos Praes, comerciante. Nasceu em Ribeirão Preto/SP, no dia 25 de fevereiro de 1981. Em maio de 2002 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa se transferindo em 2004 para a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP de Jaboticabal/SP, completando em dezembro de 2007. Sob orientação do professor Dr Otto Mack Junqueira, foi bolsista de iniciação cientifica pela Fapesp na graduação, na qual posteriormente iniciou o Mestrado em março de 2008 no programa de Zootecnia da mesma instituição, com bolsa CNPq. No Brasil defendeu seu mestrado dia 26 de fevereiro de 2010.

“"É melhor tentar e falhar do que se preocupar e ver a vida passar,
É melhor tentar ainda que em vão,do que se sentar fazendo nada até o fim;
Prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder;
prefiro ser feliz embora louca,que em conformidade viver!!”

DEDICATÓRIA

Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer!
Assim é minha Mãe Sueli, que amo tanto, e não desiste nunca.
Obrigada por ser minha Mãe e por ter me dado um família maravilhosa.
Ao meu Pai Luiz por cuidar de mim e ser essa pessoa excepcional.
A minha **Avó Elza**, por ser a minha segunda mãe e por estar sempre ao meu lado.

Ao professor Otto Mack Junqueira,
Por acreditar no meu potencial e ter concedido a oportunidade na minha formação profissional. Por ter proporcionado momentos maravilhosos ao seu lado e ao lado da sua equipe, e também por ter me tratado como um pai.

Obrigado Otto, devo muito ao senhor principalmente na parte moral e profissional.

OFERECIMENTO

Aos meus Irmãos!!!
Por serem a razão da minha vida e motivo de luta e felicidade.
A Maria Claudia, por sempre me incentivar e estar sempre ao meu lado.
A Maria Gabriela, por ser minha companheira e melhor amiga.
Ao Guilherme, por me proteger e ser o homem da casa
Ao meu cunhado Lima, por ser como um irmão e por ter me dado um sobrinho maravilhoso.
A minha amiga Pepeta, pelos momentos de felicidades e por ser minha fiel companheira. Adooooroooo...

A DEUS

Somente por ter me dado a vida e por ter me protegido de tanto mal.
O senhor me livrou do laço do passarinho e da peste perniciosa.
Não permitiu que eu fosse atingida.
Simplesmente me deu a vida novamente.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP de Jaboticabal por ter possibilitado a conclusão de mais uma etapa da minha carreira profissional.

A CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

A FAPESP pelo auxilio pesquisa concedido.

A FCAV-UNESP e ao programa de pós-graduação em Zootecnia.

A co-orientadora, Dr. Silvana Martinez Baraldi Artonio.

A banca examinadora, Jorge de Lucas Junior e Lúcio Francelino Araújo.

Aos grandes amigos do aviário, Adriana, Patrícia, Carla, Maira, Barbara, Reginaldo, Juan, Murphy, Mata-pau, Larga, Pintado, Ramiro, Sueyde, Livia, Anemia, Bago, Passivo, Mel, Sagula, Pachola, Karina, pelos momentos de trabalho e descontração que passamos juntos.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Vicente, Sr. João (*in memorian*, Izildo e Robson, pela amizade e pela grande ajuda nos experimentos.

Aos grandes amigos Ludmila, Giorgia, Selvagem, Juliana, João Paulo, Otávio, Kethey, Ranza, Pistoleira, Ingrid, Novilha.

A republica Coyotes que sempre me acolheu quando precisei.

A rep. Axa vascas e agregados, pessoas especiais que hoje fazem parte da minha caminhada (pela praia, almoços de domingo, churrascos de lingüiça e capa de filé).

Ao Nei André pela amizade que ainda possuímos e pelo profissionalismo compartilhado, e pelos puxões de orelha.

A todos orientados de iniciação cientifica e estagiários que passaram pelo aviário.

A amiga Iris, pelas ajudas na estatística.

A todos os amigos da UNESP, pela consideração e amizade.

A todos os amigos que conheci da cidade em especial Xandão, Tavinho, Pereba, Piriquito, Paulinho, João, Negão, Gustavo, Tiko, Dindo,Tiago Morais, Mateus pelos momentos apoio e consideração e grande amizade.

Ao pessoal do LANA e da fabrica de ração, pela amizade e contribuição.

A todos os amigos da pós-graduação: Jefferson, Leilane, Sandra, Rafael, Dunga, Vandinha, Marcos, Vanessa, Edinei, Anchieta.

Ao Homero, que apesar de tudo, viveu ao meu lado durante quase todo o percurso do mestrado, compartilhando minhas alegrias e tristezas, por algum tempo foi meu amigo e companheiro.

Aos tios e tias: Braz, Elzinha, Tico, Diva, Sota e Luizinho.

Aos meus primos Nina, Dani, Beta, Ro, Mateus, João, Pipo, Nando, Julho e Chiquinho.

Aos funcionários, Wilson, Helio, Sr. Orlando e Sandra.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia em especial ao Fieno e Adriana pela ajuda e amizade.

A Iara minha companehira durante o mestrado

As funcionarias da pós-graduação, pela paciência e compreensão com meus documentos. Também aos Funcionários da FUNEP.

Aos funcionários do mercadão que eu adoro muito.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente com esse trabalho e na minha formação.

Minhas sinceras desculpas aos nomes que não mencionei, mas tenham a certeza que fazem parte dessa historia!

Obrigada.....

SUMÁRIO

RESUMO.....xiv
SUMMARY.....xvi
INDICE DE TABELAS.....ix
LISTA DE ABREVIAÇÕES.....xii

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....1
1- INTRODUÇÃO.....1
2- REVISÃO DE LITERATURA.....2
2.1. Fibras.....2
2.2. Efeito da fibra em animais não-ruminantes.....4
2.3. Desenvolvimento intestinal.....6
2.4. Efeito dos diferentes níveis de proteína.....8
2.5. Excreçoes de nitrogênio sobre o impacto ambiental.....10
3- OBJETIVOS GERAIS.....13
4- REFERENCIAS.....13

CAPITULO 2 –EFEITO DE DIETAS FIBROSAS COM REDUÇÃO DE PROTEINA BRUTA PARA POEDEIRAS COMERCIAIS, VISANDO A DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL.....20
RESUMO.....20
SUMMARY.....22
1. INTRODUCAO 23
2. MATERIAL E METODOS 24
2.1. Local, período do experimento, aves, instalações e manejo.....24
2.2. Delineamento experimental.....24
2.3. Rações experimentais.....25
2.4. Características avaliadas.....27
2.4.1 Desempenho.....27

2.4.2 Qualidade dos ovos.....28
2.4.3 Ensaio de metabolismo.....29
2.4.4 Morfometria intestinal.....30
2.4.5 Avaliação econômica.....31
2.5 Analise estatistica.....31
3. RESULTADOS E DISCUSSAO.....32
3.1 Desempenho.....32
3.2 Qualidade dos ovos 37
3.3 Biodisponibilidade de nitrogênio.....42
3.4 Desenvolvimento da mucosa intestinal.....46
3.5 Viabilidade econômica.....55
4. CONCLUSOES.....56
5. REFERENCIAS.....57

INDICE DAS TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais.....26

Tabela 2 - Analise calculada dos níveis nutricionais das rações experimentais.....26

Tabela 3 - Analise bromatologica dos ingredientes fibrosos.....27

Tabela 4 – Custo (R$/kg) dos ingredientes das rações experimentais.....31

Tabela 5- Esquema da análise de variância.....32

Tabela 6- Valores de F e coeficientes de variação para consumo de ração (CR), percentagem de postura (PP), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por quilograma de ovos (CA/kg) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ) de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....34

Tabela 7- Médias de consumo de ração (CR), percentagem de postura (PP), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por quilograma de ovos(CA/kg) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....35

Tabela 8- Valores de F e coeficientes de variação Unidade Haugh (UH), percentagem de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e índice de pigmentação de gema (IPG), de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....39

Tabela 9- Médias de Unidade Haugh (UH), percentagem de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e índice de pigmentação de gema (IPG), de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....40

Tabela 10- Valores de F e coeficientes de variação para ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção de nitrogênio, em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....43

Tabela 11- Médias de ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção de nitrogênio, em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....45

Tabela 12- Valores de F e coeficientes de variação para altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura das vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção duodenal do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta..48

Tabela 13. Médias de altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura das vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção do duodeno do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....49

Tabela 14- Valores de F e coeficientes de variação para altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção do jejuno do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta..50

Tabela 15- Médias da altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV PC) da porção do jejuno do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....52

Tabela 16- Valores de F e coeficientes de variação para altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção do íleo do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta..53

Tabela 17- Médias da altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV**/** PC) da

porção do íleo do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.....54

Tabela 18-Parâmetros de custo de rações formuladas com diferentes fontes de fibra (casca de soja, casca de arroz e casca de algodão) com diferentes níveis de proteína bruta (12% e 16%).....56

LISTA DE ABREVIAÇÕES

AV - Altura das Vilosidades

CA - Conversao Alimentar

CR - Consumo de Racao

CV - Coeficiente Variacao

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

EA - Eficiencia Alimentar

EC - Espessura de casca

FDN – Fibra em detergente neutro

FOS – frutoligossacarideos

GE - Gravidade específica

GP - Ganho de Peso

IgA- Imunoglobulinas

IPG - Índice de pigmentação de gema

K- Potassio

Lis dig - Lisina Digestivel

Met + Cis dig - Metionina + Cistina

Met dig - Metionina Digestivel

MN - Materia Natural

MO – Massa dos ovos

MOS - Mananoligossacarideos

MS - Materia Seca

N - Nitrogenio

Na – Sodio

NH_3 – Amônia

NH_4 – íon amônio

P - Fosforo

PB - Proteina Bruta

PC - percentagem de casca

PC - Profundidade das Criptas

PM - Peso Medio

PNAs - Polissacarideos nao-amilaceos

PO – Peso dos ovos

PP – Percentagem de Postura

TGI- Trato gastrointestinal

UH - Unidade Haugh

VC - Viabilidade Criatoria

EFEITO DE DIETAS FIBROSAS COM REDUÇÃO DE PROTEINA BRUTA PARA POEDEIRAS COMERCIAIS, VISANDO A DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

RESUMO - O objetivo foi o de avaliar diferentes fontes de fibras com diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho, qualidade dos ovos, biodisponibilidade do nitrogênio, morfometria intestinal e viabilidade econômica. Foram utilizadas 392 poedeiras comerciais com 48 semanas de idade, de linhagem Isa Brown, em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, mais um testemunha, resultando em sete tratamentos, com sete repetições de oito aves em cada unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos por três ingredientes fibrosos (casca de algodão, casca de soja e casca de arroz) com dois níveis de proteína bruta (12% e 16%). As dietas contendo baixo nível de proteína bruta foram suplementadas com aminoácidos sintéticos. Os resultados obtidos mostraram que a casca de algodão proporcionou a pior conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos quando associada ao maior nível de proteína bruta (16%), no entanto observa-se que o nível de 16% de proteína bruta proporcionou maiores valores para as características de consumo de ração, percentagem de postura, peso dos ovos, massa de ovos e melhorou a conversão alimentar por quilo de ovos produzidos, em contrapartida obteve baixa pigmentação da gema quando associada à casca de soja e menores valores para gravidade especifica quando associado com a casca de arroz. Ao nível de 16% de proteína bruta a casca de arroz proporcionou melhor conversão alimentar. A dieta testemunha apresentou maiores valores para massa de ovos, melhor conversão alimentar por quilo e por dúzia de ovos produzidos. As aves alimentadas com dietas formuladas com reduzido nível de proteína bruta (12%) ingeriram menor quantidade de nitrogênio e conseqüentemente excretaram menores valores de nitrogênio, retendo maior quantidade do mesmo. Observou-se que a casca de soja apresentou melhor desenvolvimento das vilosidades e profundidade das criptas. O nível de 16 % de proteína bruta proporcionou aumento na altura das vilosidades e profundidade das criptas de todos os segmentos analisados (duodeno, jejuno e íleo). No duodeno, a dieta testemunha proporcionou maior desenvolvimento das alturas das vilosidades e

profundidade das criptas em relação às dietas contendo fibra. No jejuno, foi observado um maior desenvolvimento da profundidade das criptas nas aves alimentadas com dietas fibrosas. No íleo as dietas fibrosas além de proporcionar um maior desenvolvimento da profundidade das criptas, foi observado um aumento na altura das vilosidades quando comparada com a dieta testemunha. As aves alimentadas com dietas com redução de proteína bruta apresentaram uma diminuição da excreção de nitrogênio. No entanto, causaram efeitos negativos sobre a produção e houve aumento do custo de produção, não se tornando viável economicamente.

Palavras-chave: desempenho, impacto ambiental, qualidade dos ovos, saúde intestinal.

EFFECTS OF DIETARY FIBER AND REDUCED CRUDE PROTEIN IN LAYING HENS COMMERCIAL AT REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT

SUMMARY- This worked was carried out to evaluate different sources of fibers by different levels of crude protein on performance, egg quality, nitrogen biovailability, intestinal morphology and viability in laying hens. Total 392 birds with 48 weeks of age from a commercial semi-heavy laying hens (Isa Brown), in a completely randomized design in a factorial arangement 3 x 2 +1 (three ingredients fibers x two levels of crude protein + control diet), in total of seven treatments by seven replicates with eight birds in each experimental unit. The treatments consisted of three dietary fibers (cottonseed hulls, soybean hulls and rice hulls) with two levels of crude protein (12.0% and 16.0%). The results of cottonseed hulls associated with 16% of CP shown the worst feed conversion per dozen eggs produced, however the 16% of CP had higher values for feed intake, laying percentage, egg weight, egg mass and improved feed per pound of eggs, however obtained lower yolk color by soybean hulls and lower values for specific gravity by rice hulls. At the level of 16% CP in rice hulls provided better feed conversion. The control diet had higher values for egg mass, feed conversion per kg and per dozen eggs produced. The birds fed 12% of CP reduce the nitrogen excreted. In the intestinal morphology was observed in soybean hulls diets had a better development of villous and crypt depth, also the level of 16% of CP increased the villus height and crypt depth of all segments analyzed (duodenum, jejunum and ileum). In the duodenum, the control diet provided greater development of villus height and crypt depth compared to diets containing fiber. However, the jejunum was observed to further develop the depth of crypts in birds fed fibrous diets. In the Ileum, the dietary diets promoted the development of crypt depth and increase in villus height when compared by control diet. Birds fed diets with reduced CP decrease nitrogen excretion, but it has deleterious effects on the production of laying hens and increases costs, and will not be economically viable.

Key-words: environmental impact, intestinal health, performance, quality of eggs

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a preocupação crescente em melhorar os índices zootécnicos, associados aos índices econômicos, são pilares na avicultura. A produção avícola vem sendo guiada por diversos fatores mercadológicos mundiais, dos quais os nutricionistas não podem deixar de inteirar-se, pois já são realidades. Diante disso, técnicos ligados à área animal têm dedicado esforços no sentido de maximizar a produção animal.

Rações formuladas para aves, com diferentes finalidades, são primordialmente constituídas de grãos. Isto representa uma preocupante competição com a alimentação humana. A possibilidade de se utilizar grãos contendo elevados teores de fibra em detergente neutro (FDN), como uma alternativa na alimentação animal vem sendo pesquisada e pode amenizar esta situação, particularmente naquelas regiões onde é problemática a produção de grãos.

O hábito de ingestão de dietas com alto teor em fibras tem sido universalmente difundido nos últimos anos devido aos seus efeitos benéficos sobre o aparelho digestório, onde regulariza o trânsito intestinal, reduz a consistência do bolo fecal, melhora a fermentação do conteúdo intestinal e o trofismo da mucosa do cólon (COPPINI et al.,2001).

A quantidade de nitrogênio nas excretas dos animais vem se tornando um problema nas regiões de intensa produção avícola e suinícola, pois as excretas com alto teor de nitrogênio quando lançadas ao ambiente podem provocar a poluição do solo e dos mananciais.

Portanto, estudos com dietas fibrosas com base no conceito de proteína ideal em aves merecem ênfase, aumentando a taxa de absorção dos nutrientes e conseqüentemente diminuindo a excreção de nitrogênio, sem afetar o desempenho animal.

No Brasil há vários subprodutos que podem ser utilizados como fonte de fibra, como a casca de soja, a casca de arroz e a casca de algodão, que podem ser utilizados na alimentação de poedeiras tornando a dieta mais econômica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Fibra

A fibra dietética é definida nutricionalmente como a fração do alimento lentamente digestível e fração indigestível no trato digestório, representando uma mistura de polissacarídeos estruturais (celulose, hemicelulose e pectina) e não-estruturais (gomas e mucilagens) (SCHULZE et al., 1994), além da lignina (um polímero do álcool fenilpropano) (FUKUSHIMA & HATFIELD, 2001) que em elevadas concentrações é responsável pela redução da digestibilidade dos componentes da parede celular vegetal (FUKUSHIMA & HATFIELD, 2004).

HETLAND et al. (2004), classificaram a fibra como um polissacarídeo não amiláceos (PNA's) e a lignina, e CHOCT (2001), classifica os PNA' s em três grandes grupos: a celulose (insolúvel em água, álcool ou ácidos diluídos), os polissacarídeos não celulósicos (arabinoxilanas, ligações mistas de beta glucanas, mananas, galactanas, xiloglucanas e fructanas, que são parcialmente solúveis em águas) e os polissacarídeos pectíneos (ácidos poligalacturônicos, os quais podem ser substituídos por arabinanas, galactanas, e arabinogalactanas, que são parcialmente solúveis em água).

Os PNA's podem ser classificados como solúveis e insolúveis, e independentemente dessa denominação, mantém dentro das células vegetais compostos, que são parcialmente degradados e aproveitados no ceco (LIU & BAIDOO, 2006), ricos em energia, como carboidratos solúveis, lipídeos e proteínas (BEDFORD, 2000).

A diferença entre elas é que as fibras solúveis e insolúveis atuam através de diferentes mecanismos no sistema gastrointestinal, sendo que as fibras insolúveis são apenas parcialmente fermentadas no intestino grosso e sua atuação é mais restrita ao

aspecto físico, diminuindo o tempo de trânsito do bolo alimentar no intestino, aumentando a massa fecal e a capacidade de ligar-se a determinados nutrientes e a outros compostos presentes no intestino. São deste grupo a celulose, a lignina e as hemiceluloses, que são encontradas em frutas, hortaliças e farelos de cereais. As fibras solúveis em água formam sistemas viscosos e tendem a retardar o esvaziamento gástrico e a absorção de nutrientes. Fazem parte desse grupo as pectinas, gomas e certas hemiceluloses, presentes nos grãos de leguminosas, frutas e aveias (PACHECO & SGARBIERI, 2001).

Os PNA's têm suas unidades formadoras unidas por ligações tipo beta, que os tornam indigestíveis para monogástricos. Apesar de algumas frações terem ação anti-nutritiva, é possível observar propriedades benéficas para os monogástricos como o desenvolvimento do trato gastrointestinal (LONGLAND et al., 1994), associado a melhoria no estado de saúde dos animais (AUMAITRE, 1969), possivelmente devido aos produtos finais da fermentação (JOSEFIAK et al., 2004).

A celulose, a hemicelulose e a pectina são degradadas a ácidos graxos de cadeia curta através do processo de fermentação no intestino (GOMES et al., 1994). A fibra dietética é substrato para fermentação microbiana no intestino. Além disso, a fibra pode acelerar a passagem da digesta e reduzir a atividade bacteriana (SMITS & ANNISON, 1996).

A hidrólise enzimática microbiana da celulose está relacionada aos componentes específicos da parede celular, como a sílica e cutina, além dos fatores intrínsecos da própria fração celulose, como por exemplo, a cristalinidade, e certas ligações químicas (ROMAN & HRUSKA, 1987). A lignina tem efeito inibitório sobre a digestibilidade dos constituintes da parede celular (FUKUSHIMA & DEHORITY, 2000).

Outros fatores que influenciam é a concentração da fibra na dieta e o nível alimentar oferecidos ao animal (DIERICK et al., 1989), o estado fisiológico em que o animal se encontra, a sua idade e seu peso corporal (BELL & KEITH, 1989), além da taxa de passagem da digesta pelo intestino (KASS et al., 1980).

Pesquisas foram realizadas com o objetivo de determinar o papel da fibra na nutrição de não ruminantes (SCHULZE et al., 1994). A maior parte dos resultados

demonstrou que a fração fibra dietética é responsável, pela redução da digestibilidade dos nutrientes das rações. As dietas fibrosas podem promover alterações na taxa de absorção dos nutrientes, especialmente da proteína, aminoácidos e minerais, e/ou ainda na excreção de nitrogênio endógeno (KING & TAVERNER, 1975).

Segundo EHLE et al. (1982), para os animais não-ruminantes, a utilização da celulose pelos microrganismos intestinais é altamente prejudicada pelo menor tempo de permanência da digesta no intestino grosso. Em conseqüência, geralmente observa-se relação inversa entre a fração de fibra presente na dieta e a digestibilidade da matéria seca (KING & TAVERNER, 1975). DIERICK et al. (1989) observaram que esta relação não foi válida para certas fontes de fibra, tais como alfafa, casca de soja, farelo de trigo e polpa de beterraba, provavelmente devido à elevada fermentabilidade destas fontes fibrosas.

A fração fibra dietética pode ainda afetar a taxa de ingestão alimentar (VAREL et al., 1984). POND et al. (1981) concluíram que o oferecimento de ração contendo 35% de farinha de alfafa, para suínos em crescimento, deprimiu a taxa de ganho de peso e piorou a conversão alimentar; entretanto, promoveu carcaças com menor deposição de gordura subcutânea (espessura de toucinho), condição esta atualmente desejada pelo mercado consumidor.

A fibra pode ser usada em rações para animais não-ruminantes de ceco simples como as aves e suínos. Porém, quando presente em grande quantidade pode limitar a produtividade animal, especialmente quando fornecida indiscriminadamente a categorias de animais não aptos a receber tal componente.

2.2 - Efeito da fibra na alimentação de animais não-ruminantes

A fibra tem efeitos nutricionais e fisiológicos que dependem da quantidade de parede celular adicionada à dieta e da sua composição química e estrutural.

A fermentação causada pelas bactérias no ceco resulta em produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), predominantemente acetato, propionato e butirato. Assim como lactato, succinato, água e vários gases, dependendo do tipo de fibra degradada (CUMMINGS, 1981).

Após a absorção intestinal, os AGCC assumem função específica no organismo, sendo o acetato transportado para o fígado, atuando como fonte de energia para os músculos; o propionato é convertido em glicose no fígado, além de inibir certos enteropatógenos, como as Salmonelas; e o butirato é a maior fonte de energia para as atividades metabólicas, estimulando o crescimento das células epiteliais do intestino delgado e grosso (ROEDIGER, 1982).

Os ácidos graxos de cadeia curta podem inibir o crescimento de muitos patógenos, visto que a maioria prefere ambientes neutros ou ligeiramente alcalinos para o seu desenvolvimento (GIBSON & WANG, 1994), havendo correlação negativa entre o pH e o desenvolvimento de *Escherichia coli e Clostridium perfringens* (ROEDIGER, 1982).

Os AGCC no intestino grosso estimulam a reabsorção de água e sódio, diminuindo o risco de diarréias (ROEDIGER & MOORE, 1981).

Para o bom aproveitamento dos nutrientes das dietas a saúde intestinal é imprescindível. O conhecimento da composição e da quantidade de AGCC produzidos no trato digestório, é de fundamental importância para o entendimento das alterações digestivas e microbiológicas. Consequentemente, os AGCC podem influenciar positivamente nas estruturas, funções e na produção de mucina no intestino.

MONTAGNE et al. (2003), relataram que a inclusão de fibras em dietas para leitões, reduziu a incidência e duração de diarréias infecciosas favorecendo a reidratação dos animais.

O mecanismo de atuação da fibra dietética, não está muito bem elucidado, e várias hipóteses vêm sendo propostas e discutidas. Uma delas é que a fibra não é hidrolisada e nem absorvida na parte superior do trato gastrintestinal, tornado-se assim, substrato para uma ou um número limitado de bactérias benéficas, que irão colonizar o trato, alterando a microbiota.(SCHLEY & FIELD, 2002). Alguns estudos indicaram que alguns tipos de fibras aumentam o numero de linfócitos e leucócitos no sangue e das imunoglobulinas (IgA) no tecido linfóide associado ao intestino (SCHLEY & FIELD 2002).

Com o objetivo de utilizar a fibra nas dietas de animais monogástricos, seja ela de natureza solúvel ou insolúvel, varias pesquisas estão sendo realizadas na tentativa de manipular a microbiota intestinal e reduzir a colonização de patógenos.

Para controlar a proteólise microbiana têm sido utilizados como estratégia os carboidratos fermentáveis, como casca de soja, casca de cevada, entre outros (AWAT et al., 2006).

O excesso de fermentação de proteína no intestino grosso resulta em aumento na concentração de amônia no cólon, predispondo o animal a diarréia (DONG et al., 1996). AWTI et al. (2006), avaliando a adição de carboidratos fermentáveis na dieta de leitões, observaram redução na fermentação de proteína ao longo do trato gastrintestinal, diminuindo a concentração de amônia nas fezes.

Quando adicionada em pequenas quantidades, a fibra insolúvel não interfere significativamente na viscosidade intestinal (SMITS & ANNISON, 1996), mas atua no sentido de regular o consumo ou de melhorar a digestibilidade de alguns nutrientes, ao passar pelo trato digestório sem sofrer alterações químicas (HETLAND et al., 2004).

HEDMANN et al. (2006) avaliaram o efeito da fonte de fibra solúvel e insolúvel (pectina purificada e casca de cevada), e da concentração de fibra nas dietas de suínos, sobre a morfologia intestinal e verificaram que os animais que receberam ração contendo pectina purificada, apresentaram baixo desempenho e menores alturas de vilosidades e profundidade de criptas. Já os animais que receberam alto teor de fibra insolúvel, houve melhoria na morfologia intestinal, com maior altura de vilosidades.

2.3– Desenvolvimento intestinal

Nos últimos anos, o desenvolvimento intestinal das aves vem sendo motivo de estudo. A incidência de quadros entéricos tem aumentado devido às restrições impostas no uso de antibióticos e de proteínas de origem animal em alimentos para aves, e que a fim de reduzir sua incidência sobre a produtividade, se tem sugerido mudanças no manejo e modificações nutricionais.

Com isso, é recomendado estimular o desenvolvimento do trato gastrintestinal (TGI) nos primeiros estágios de vida, melhorar a digestibilidade dos nutrientes da dieta

e modificar as condições físico-químicas do conteúdo intestinal para se conseguir um crescimento equilibrado da flora intestinal.

Tem fundamental importância estudar a influência do processamento das dietas e seus ingredientes, além da inclusão de aditivos naturais sobre a fisiologia digestiva e o desenvolvimento da microflora.

Nas aves e em particular nos frangos de corte, o TGI é o sistema que necessita de maior aporte de nutrientes e utiliza entre 23% e 36% do total de energia e entre 23% e 38% de toda a proteína absorvida pelo organismo. Sendo assim, quando há uma enfermidade no TGI, afeta diretamente a eficácia e as necessidades de proteína e energia da ave, já que qualquer ataque bacteriano ao TGI se acompanha de um processo inflamatório, o que provoca um alto custo de nutrientes. (GODDEERIS, 2002).

O desenvolvimento da mucosa intestinal pode ser mensurado pelo aumento da altura e quantidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em número de suas células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas). Esse processo decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totepotentes (“stem cells”) localizadas na cripta e ao longo dos vilos, e perda de células (extrusão), que ocorre normalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos determina o “turnover” (síntese migração-extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Quando o intestino responde a algum agente com um desequilíbrio no “turnover” ocorre modificação na altura dos vilos. A manutenção da mucosa intestinal, em condições fisiológicas normais, tem custo energético elevado para frangos e poedeiras. Quando ocorrem lesões, além da redução da quantidade de substrato digerido e absorvido, há ainda o custo da restauração desse epitélio. Assim, o rendimento econômico do lote estará seriamente comprometido quando existirem afecções na mucosa do trato gastrintestinal (MAIORKA et al., 2002).

OBLED et al. (2002) mostraram que os desajustes metabólicos que acompanham um ataque bacteriano ao TGI, redirecionam os nutrientes dos processos fisiológicos importantes, para os mecanismos de defesa contra o ataque bacteriano. Os

aminoácidos que limitam a síntese de proteínas chaves para o sistema imune são a treonina, o triptofano e a glutamina.

Desta forma, os aminoácidos em completo equilíbrio com o papel da flora microbiana do TGI reduzem a capacidade defensiva local da mucosa intestinal, a função imunológica e a absorção de nutrientes nas aves.

2.4– Efeito dos diferentes níveis de proteina.

As fontes protéicas e de aminoácidos sintéticos são normalmente consideradas itens de grande importância econômica na fabricação de rações para a alimentação das aves, pois, quando em excesso na dieta, podem onerar consideravelmente os custos de produção.

Além do aspecto econômico, há crescente preocupação da sociedade com os aspectos relativos ao ambiente e à qualidade de vida, surgindo assim desafio a avicultura de postura, que consiste em formular rações com menores quantidades de proteína para diminuir a excreção de nitrogênio no ambiente, mas que não alterem o desempenho zootécnico das aves.

Na exploração de poedeiras, vários aspectos podem alterar a produtividade e a qualidade dos ovos, verificando que a nutrição é um dos principais pontos críticos no crescimento, desenvolvimento e produtividade dessas aves. As exigências das aves são formuladas de acordo com a quantidade de nutrientes requeridas para realizar as funções básicas do organismo e as funções produtivas de forma mais eficiente. Porém, essas exigências não são constantes, variando com a idade, sexo, ambiente, níveis de energia e aminoácidos da ração, entre outros fatores. Por isso, são necessárias avaliações periódicas dos níveis de nutrientes adequados para cada região.

As recomendações do nível protéico das rações de poedeiras baseiam-se principalmente, nas respostas de desempenho, quanto ao consumo de ração, à produção de ovos, à qualidade dos ovos e à conversão alimentar. ROSTAGNO et al. (2005) sugerem, para as condições brasileiras, níveis de 15,9 e 14,5% de proteína bruta para poedeiras, com base no consumo de 100 e 110 g de ração/ave/dia, respectivamente. Da mesma maneira, RHODIMET (1993) recomendou, para poedeiras

leves e semipesadas, os níveis de 14,5 e 14,2% de proteína bruta, considerando consumo de 110 e 120 g de ração/ave/dia, respectivamente. Já o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994) cita, como exigências para poedeiras leves e semipesadas, os níveis de 15,0 e 16,5% de proteína bruta, com base no consumo de 100 e 110 g de ração/ave/dia, respectivamente.

KESHAVARZ (1986) observou, em vários estudos, que o desempenho de aves alimentadas com rações de baixo conteúdo de proteína bruta e suplementadas com aminoácidos foi inferior àquelas aves, cuja ração continha altos níveis protéicos. Do mesmo modo, SUMMERS et al. (1991), alimentando poedeiras com rações contendo 10,0% de proteína bruta, suplementadas com lisina, metionina, arginina e triptofano, obtiveram 11,0% menos massa de ovos, quando comparadas às aves, recebendo rações contendo 17,0% de proteína bruta, indicando que a produção e o peso de ovos respondem de maneira similar, ao elevar o nível protéico da ração. Já os trabalhos realizados por FERNANDEZ et al. (1973) demonstraram que ração contendo 13,0% de proteína bruta e suplementada com lisina e metionina pode ser tão eficiente quanto aquelas contendo 15,0; 17,0; ou 18,0% de proteína bruta, para manter a produção e o tamanho de ovos. Resultados semelhantes foram encontrados por HARMS & RUSSELL (1993), quando determinaram melhor desempenho para as poedeiras consumindo rações com baixo conteúdo protéico (14,89%) suplementadas com aminoácidos essenciais (metionina, lisina, arginina, treonina, triptofano e valina).

A formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis, e com baixa proteína bruta reduz a excreção de nitrogênio. De acordo com de DE LA LLATA et al. (2002), a redução do nível de proteína bruta e a suplementação de aminoácidos sintéticos, mantendo-se a relação aminoacídica de uma dieta (proteína ideal), podem reduzir a emissão de nitrogênio nas excretas sem prejudicar o desempenho dos animais. LEESON & SUMMERS (2001) revelaram em estudos que a redução do nível de proteína bruta da dieta de 17% para 14% reduz a excreção de nitrogênio de 2 g/ave/dia para 1,5 g/ave/dia, o que em um plantel de 1 milhão de poedeiras representa uma redução anual de 200 toneladas de nitrogênio.

Há relatos da influência da dieta alimentar sobre o comprimento do intestino delgado (PLANAS et al., 1992), alteração da atividade enzimática nos enterócitos, em resposta ao aumento na concentração de proteínas (RAUL et al., 1987) e ainda sobre aspectos morfológicos como a altura dos vilos e profundidade das criptas (SAGHER et al., 1991).

A maior eficiência da utilização da proteína e de aminoácidos dietéticos pelas aves pode proporcionar o suprimento adequado às suas exigências nutricionais, podendo regular o tamanho dos ovos e reduzir os efeitos da poluição ambiental pela redução da excreção de nitrogênio, melhorar a mucosa intestinal, além da possibilidade de redução nos custos de produção.

2.5 – Excreções de nitrogênio sobre o impacto ambiental

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes, tanto para as plantas quanto para os microorganismos. Enquanto o seu uso intensivo na agricultura moderna, na forma de fertilizantes, é extremamente necessário, uma série de impactos ambientais potencialmente sérios tem sido mostrados na saúde humana, além de danos ao ecossistema e solos. Relacionado aos danos causados no ecossistema e solos, a excreção de nitrogênio acarreta uma contaminação dos lençóis freáticos, eutrofização das águas superficiais, chuva ácida, diminuição da camada de ozônio e mudança no clima global.

O problema do nitrogênio no solo é sua transformação em nitrato, que facilmente se dilui no solo e dissolve-se na água. Quanto aos problemas com relação a água, o excesso de nitrogênio, de fósforo e de outros elementos favorece o desenvolvimento desordenado de algas. A decomposição destas algas consome o oxigênio dissolvido na água e, o crescimento das algas, juntamente com o consumo do oxigênio dissolvido, processo chamado de eutrofização, que compromete o crescimento de espécies aquáticas, como peixes e crustáceos (PENZ JUNIOR et al., 1999).

O conteúdo analisado das excretas de frangos de corte foi de 4,1% de P; 2,2% de K e 4,6% de N na MS e estas características dependem do sistema de criação das

aves, como tipo de instalação, dieta, aditivos empregados na ração, tipo de cama utilizada e estocagem das excretas (NICHOLSON et al., 1996).

As bactérias quebram o nitrogênio amoniacal (amônia - NH_3 e íon amônio - NH_4 +), gerando altos níveis de gás NH_3, que está associado a elevado estresse respiratório, tanto das aves quanto dos funcionários no aviário. O controle do nível de NH_3 nos galpões é feito principalmente por ventilação (GATES, 2000).

No campo da produção animal, é indiscutível que o progresso da indústria avícola tem sido de relevância significativa. Dos vários fatores que contribuem para tal, a nutrição tem desempenhado um importante papel, na crescente busca de alimentos alternativos ao milho e farelo de soja visando redução nos custos de produção, já que estes dois ingredientes padrões colaboram com participações expressivas no custo das rações, bem como buscando melhorar a eficiência de utilização pelos animais, dos nutrientes contidos nos alimentos, tanto naqueles considerados alternativos (ou não-convencionais) como em rações a base de milho e farelo de soja. Tornando mais eficiente o aproveitamento dos nutrientes do alimento, é possível reduzir a excreção em excesso.

A preocupação atual em relação ao ambiente tem levado todos os setores produtivos a buscar alternativas que possibilitem um menor impacto ambiental. Na produção avícola, uma alternativa encontrada pelos nutricionistas é no sentido de manipular nutricionalmente a dieta, com base nos conhecimentos da digestibilidade dos nutrientes contidos nos alimentos, principalmente em relação ao aproveitamento do nitrogênio, fósforo e outros nutrientes com potencial de poluição ambiental, oriundos das excreções residuais das aves. Tal manipulação pode aperfeiçoar o aproveitamento dos nutrientes da dieta, maximizar o potencial produtivo das aves, viabilizando o custo de produção e, conseqüentemente, reduzindo o impacto ambiental dos resíduos por excreções indesejáveis.

É evidente que a máxima eficiência econômica e a redução do impacto ambiental, atributos dos modernos sistemas de produção, devem ser consideradas. Porém, somente é possível por meio da seleção genética e da melhora no manejo de criação, associadas à nutrição adequada (LOBLEY, 1998).

Além da utilização do conceito de proteína ideal, visando aperfeiçoar desempenho versus custo e minimizar poluição com nitrogênio, grande destaque tem sido dado ao uso de dietas fibrosas nas formulações avícolas, com o intuito de diminuir a excreção de NH_3, diminuindo o impacto ambiental causado por este nutriente (KESHAVARS & AUSTIC, 2004).

A excreção de nitrogênio, parte do qual é volatilizado como o NH_3 e perdido na atmosfera, vem sendo uma preocupação à indústria animal. O NH_3 pode afetar a saúde e a produção das aves domésticas causando a perda dos cílios da traquéia, úlceras de córnea, prejudicando a função dos macrófagos, redução da função pulmonar, produção mais baixa de ovos e baixo ganho de peso (OMLAND, 2002), assim como pode causar a eutrofização da superfície dos estoques de água e odores incômodos (RITZ et al., 2004).

O guia de manejo animal UNITED EGG PRODUCERS (2006) recomenda as concentrações atmosféricas de NH_3 abaixo de 25 ppm em granjas de poedeiras, (ROBERTS et al., 2007).

Dietas com altas concentrações de fibras em dietas com reduzida proteína bruta não tem causado uma depressão na produção de ovos (LUMPKINS et al., 2005). Entretanto a inclusão de ingredientes com alta concentração de fibras em dietas de suínos e/ou poedeiras pode diminuir a digestibilidade dos nutrientes causando assim um aumento na excreção total de nitrogênio (DILGER et al., 2004; HOGBERG & LINDBERG, 2004).

Foi observado que a inclusão de 4,8 % de casca de soja, diminuiu a emissão de NH_3 da excreta em mais de 50% como resultado da redução de pH, porém, a redução da percentagem de proteína não resultou em efeito significativo sob a emissão de NH_3 (ROBERTS et al., 2007). Entretanto, estes mesmos autores verificaram que a utilização 5% de casca de soja na ração não afetou a produção de ovos e a excreção de nitrogênio.

3. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do estudo foi o de verificar o efeito de diferentes fontes de fibra e níveis de proteína bruta em rações de poedeiras comerciais de ovos vermelhos, de 48 a 64 semanas de idade, sobre as características de desempenho, qualidade dos ovos e desenvolvimento intestinal, visando à diminuição do impacto ambiental e redução dos custos de produção.

4. REFERÊNCIAS

AUMAITRE, L A. Valeur alimmentaire du manioc et de defférentes céréales dans lês regimes de sevrage precoce Du porcelet: utilisation digestive de l' aliment ET effet sur La croissance des animaux. **Annimal Zootechnique**, v.18, p. 385-389, 1969.

AWATI, A.; WILLIAMS, B. A.; BOSCH, M, W.; GERRITS, W. J. J.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of inclusion of fermentable carbohydrates in diet on fermentation end-product profile in feces of weanling piglets. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2133-2140, 2006.

BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefit. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p,1-13, 2000.

BELL, J. M. & KEITH, M. O. Factors affecting the digestibility by pigs of energy and protein in wheat, barley and sorghum diets supplemented with canola meal. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v.24, n.3-4, p.253-265, 1989.

CHOCT, M. Carbohydrate and fibre digestion in monogastric animals. **ASA Technical Bulletin.** 2001. Disponível em: < http://www.asasea.com>. Acesso em: 12/12/2003.

COPPINI LZ, WAITZBERG DL, CAMPOS FG, HABR-GAMA A. Fibras alimentares e ácidos graxos de cadeia curta. **In: Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.** 3ª ed**.** São Paulo: Atheneu; 2001. p.79-94.

CUMMINGS, J. H. Short-chain fatty acids in the human colon. Gut, v.22, p.763-779, 1981.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean mealbased diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.9, p.2420-2432, 2002.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v.23, n.1-3, p.141-167, 1989.

DILGER, R. N. et al Digestibility of nitrogen and amino acids in soybean meal with added soyhulls**. J. Anim. Sci**. 82:715–724, 2004.

DONG, G.Z.; ZHOU, A. G.; YANG, F.; CHEIN, K. R.; WANG, K. Y.; DAO, D. M. Effect of dietary protein levels on the bacterial breakdown of protein in the large intestine and diarrhea in early weaned pigs. **Acta Veterinaria et Zootechnia Sinica**, v.27, n.4, p. 293-302, 1996.

EHLE, F. R. et al. The influence of dietary fiber on digestibility, rate of passage and gastrointestinal fermentation in pigs. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.55, n.5, p.1071-1081, 1982.

FERNANDEZ, R., SALMAN, A.J., McGINNIS, J. 1973. Effect of feeding different protein levels and of changing protein level on egg production. ***Poult. Sci***., 52(1):64-69.

FUKUSHIMA, R. S. & DEHORITY, B. A. Feasibility of using lignin isolated from forages by solubilization in acetyl bromide as a standard for lignin analyses. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.78, n.12, p.3135-3143, 2000.

FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Comparison of the acetyl bromide spectrophotometric method with other analytical lignin methods for determining lignin concentration in forage samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Easton, v.52, p.3713-3720, 2004.

FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Extraction and isolation of lignin and its utilization as a standard to determine lignin concentration through a spectrophotometric method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Easton, v.49, n.7, p.3133-3139, 2001.

GATES, R.S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. . In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA. 2000, Concórdia. **Anais.** p.62-74.

GIBSON, G. R.; WANG, X. Regulatory effects of bifidobacteria on the growth of other colonic bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**, v.77, p.412-420, 1994.

GODDEERIS BM, BOERSMA WJA, COX E, VAN DER STEDO, KOENEN ME, VANCAENEGHEM S, MAST J, VAN D "Nutrition and Health of the Gastrointestinal Tract in Poultry" **Wageningen Academic Publishers**, Países Bajos 2002, pp 97 - 134.

GOMES, B. V.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. A. Estudo das características físico-químicas de fenos de palhas. II. Efeito sobre a degradabilidade "in situ" da matéria seca, proteína bruta e fibra detergente neutro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.23, n.2, p.292-304, 1994.

HARMS, RH, RUSSEL, G.B. Optimizing amino acid supplementation of low – protein diet **Poultry Sciense,** v. 72, p. 1892 – 1896, 1993.

HEDEMANN, M.S.; ESKILDSEN, M.; LAERKE, H. N.; PEDERSEN, C.; LINDBERG, J. E.; LAURINEN, P.; BACH KNUDSEN, K. E. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. **Journal of Animal Science**, v. 84, p.1375-1386, 2006.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVHUS, B. Role of insoluble no starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.415-422, 2004.

HÖGBERG, A., LINDBERG, J. E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 116, p.113-128, 2004.

JOSEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S. A. Carbohydrate fermentation in the avian ceco: a review. **Animal Feed Science and Technology,** v.113, p.1-15, 2004.

KASS, M. L. et al. Utilization of dietary fiber from alfafa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.50, n.1, p.175-191, 1980.

KESHAVARS, K; R. E. AUSTIC, R. E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poult. Sci.** 83:75–83., 2004.

KESHAVARZ, K. 1986. The effect of dietary protein levels in pre and post-peak production periods on performance of laying hens. **Nutr. Rep**. *Int.*, 34(3):473-87.

KING, R. H; TAVERNER, M. R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production, Edimburgh**, v.21, p.275-284, Dec. 1975.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4.ed, Ghelph: University Books, 2001. p. 591.

LIU, Y.; BAIDOO, S. K. Exogenous enzymes for pig diets: na overview. In: Enzymes in poultry and swine nutrition. 1997. Disponível em:< http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1-DO_TOPIC.html> Acesso em: 20 jun.2006.

LOBLEY, G.E. Nutritional and hormonal control of muscle and peripheral tissue metabolism in farm species. Livestock Production Science, Amsterdan, v.56, n.2, p.91-114, 1998.

LONGLAND, A. C.; CARRUTHERS, J; LOW, A. G. The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharide. **Animal Production**, v.58, p.405-410, 1994.

LUMPKINS, B. et al. Use of distillers dried grains plus solubles in **laying** hen diets. **J. Appl. Poult**. Res. 14:25–31, 2005.

MAIORKA, A., BOLELI, I. C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 113-123.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals animals. **Animal Feed Science and Technology,** v.108, p.95-117, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrient requirement of poultry.* 9. ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**. p. 155.

NICHOLSON, F. A.; CHAMBERS, B. J.; SMITH, K. A. Nutrient composition of poultry manure in England and Wales. Bioresource Technology, **Elsevier Science,** v. 58, p. 279-284, 1996.

OBLEDd C “Aminoacids: Meat, Milk & More” **Canadian Society Animal Science**, Québec, Canadá 2002, p. 55 - 63.

OMLAND, O. Exposure and respiratory health in farming in temperate zones—a review of the literature. **Ann. Agric. Environ. Med**. v. 9.p.119–136, 2002.

PACHECO, M.T.B.; SGARBIERI., V.C. Fibra e doenças gastrointestinais. *In:* LAJOLO, F.M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: Tecnologia Y Salud**. São Paulo: Editora Varela, 2001. p.469.

PENZ JUNIOR, A M.; MEINERZ, C. E. T.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade e qualidade dos dejetos suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,36. Anais dos Simpósios e Workshops, 1999, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre.

PLANAS, B. et al. Morphofunctional changes in gastrointestinal tract of rats due to cafeteria diet**. Rev. Esp. Fisiol**., Pamplona, v. 48, n. 1, p. 37-43, 1992.

POND, W. G. et al. Dietary alfalfa meal for genetically obese and lean growing pigs, effect on body weight gain and gastrointestinal tract measurement and blood metabolites. **Journal of AnimalScience,** Savoy, v.51, n.2, p.367-373, 1981.

RAUL, F. et al. Short-term effect of a high-protein/lowcarbohydrate diet on aminopeptidase in adult rat jejuno ileum: site of aminopeptidase response. **Biochem. J.,** London, v. 247, n. 2, p. 401-405, 1987.

RHODIMET feed formulation guide. 6. ed. **France: Rhône- Poulenc Animal Nutrition,** 1993.p. 39.

RITZ, C. et al. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. **J. Appl. Poult.** Res. v.13.p.684–692, 2004.

ROBERTS, S. A. et al. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from **laying**-hen manure. **Poult. Sci**. v.86.p.1625–1632, 2007.

ROEDIGER, W. E. W. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon. **Gastroenterology**, v.83, p.424-429, 1982.

ROEDIGER, W. E. W.; MOORE, A. Effect of short chain fatty acids on sodium absorption in isolated human colon perturbed through the vascular bed. **Digestion Disease Science**, v.26, p.100-106, 1981.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.p.189.

SAGHER, F.A. et al. Rat small intestinal morphology and tissue regulatory peptides: effects of high dietary fat. **Br. J. Nutr**., Cambridge, v. 65, n. 1, p. 21-28, 1991.

SCHLEY, P. D.; FIELD, C. J. The immune-enhacing effects of dietary fibres and prebiotics. **British Journal of Nutrition**, v.87, Suppl. 2, p.221-230, 2002.

SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.72, n.9, p.2362-2368, 1994.

SMITS, C. H. M. & ANNISON, G. Non.starch plant polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. **World´s poultry Science Journal,** v.52, p.203-221, 1996.

SUMMERS, J.D., ATKINSON, J.L., SPRATT, D. 1991. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. **Can. J. Anim. Sci**., 71(1):211-220.

United Egg Producers. 2006. United Egg Producers Animal Husbandry Guidelines for U.S. Egg Laying Flocks. United Egg Producers, Alpharetta, Georgia.

VAREL, V. H.; POND, W.G.; YEN, J. T. Influence of dietary fiber on the performance and cellulose activity of growingfinishing swine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.59, n.2, p.388-393, 1984.

CAPITULO 2- EFEITO DE DIETAS FIBROSAS COM REDUÇÃO DE PROTEINA BRUTA PARA POEDEIRAS COMERCIAIS, VISANDO A DIMINUIÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

RESUMO - O objetivo foi o de avaliar diferentes fontes de fibras com diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho, qualidade dos ovos, biodisponibilidade do nitrogênio, morfometria intestinal e viabilidade econômica. Foram utilizadas 392 poedeiras comerciais com 48 semanas de idade, de linhagem Isa Brown, em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, mais um testemunha, resultando em sete tratamentos, com sete repetições de oito aves em cada unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos por três ingredientes fibrosos (casca de algodão, casca de soja e casca de arroz) com dois níveis de proteína bruta (12% e 16%). As dietas contendo baixo nível de proteína bruta foram suplementadas com aminoácidos sintéticos. Os resultados obtidos mostraram que a casca de algodão proporcionou a pior conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos quando associada ao maior nível de proteína bruta (16%), no entanto observa-se que o nível de 16% de proteína bruta proporcionou maiores valores para as características de consumo de ração, percentagem de postura, peso dos ovos, massa de ovos e melhorou a conversão alimentar por quilo de ovos produzidos, em contrapartida obteve baixa pigmentação da gema quando associada à casca de soja e menores valores para gravidade especifica quando associado com a casca de arroz. Ao nível de 16% de proteína bruta a casca de arroz proporcionou melhor conversão alimentar. A dieta testemunha apresentou maiores valores para massa de ovos, melhor conversão alimentar por quilo e por dúzia de ovos produzidos. As aves alimentadas com dietas formuladas com reduzido nível de proteína bruta (12%) ingeriram menor quantidade de nitrogênio e conseqüentemente excretaram menores valores de nitrogênio, retendo maior quantidade do mesmo. Observou-se que a casca de soja apresentou melhor desenvolvimento das vilosidades e profundidade das criptas. O nível de 16 % de proteína bruta proporcionou aumento na altura das vilosidades e profundidade das criptas de todos os segmentos analisados (duodeno, jejuno e íleo). No duodeno, a dieta

testemunha proporcionou maior desenvolvimento das alturas das vilosidades e profundidade das criptas em relação às dietas contendo fibra. No jejuno, foi observado um maior desenvolvimento da profundidade das criptas nas aves alimentadas com dietas fibrosas. No íleo as dietas fibrosas além de proporcionar um maior desenvolvimento da profundidade das criptas, foi observado um aumento na altura das vilosidades quando comparada com a dieta testemunha. As aves alimentadas com dietas com redução de proteína bruta apresentaram uma diminuição da excreção de nitrogênio. No entanto, causaram efeitos negativos sobre a produção e houve aumento do custo de produção, não se tornando viável economicamente.

Palavras-chave: desempenho, impacto ambiental, qualidade dos ovos, saúde intestinal.

EFFECTS OF DIETARY FIBER AND REDUCED CRUDE PROTEIN IN LAYING HENS COMMERCIAL AT REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT

SUMMARY- This worked was carried out to evaluate different sources of fibers by different levels of crude protein on performance, egg quality, nitrogen biovailability, intestinal morphology and viability in laying hens. Total 392 birds with 48 weeks of age from a commercial semi-heavy laying hens (Isa Brown), in a completely randomized design in a factorial arangement 3 x 2 +1 (three ingredients fibers x two levels of crude protein + control diet), in total of seven treatments by seven replicates with eight birds in each experimental unit. The treatments consisted of three dietary fibers (cottonseed hulls, soybean hulls and rice hulls) with two levels of crude protein (12.0% and 16.0%). The results of cottonseed hulls associated with 16% of CP shown the worst feed conversion per dozen eggs produced, however the 16% of CP had higher values for feed intake, laying percentage, egg weight, egg mass and improved feed per pound of eggs, however obtained lower yolk color by soybean hulls and lower values for specific gravity by rice hulls. At the level of 16% CP in rice hulls provided better feed conversion. The control diet had higher values for egg mass, feed conversion per kg and per dozen eggs produced. The birds fed 12% of CP reduce the nitrogen excreted. In the intestinal morphology was observed in soybean hulls diets had a better development of villous and crypt depth, also the level of 16% of CP increased the villus height and crypt depth of all segments analyzed (duodenum, jejunum and ileum). In the duodenum, the control diet provided greater development of villus height and crypt depth compared to diets containing fiber. However, the jejunum was observed to further develop the depth of crypts in birds fed fibrous diets. In the Ileum, the dietary diets promoted the development of crypt depth and increase in villus height when compared by control diet. Birds fed diets with reduced CP decrease nitrogen excretion, but it has deleterious effects on the production of laying hens and increases costs, and will not be economically viable.

Key-words: environmental impact, intestinal health, performance, quality of eggs

1. INTRODUÇÃO

A atividade avícola é considerada um dos setores da pecuária que mais cresce no Brasil. A avicultura brasileira vem passando profundas alterações tecnológicas nas ultimas décadas visando principalmente o aumento de produtividade e redução dos custos de produção. A produtividade por animal e por área aumentou consideravelmente, passando a produzir grandes quantidades de dejetos em uma pequena extensão de terra.

A busca por alternativas nutricionais e de manejo que possam diminuir o impacto ambiental sem afetar a qualidade da produção, vem sendo pesquisada. Uma das alternativas utilizadas é o de manipular dietas no intuito de reduzir a excreção de substancias tóxica ao ambiente.

As aves excretam grandes quantidades de nitrogênio, que representam os resíduos do metabolismo das proteínas no organismo animal. Embora o nitrogênio seja de grande valor como fertilizante nas plantações, existe um limite para a quantidade que pode ser aplicada por hectare, dependendo da cultura, tipo de solo e drenagem. O excesso de nitrogênio pode causar dano à cultura e é especialmente prejudicial aos rios e às reservas de água de profundidade.

A utilização de aminoácidos sintéticos e a formulação de dietas de poedeiras comerciais no conceito de proteína ideal é uma realidade. De acordo com PARTRIDGE (1985), aminoácidos sintéticos adicionados à dieta são absorvidos mais rapidamente em relação àqueles presentes nos alimentos, o que pode gerar desequilíbrio nos locais de síntese protéica. Desse modo, o adequado balanceamento aminoacídico na dieta quando se trabalha com níveis reduzidos de PB e quantidades significativas de aminoácidos sintéticos na ração é importante para o melhor aproveitamento do nitrogênio exógeno pelos animais.

A fibra dietética hoje é um novo ingrediente utilizado na ração de monogástricos. A sua influência sobre a retenção de nutrientes no trato gastrointestinal é tema de debate. No entanto, alguns pesquisadores indicaram que alguns tipos de fibras utilizadas em quantidades adequadas podem melhorar a saúde intestinal reduzindo distúrbios nos atuais sistemas produtivos (MONTAGNE et al., 2003).

A importância desse tema levou ao desenvolvimento desta pesquisa, agregando diferentes fontes fibrosas com diferentes níveis de inclusão de proteína bruta, objetivando melhorar a saúde intestinal de poedeiras comerciais, reduzindo a excreção de nitrogênio sem afetar a produção e a qualidade dos ovos.

2– MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Local, período do experimento, aves, instalações e manejo

Um experimento foi conduzido utilizando-se 392 poedeiras de linhagem comercial Isa Brown, com 48 semanas de idade, alojadas em um galpão convencional de postura de 3 m de largura, 2 m de pé-direito e 30 m de comprimento, compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com dois compartimentos de 50 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso, providas de bebedouros do tipo copo de plástico e comedouros metálicos percorrendo toda a extensão frontal das mesmas.

Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal e por um período de quatro semanas as aves foram selecionadas a partir da produção de ovos. A produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas, para equalização da produção e início do período experimental.

O período experimental foi de quatro ciclos de 28 dias cada, durante o qual as aves receberam água e ração *"ad libitum",* sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz/dia. As aves terminaram o período experimental com 64 semanas de idade

2.2- Delineamento experimental

Dentro do delineamento, o tratamento 1 foi o testemunha e os tratamentos 2 a 7 constituíram um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, sendo os fatores três tipos de fibras (casca de soja, casca de arroz e casca de algodão) e dois níveis de proteína bruta (12 % e 16%). Cada tratamento foi constituído de 7 repetições, totalizando 49 parcelas.

2.3- Rações experimentais

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com mineiras, vitaminas e aminoácidos, para atenderem às exigências nutricionais de acordo com as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005), exceto para proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB), como demonstrado na Tabela 1 e 2.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

- **Tratamento 1:** Ração testemunha, a base de milho e farelo de soja com 14,78% de PB e 2,40% de FB.
- **Tratamento 2:** Ração com adição de casca de soja, 5% de FB e 12% de PB;
- **Tratamento 3:** Ração com adição de casca de soja , 5% de FB e 16% de PB;.
- **Tratamento 4:** Ração com adição de casca de arroz, 5% de FB e 12% de PB;
- **Tratamento 5:** Ração com adição de casca de arroz, 5% de FB e 16% de PB;
- **Tratamento 6:** Ração com adição de casca de algodão, 5% de FB e 12% de PB;
- **Tratamento 7:** Ração com adição de casca de algodão, 5% de FB e 16% de PB.

Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais.

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Milho triturado	68,88	59,38	49,45	62,52	52,29	64,94	54,44
Farelo de soja	19,45	15,58	25,78	14,49	24,80	13,99	24,36
Casca de soja	-	8,56	7,54	-	-	-	-
Casca de arroz	-	-	-	7,56	6,66	-	-
Casca de algodão	-	-	-	-	-	6,20	5,46
Calcário	8,56	8,55	8,51	8,38	8,36	8,56	8,52
Óleo de soja	1,13	5,53	6,78	4,63	5,96	3,87	5,28
Fosfato bicálcico	1,23	1,32	1,24	1,32	1,24	1,31	1,23
Sal comum	0,48	0,50	0,48	0,48	0,46	0,50	0,48
DL- metionina	0,15	0,23	0,13	0,24	0,14	0,23	0,14
L-treonina	-	0,06	-	0,07	-	0,07	-
L- lisina HCl	-	0,19	-	0,22	-	0,23	-
Sup. vit + min	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

– Enriquecimento por quilograma de ração: 6.250 UI vitamina A, 2.500 UI vitamina D_3, 12,5 mg vitamina E, 0,980 mg vitamina K_3, 1,48 mg vitamina B_1, 3,4 mg vitamina B_2, 1 mg vitamina B_6, 20 mcg vitamina B_{12}, 0,247 mg ácido fólico, 0,1 mg biotina, 10 mg niacina, 2,85 mg pantotenato de cálcio, 7,5 mg Cu, 0,65 mg I, 47,75 mg Mn, 6,023 mg Zn, 0,228 mg Se, 0,1 mg antioxidante.

Tabela 2 - Analise calculada dos níveis nutricionais das rações experimentais.

Nutrientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	14,78	12,00	16,00	12,00	16,00	12,00	16,00
Nitrogênio (%)	2,36	1,95	2,56	1,95	2,56	1,95	2,56
FDA (%)	4,03	7,16	7,19	8,69	8,54	7,78	7,74
FDN (%)	10,80	14,54	14,15	15,42	14,92	15,03	14,59
Fibra bruta (%)	2,40	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fósforo disponível (%)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Fósforo total (%)	0,53	0,50	0,52	0,50	0,53	0,50	0,53
Calcio (%)	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65
Lisina digestível (%)	0,71	0,71	0,83	0,71	0,81	0,71	0,80
Lisina total (%)	0,75	0,74	0,86	0,74	0,84	0,74	0,83
Metionina + cistina total (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Metionina + cistina dig. (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Metionina digestível (%)	0,38	0,42	0,37	0,42	0,37	0,42	0,37
Metionina total (%)	0,39	0,43	0,38	0,43	0,39	0,43	0,38
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Treonina digestível (%)	0,49	0,47	0,53	0,47	0,53	0,47	0,53
Treonina total (%)	0,57	0,53	0,62	0,53	0,61	0,53	0,61

O nível de 0,47% de treonina digestível atende às exigências nutricionais preconizadas por ROSTAGNO et al.,(2005). No entanto, pode-se verificar que as rações contendo 16% de proteína bruta se apresentam com um nível de 0.53% de treonina digestível, mesmo sem a adição de aminoácidos sintéticos.

Na Tabela 3 são apresentadas a analise bromatológica dos ingredientes fibrosos que compõe as rações das aves.

Tabela 3 - Analise bromatologica dos ingredientes fibrosos.

Ingredientes	Casca de soja	Casca de arroz	Casca de algodão
MS (%)	90,15	92,72	89,63
MM (%)	4,95	19,82	2,78
EE (%)	1,23	0,21	1,31
PB (%)	11,28	2,40	4,25
N (%)	1,80	0,38	0,68
FB (%)	51,34	58,44	40,88
ENN (%)	21,35	11,85	40,41
FDN (%)	67,31	73,07	82,30
FDA (%)	54,94	60,25	56,59
Lignina(%)	1,60	18,15	15,55

2.4- Características avaliadas

2.4.1 Desempenho

O desempenho foi avaliado durante quatro períodos de 28 dias e ao final de todos os períodos foram tabuladas as médias gerais do consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg ração/kg ovo e kg de ração/dúzia de ovo) para avaliação experimental.

- **Consumo de ração (g/ave/dia)**: a ração fornecida a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa sendo que no final de cada período, as sobras foram pesadas e o consumo de ração calculado e expresso em gramas de ração por ave por dia.

- **Produção de ovos (%/ave/dia):** a produção de ovos por parcela foi registrada diariamente e calculado, ao final dos quatro períodos de 28 dias, com base na percentagem de ovos produzidos por ave por dia.
- **Peso médio dos ovos (g):** para a determinação do peso médio dos ovos foram feitas pesagens da produção de cada parcela nos dois últimos dias do ciclo, de forma que o peso médio dos ovos foi obtido dividindo-se pelo peso do total de ovos produzidos pelo número de ovos obtidos na parcela.
- **Massa de ovos (g/ave/dia):** a massa de ovos, em grama por ave por dia foi obtida através da multiplicação do percentual de produção pelo respectivo peso médio dos ovos, este parâmetro foi avaliado no final do ciclo de 28 dias.
- **Conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo e por dúzia de ovos):** calculado através da divisão do consumo alimentar (kg) pelo peso total (kg) dos ovos produzidos em cada período de 28 dias. O peso total dos ovos, por sua vez, foi obtido pela multiplicação do número de total de ovos produzidos pelo peso médio por parcela dos mesmos. Também calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dz) em cada período avaliado.

2.4.2 Qualidade dos ovos

As características relativas à qualidade interna dos ovos foram avaliados durante os dois últimos dias de cada período, onde foram coletados aleatoriamente três ovos por repetição para determinação de Unidades Haugh, percentagem de gema e índice de pigmentação da gema. No final do quarto período foram feitas as médias gerais dos parâmetros de qualidade dos ovos para avaliação experimental.

- **Unidades Haugh:** Os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro para a obtenção da altura de albúmen com um micrômetro. Para a obtenção das unidades Haugh (UH), foi utilizada a seguinte fórmula:

  $UH = 100 \log (h + 7{,}57 - 1{,}7\, W^{0{,}37})$

  h = altura da clara espessa (mm);

  W = peso do ovo (g)
- **Percentagem (%) e espessura de casca (mm):** As cascas dos ovos que foram

quebradas e utilizadas para as demais aferições, foram lavadas e secas em temperatura ambiente e depois pesadas para o cálculo da porcentagem de casca. Após a pesagem das mesmas, as cascas tiveram suas espessuras determinadas com medidas em três pontos distintos da região mediana, sendo utilizado micrômetro digital. Não foram retiradas as membranas da casca.

- **Gravidade específica (g/cm^3):** Ao contrário dos demais parâmetros, os valores de gravidade específica foram obtidos com todos os ovos das parcelas. Para sua mensuração utilizaram oito soluções salinas de concentrações progressivas, resultando em valores de gravidade específica que vão variar de 1,065 a 1,100 g/cm^3, com incrementos de 0,005, os quais foram determinados por flutuação.
- **Índice de pigmentação da gema:** Os ovos foram quebrados e as gemas expostas em um suporte de superfície branca. A cor de cada gema ‘‘in natura’’ foi visualmente comparada e classificada utilizando-se o leque colorimétrico da Roche (escore de um a 15). As gemas dos ovos foram avaliadas individualmente, sempre pela mesma pessoa, em todas as análises.

2.4.3 Ensaio de metabolismo

Ao final do experimento foi realizado um ensaio de metabolismo para se verificar a disponibilidade de nitrogênio nas excretas das aves, utilizando-se aves do período anterior. Foram utilizadas quatro aves por parcela, totalizando 120 aves. O óxido férrico foi adicionado às rações como marcador, na quantidade de 1% da ração, no primeiro e último dia de coleta.

Sob as gaiolas foram instaladas bandejas de alumínio, previamente revestidas com plástico para evitar a perda de excretas. As excretas foram colhidas cuidadosamente duas vezes ao dia, pelo período de cinco dias, no início da manhã e no final da tarde e, nesse período, os comedouros foram supridos de ração três vezes ao dia para evitar o desperdício e contaminação das bandejas. Depois de coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados por repetição e congeladas.

No ensaio, foi determinada a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas, após o descongelamento à temperatura ambiente. As excretas foram homogeneizadas por repetição, sendo retirada uma amostra de aproximadamente 500 g que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55ºC, por 72 horas, a fim de proceder a pré-secagem, para a determinação da amostra seca ao ar.

A seguir, as amostras de excretas, processadas em moinho de bola, e as amostras das dietas experimentais foram utilizadas para a determinação da matéria seca e nitrogênio, seguindo metodologia descrita por SILVA (1990).

2.4.4 Morfometria intestinal

No final do quarto período experimental duas aves por parcela totalizando 14 aves por tratamento, com 64 semanas de idade, separadas aleatoriamente, foram pesadas (g ± 0,01) e sacrificadas por deslocamento cervical. O intestino foi dissecado e os segmentos do intestino foram coletados (duodeno, jejuno e íleo), para posterior analise da morfometria intestinal.

Amostras da porção medial do duodeno, jejuno e íleo com dois centímetros de comprimento foram coletados para a avaliação morfométrica das vilosidades e criptas. As amostras foram fixadas em solução de Bouin (70% de solução saturada de ácido pícrico, 25% de formol e 5% de ácido acético) durante 24 horas e posteriormente foram processadas pelo método de rotina para microscopia de luz. As amostras foram desidratadas em série de concentração crescente de etanol (70, 80, 90 e 100%), diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Cortes histológicos de seis µm de espessura foram corados com hematoxilina e eosina. Imagens dos cortes com 10x de aumento foram obtidas em microscópio óptico com câmera Zeiss MC80 DX® e foram analisadas 30 imagens por segmento intestinal por ave pelo programa Image J®. Nas imagens foram mensurados altura das vilosidades (AV) e profundidade das criptas (PC) e os resultados foram expressos em µm. Foram calculadas as relações entre a altura dos vilos e profundidade das criptas (AV/PC).

2.4.5 Avaliação econômica

O custo das rações foi determinado considerando-se a composição das rações e a média dos preços dos ingredientes obtidos em novembro de 2009 (Tabela 3).

Para os custos de produção foi considerado apenas o custo com a ração, uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todos os tratamentos experimentais. O custo da ração para produzir uma dúzia de ovos ou um quilograma de ovos, foi determinado levando-se em conta a quantidade de ração necessária para a produção de uma dúzia ou de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

Tabela 4 – Custo (R$/kg) dos ingredientes das rações experimentais.

Ingredientes	**Custo (R$/Kg)**
Milho Grão	0,32
Farelo de soja	0,72
Óleo de soja	2,25
Calcário	0,12
Fosfato bicálcico	2,15
Sal	0,21
Complexo vitamínico mineral	9,00
DL –Metionina	4,70
L-Lisina HCl	4,70
L-Treonina	7,00
Casca de soja	0,15
Casca de Arroz	0,09
Casca de algodão	0,09

2.5- Análise estatística

Os dados foram submetidos a analise de variância através do procedimento General Linear Model (GLM) do programa SAS® (2002) e em caso de significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 4).

Tabela 5 - Esquema da análise de variância:

Fontes de variação	Graus de Liberdade
Fatorial x Testemunha	1
Tipos de fibras	2
Níveis de Proteina bruta	1
Interação fibras x PB	2
Resíduo	42
Total	48

Modelo estatístico:

$Y_{lijk} = \mu + F \text{ vs } T_l + (F_i)_l + (G_j)_l + (FG_{ij})_l + e_{ijk}$

Onde:

Y_{lijk} = Observação k realizada recebendo a ração com tipo de fibra i e nível de proteína bruta j.

μ = Média geral do experimento

F vs T_l = O efeito do fatorial vs testemunha, j;

$(F_i)_l$ = O efeito dos tipos de fibras i, com i = 1, 2 e 3;

$(G_j)_l$ = O efeito do nível da proteina bruta j, com j = 1 e 2;

$(FG_{ij})_l$ = O efeito da interação dos tipos de fibras i com níveis de proteína bruta j;

e_{ijlk} = erro experimental associado a Y_{lijk}

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Desempenho

Analisando os dados de desempenho, foi verificada interação significativa ($P<0,05$) apenas entre fibras e níveis de proteína bruta para conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos (Tabela 6).

O desdobramento da interação indicou que, para os níveis de proteína bruta utilizados, somente houve efeito das fontes de fibra para o nível de 16% de proteína bruta (Tabela 7). Assim, a dieta formulada com inclusão de casca de algodão

proporcionou pior conversão alimentar quando comparada com as demais fontes utilizadas.

Esse efeito pode ser explicado por diversos fatores como a presença de gossipol na casca de algodão, ou seja, um fator anti-nutricional que é considerado tóxico ao homem e a alguns animais, e que confere resistência às plantas contra muitos patógenos e insetos-praga (McAUSLANE, 1998). Esse fator anti-nutricional atua como inibidor de proteases, interferindo na digestão protéica, diminuindo a disponibilidade de aminoácidos e prejudicando a síntese de proteínas necessárias ao crescimento, desenvolvimento e produção (SILVA FILHO, 2000).

Outros fatores que podem explicar essa pior conversão alimentar seriam que dentro das fontes de fibras utilizadas experimentalmente a casca de algodão é a fibra que possui alto teor de lignina e FDN. Isso pode causar o aumento no consumo alimentar da ração fibrosa visando suprir a exigência energética, devido às rações com alto teor de FDN e lignina possuírem menor aporte energético e protéico (NEWTON & HAYDON, 1986). Ressalte-se também o efeito inibitório da lignina sobre a digestibilidade dos constituintes da parede celular (FUKUSHIMA &DEHORITY, 2000). O alto teor de FDN e lignina pode diminuir o tempo de permanência da digesta no intestino (EHLE et al., 1982) e promover alterações na taxa de absorção dos nutrientes (KING &TAVERNER, 1975), podendo limitar a produtividade animal.

Dentro das fontes de fibra utilizadas, os níveis de proteína bruta apresentaram efeito significativo ($P<0,05$) apenas para casca de arroz, onde o maior nível de PB (16%) proporcionou a melhor conversão alimentar. As demais fontes utilizadas não diferiram quanto aos níveis de PB utilizados (Tabela 7). Isto pode estar associado ao baixo teor de proteína na casca de arroz e ao levado teor de FDN e lignina que diminui a digestibilidade dos alimentos.

Para o fator fibra, foi observado efeito significativo ($P<0,05$) somente para conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos (Tabela 6). A casca de algodão proporcionou a pior conversão alimentar, mostrando mais uma vez que a casca de algodão possui fatores que impedem um bom desempenho como mostrado acima.

Para as demais variáveis não foi encontrado efeito significativo (P>0,05), concordando com os achados de ROBERTS et al. (2007) que não encontrou resultados significativos (P>0,05) para produção de ovos, peso do ovo, massa do ovo, consumo de ração e conversão alimentar quando se utilizou a dieta com inclusão de milho seco destilado granulado, 7% de farelo de trigo, ou 5% de casca de soja.

O decréscimo da digestibilidade da matéria seca em rações contendo incremento de FDN poderia ser resultante da parcial substituição de uma fonte de carboidrato altamente digestível (amido do milho) por outra fonte de menor digestibilidade como a casca de soja, casca de arroz e casca de algodão, ricos em polissacarídeos não amiláceos, que apresentam menor grau de fermentabilidade, ou talvez devido à maior rapidez da taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, fato que reduz a fermentação dos carboidratos estruturais.

Tabela 6. Valores de F e coeficientes de variação para consumo de ração (CR), percentagem de postura (PP), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por quilograma de ovos (CA/kg) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ) de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Fontes de variação	**Variáveis**					
	CR (g/ave/dia)	**PP (%)**	**PO (g)**	**MO (g)**	**CA/kg (kg/kg)**	**CA/DZ (kg/dz)**
Fibras	0,68^{ns}	1,10^{ns}	0,411^{ns}	0,23^{ns}	2,06^{ns}	6,59*
Níveis de PB	23,38**	31,43**	17,88**	58,43**	23,10**	0,86^{ns}
Fibras x Níveis de PB	1,89^{ns}	1,36^{ns}	2,65^{ns}	3,05^{ns}	1,03^{ns}	5,04*
Fatorial xTestemunha	0,58^{ns}	5,06*	0,05^{ns}	4,15*	4,85*	4,12*
CV(%)	4,97	5,67	3,018	6,43	5,32	4,60

**P<0,01;* P<0,05; ^{ns} = Não Significativo (P>0,05)

Tabela 7. Médias de consumo de ração (CR), percentagem de postura (PP), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por quilograma de ovos(CA/kg) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

	Níveis PB	Casca Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Média	Testemunha
CR (g/ave/dia) CV = 4,97	**12%**	99,94	94,73	96,78	97,15B	102,45^{ns}
	16%	103,17	104,52	106,25	104,64A	
	Média	101,56	99,62	101,52	**100,9**	
PP (%) CV= 5,67	**12%**	81,23	76,12	78,26	78,54B	86,96 ^{ns}
	16%	87,07	87,59	85,46	86,70A	
	Média	84,15	81,86	81,86	**82,62**	
PO (g) CV = 3,02	**12%**	61,83	61,33	60,75	61,30B	62,37 ^{ns}
	16%	62,50	64,16	64,64	63,72A	
	Média	62,17	62,74	62,70	**62,54**	
MO (g) CV = 6,43	**12%**	49,87	46,38	46,78	47,68B	54,40*
	16%	54,26	56,78	55,64	55,56A	
	Média	52,07	51,58	51,21	**51,62**	
CA (kg/kg) CV = 5,32	**12%**	2,16	2,22	2,25	2,21A	2,05*
	16%	2,06	2,01	2,11	2,06B	
	Média	2,11b	2,11b	2,18a	**2,13**	
CA (kg/dz) CV = 4,60	**12%**	1,78Bb	1,81Ab	1,81Ab	1,80	1,70*
	16%	1,70Bb	1,70Bb	1,91Aa	1,77	
	Média	1,74	1,75	1,86	**1,78**	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre o fatorial e testemunha. **P<0,001; * P<0,05; ^{ns} = não significativo (p>0,05).

Para as variáveis massa de ovos, conversão alimentar por quilograma de ovos produzidos e conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos, ocorreram interações significativas (P<0,05) entre o fatorial vs testemunha (Tabela 6).

Através da análise dos dados, observou-se que as aves alimentadas com a ração testemunha apresentaram maior massa de ovos e melhor conversão alimentar

(kg/kg e kg/dúzia), quando comparadas com as aves que receberam uma dieta com inclusão de fibra (Tabela 7).

A dieta testemunha foi balanceada de acordo com as exigências das aves e sem a adição de fibras, disponibilizando a ave de postura o necessário para sua produção, sem os possíveis efeitos adversos ocasionados pelas rações formuladas a base de fibra. Para os demais parâmetros estudados não ocorreu efeito significativo (P>0,05) entre o fatorial vs testemunha (Tabela 6).

De acordo com LAURENTIZ et al. (2005) o menor consumo de ração, determinado por maior nível de fibra bruta na ração (4,7%) é devido à fibra ativar o centro de saciedade do animal em decorrência da maior distensão estomacal. Em conseqüência, os mesmos obtiveram em seu estudo menor produção, menor peso e massa de ovos, e ainda, pior conversão alimentar, tanto por kg de ovo como por dúzia de ovos produzidos.

Com relação ao fator níveis de proteína bruta ocorreu efeito significativo (P<0,01), para todas as variáveis estudadas, exceto para conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos (kg/dz) (P>0,05) (Tabela 6).

Através da análise das médias, pode-se observar que rações formuladas com nível de 16% de proteína bruta, apresentam maiores valores para o consumo de ração, a produção de ovos, o peso de ovos, a massa de ovos e melhor conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos (Tabela 7).

A ração com nível de 16% de proteína bruta disponibilizou a quantidade exigida de proteína para a ave, sem que haja deficiência da mesma, proporcionando melhores índices de desempenho. Estes dados concordam com os encontrados por MELUZZI et al. (2001), que ao avaliarem dietas com baixa proteína bruta, mas suplementadas com aminoácidos, observaram que o desempenho das aves manteve-se por oito semanas, após este a produção de ovos e a massa de ovos foram mais baixas nas galinhas alimentadas 13,6 e 15,3% de proteína bruta, quando comparadas com as galinhas alimentadas com dietas formuladas contendo 17,1% de PB.

CAMPS & EDGHIL (1999) também observaram que a redução nos níveis de proteína bruta na ração de poedeiras comprometeu o desempenho. Embora a

diminuição no nível de proteína das rações represente uma estratégia para diminuição no impacto ambiental das excretas, como salientado por LEESON & SUMERS (2001), ela também proporciona redução da massa de ovos/dia, uma conseqüência da diminuição no tamanho do ovo, o que é observado no presente estudo.

As dietas formuladas com baixo nível de proteína bruta foram suplementadas com aminoácidos sintéticos, a fim de se evitar a deficiência de um ou mais aminoácidos. O contrário pode ser observado em estudos realizados com baixos níveis de proteína bruta, em dietas suplementadas com aminoácidos, onde não ocorreram efeitos significativos sobre as caracteristicas de produção de ovos (SUMMERS & LEESON, 1994; KESHAVARZ & AUSTIC, 2004).

Avaliando dietas com diferentes níveis de proteína bruta e inclusão de fibra, ROBERTS et al. (2007) verificou que não houve efeito significativo da dieta com baixa PB sobre o peso do ovo e consumo de ração durante o período experimental ($P>0,10$). Entretanto, para a produção de ovos, a massa dos ovos e a conversão alimentar, os valores observados foram menores para as galinhas que consumiram as dietas com baixo conteúdo em proteína bruta, quando comparadas com as galinhas alimentadas com a dieta de proteína bruta normal ($P<0,05$). Esses mesmos autores verificaram que utilizando 5% de casca de soja na ração de poedeiras, a produção de ovos e a excreção de nitrogênio não foram afetadas. No entanto, dietas com redução de proteína bruta em 1% causaram uma menor produção de ovos.

3.2. Qualidade dos ovos

Para a análise de qualidade dos ovos foi encontrada interação significativa ($P<0,05$) entre os fatores fibras e níveis de proteína bruta para gravidade específica e índice de pigmentação da gema dos ovos (Tabela 8).

O desdobramento da interação da gravidade especifica demonstrou que para os níveis de proteína bruta utilizados, não houve efeito das fontes de fibras sobre os níveis de proteína bruta. Assim nas fontes de fibras utilizadas os níveis de proteína bruta apresentaram efeito significativo apenas para casca de arroz, na qual o menor nível de

proteína bruta (12%) proporcionou a melhor gravidade especifica. As demais fontes de fibras utilizadas não diferiram quanto aos níveis de proteína bruta utilizadas (Tabela 9).

Isso pode ser atribuído a presença do fator antitripsina na casca de arroz, que prejudica a digestão protéica dos alimentos, influenciando na digestibilidade dos nutrientes (LEMOS & SOARES, 1999). Adicionando aminoácidos sintéticos na dieta animal prontamente disponível para ser absorvido, o fator antinutricional não vai interferir na digestão do alimento, fazendo com que tenha uma maior carga protéica sendo absorvida pelo animal, podendo assim desempenhar melhor seus processos metabólicos.

SILVA et al. (2006), ao avaliarem a gravidade especifica de ovos de poedeiras comerciais Lohmann a partir de 26 semanas de idade, não observaram diferença entre os tratamentos com diferentes níveis de proteína bruta (14 e 16,5%), sendo a dieta suplementada ou não com aminoácidos essenciais.

O desdobramento da interação para o parâmetro índice de pigmentação da gema está apresentado na Tabela 9, mostrando claramente que para os níveis de proteína bruta utilizados, ocorreu efeito das fontes de fibras somente sobre o maior nível de proteína bruta (16%), portanto se observa que a dieta que contém casca de soja resulta em menor pigmentação da gema dos ovos. Quando se avaliou as fontes de fibras utilizadas, houve efeito dos níveis de proteína bruta apenas para casca de soja, portanto o nível de proteína bruta de 16% proporcionou uma baixa pigmentação da gema dos ovos (Tabela 9).

O índice de pigmentação da gema foi analisado como um indicador de qualidade. Dos tratamentos que utilizaram fibra, somente a cor da gema foi afetada pelo tratamento utilizando casca de soja e 16% de proteína bruta. Esta diferença ocorreu, porque ração do tratamento com 16% de proteína bruta e com inclusão de casca de soja continha baixa quantidade de milho em relação aos demais tratamentos. O milho contém índices relativamente elevados de xantofilas, que é um contribuinte preliminar para pigmentação da gema (LEESON & SUMMERS, 2005). Em conseqüência, o índice de pigmentação da gema foi menor no tratamento contendo casca de soja com nível de 16% de proteína bruta. Os outros tratamentos

apresentaram uma coloração mais escura, indicando uma cor mais avermelhada, preferida pelo mercado consumidor (HERBER-MC NEILL & VAN ELSWYK, 1998).

O consumo da dieta com baixa proteína bruta (12%) resultou em um maior valor de índice de pigmentação da gema em comparação às gemas dos ovos das galinhas alimentadas com dietas de proteína bruta normal (16%). A coloração mais intensa da gema das galinhas alimentadas com dietas de baixa proteína bruta pode ser explicada por um aumento no consumo de xantofilas dos derivados do milho, porque as dietas com baixa proteína bruta contiveram teor de milho mais elevado que a dieta com alta proteína bruta.

Estudos realizados por ROBERTS et al. (2007) com o objetivo de determinar o efeito de diferentes tipos de fibras (dieta controle a base casca de soja e milho, fibra solúvel, farelo de trigo e casca de soja) com redução de PB (normal e reduzida) em poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line, observaram que não houve efeito da inclusão de fibra sobre o índice de pigmentação da gema.

Tabela 8. Valores de F e coeficientes de variação Unidade Haugh (UH), percentagem de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e índice de pigmentação de gema (IPG), de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta

Fontes de variação	**Variáveis**				
	UH	**PC (%)**	**EC (mm)**	**GE (g/cm^3)**	**IPG**
Fibras	$0,33^{ns}$	$1,25^{ns}$	$2,67^{ns}$	$0,32^{ns}$	23,75**
Níveis de PB	$0,24^{ns}$	$3,62^{ns}$	$3,15^{ns}$	$2,32^{ns}$	23,25*
Fibras X Níveis de PB	$1,29^{ns}$	$1,19^{ns}$	$2,77^{ns}$	4,47*	5,91*
Fatorial X Testemunha	$1,64^{ns}$	$0,18^{ns}$	$0,17^{ns}$	$1,81^{ns}$	$2,54^{ns}$
CV(%)	**4,59**	**4,93**	**3,69**	**0,19**	**10,15**

**P<0,001; * P<0,05; ^{ns} = não significativo (p>0,05).

Tabela 9. Médias de Unidade Haugh (UH), percentagem de casca (PC), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e índice de pigmentação de gema (IPG), de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta

Variáveis	Níveis PB	Casca Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Média	Testemunha
UH	**12%**	85,51	84,42	85,38	85,10	
CV = 4,59	**16%**	82,99	86,47	84,10	84,52	86,85^{ns}
	Média	84,25	85,45	84,74	**84,81**	
PC (%)	**12%**	9,58	9,60	9,72	9,64	
CV = 4,93	**16%**	9,60	9,07	9,41	9,36	9,58^{ns}
	Média	9,59	9,34	9,57	**9,5**	
EC mm	**12%**	0,37	0,39	0,38	0,38	
CV = 3,69	**16%**	0,37	0,36	0,38	0,37	0,38^{ns}
	Média	0,37	0,37	0,38	**0,37**	
GE	**12%**	1,089Aa	1,091Aa	1,090Aa	1,090	
(g/cm^3)	**16%**	1,090Aa	1,088Ba	1,089Aa	1,089	
CV=0,19	Média	1,089	1,089	1,090	**1,089**	1,088^{ns}
IPG	**12%**	6,56Aa	7,39Aa	7,91Aa	7,29	
CV=10,15	**16%**	3,50Bb	6,48Aa	7,31Aa	5,76	7,19^{ns}
	Média	5,03	6,93	7,61	**6,53**	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre fatorial e testemunha. **P<0,001; * P<0,05; ^{ns} = não significativo (p>0,05).

Para as variáveis de qualidade dos ovos não ocorreram interações significativas (P>0,05) entre fatorial vs testemunha (Tabela 8). A utilização de fibra com diferentes níveis de proteína bruta não afetaram a qualidade dos ovos.

Não houve efeito (P>0,05) dos tipos de fibra e para os diferentes níveis de proteína bruta, sobre a qualidade dos ovos para as variáveis Unidades Haugh,

percentagem de casca, espessura de casca, assim como a interação entre os níveis de proteína bruta e os diferentes tipos de fibra (Tabela 9).

A literatura ainda é contraditória no que se refere à influência dos níveis protéicos e energéticos da ração, sobre à qualidade interna de ovos, medida em Unidades Haugh. THORNTON et al. (1956) não observaram diferenças estatísticas para os valores de Unidades Haugh, usando rações com 11; 13; 15 e 17% de proteína. De maneira semelhante, BRAGA (1978) concluiu que a Unidade Haugh não foi influenciada pelos níveis protéicos e energéticos das dietas experimentais. No entanto, anteriormente, SUGANDI et al. (1975) constataram que os valores de Unidades Haugh tenderam a reduzir com o aumento dos níveis protéicos e energéticos da ração. HARMS & DOUGLAS (1960) utilizando dietas com 14,7 e 16,7% de proteína, observaram maiores valores de Unidades Haugh para as aves alimentadas com dietas contendo o menor nível protéico. HAMILTON (1978) verificou maiores valores de Unidades Haugh para as aves alimentadas com 17% de proteína em relação às alimentadas com 15 e 13% de proteína.

Concordando com os resultados encontrados, CARMINO et al. (1992), trabalhando com diferentes níveis de proteína bruta na dieta, não encontraram diferença significativa (P>0,05) para a qualidade interna dos ovos como a Unidade Haugh.

Com relação à percentagem e espessura de casca, não ocorreu diferença entre os tratamentos, principalmente entre os diferentes níveis de proteína bruta em virtude de a casca do ovo necessitar somente de uma pequena quantidade de proteína para sua síntese (NEVES, 1998). Discordando desse estudo, COSTA et al. (2004) encontraram um comportamento linear dos níveis de proteína bruta analisados (15,5 % a 17,5%), sugerindo que a percentagem de casca é melhor para o nível de 17,5%.

PAVAN et al. (2005) analisando poedeiras comerciais Isa Brown com 52 semanas de idade, não encontraram diferença significativa sobre a percentagem de casca quando se alimentou as aves com diferentes níveis de proteína bruta (14 e 17%).

3.3. Biodisponibilidade de nitrogênio

Ajustar a composição da dieta de poedeiras comerciais pode reduzir a quantidade de nitrogênio excretado, mas pode também afetar a produção de ovos. Embora alguns alimentos resultem numa diminuição da excreção de nitrogênio total (ROBERTS et al., 2007), esses somente devem ser utilizados pelos produtores de ovos se não causarem efeitos adversos na produção.

No presente estudo foi observada interação significativa ($P<0,05$) para os parâmetros avaliados de biodisponibilidade de nitrogênio entre os tipos de fibras e níveis de proteína bruta somente para percentagem de nitrogênio retido (Tabela 10).

Nas fontes de fibras utilizadas os níveis de proteína bruta apresentaram efeito significativo apenas para casca de soja e casca de arroz. Desta maneira, o menor nível de proteína bruta (12%) proporcionou a melhor percentagem de retenção de nitrogênio. Entretanto, a casca de algodão não diferiu quanto aos níveis de proteína bruta utilizados.

As aves alimentadas com dietas contendo baixo nível de proteína bruta (12%) ingerem baixa quantidade de N em relação às aves alimentadas com dietas contendo o nível superior de proteína bruta (16%), em conseqüência as mesmas retêm mais nitrogênio. A deficiência do nitrogênio na dieta não disponibiliza a ave quantidade de nitrogênio exigida pela mesma, fazendo com que as aves alimentadas com baixo nível de proteína bruta (12%), retenham mais nitrogênio em relação ao nitrogênio ingerido, tentando suprir suas exigências aves (Tabela 11).

Tabela 10. Valores de F e coeficientes de variação para ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção de nitrogênio, em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Fontes de variação	**Variáveis**		
	N ingerido	**N excretado**	**(%) N retido**
Fibras	0,49^{ns}	1,41^{ns}	1,58^{ns}
Níveis de PB	41,73**	55,05**	11,16*
Fibras x Níveis de PB	3,24^{ns}	0,12^{ns}	4,87*
Fatorial x Testemunha	5,77*	3,49^{ns}	0,04^{ns}
CV(%)	**11,70**	**13,56**	**6,18**

**P<0,01;* P<0,05; ^{ns}= não significativo (p>0,05).

O fator níveis de proteína bruta teve efeito significativo (P<0,05) sobre todos os parâmetros avaliados (Tabela 9). A ingestão de nitrogênio foi baixa para o menor nível de proteína bruta (12%), quando comparada com um nível superior de proteína bruta (16%) (Tabela10). Isso se deve à relação direta da proteína bruta com nitrogênio, ou seja, dietas formuladas com um nível baixo de proteína bruta conseqüentemente terão menos nitrogênio que as rações formuladas com nível superior. Conseqüentemente, aves alimentadas com baixo nível de proteína bruta consumiram menos nitrogênio que as aves alimentadas com nível superior, consumindo quantidade de rações similares. O baixo consumo de nitrogênio levou conseqüentemente à redução da excreção do nitrogênio em relação às aves alimentadas com dietas contendo nível superior de nitrogênio (Tabela 10).

Os níveis de proteína bruta da dieta influenciaram as características de ingestão e excreção de nitrogênio pelas aves. As características estão diretamente relacionadas com a disponibilidade de nutrientes na dieta, quanto maior o nível de PB ingerida maior o nível de proteína bruta excretada. O aproveitamento ocorre de forma inversa, quanto menor o nível de proteína bruta na dieta, ou seja, quanto menor a disponibilidade de nitrogênio, melhor é o aproveitamento.

MELUZZI et al. (2001) estudando diferentes níveis de proteína bruta (17%, 15% e 13%) com concentrações constantes de aminoácidos e energia, sobre a retenção de nitrogênio em poedeiras vermelhas com 24 semanas de idade, observaram que não houve diferença significativa para a ingestão de nitrogênio entre os três níveis de proteína bruta testados. O nitrogênio fecal teve uma queda linear e significativa com a redução concentração da proteína da dieta, cujo aproveitamento foi de 50% do nitrogênio ingerido.

A excreção mais baixa de nitrogênio está em conformidade com resultados dos estudos com frangos de corte, suínos e galinhas poedeiras alimentadas com baixa proteína bruta (BREGENDAHL et al., 2002; SHRIVER et al., 2003; KESHAVARZ & AUSTIC, 2004).

KESHAVARZ & AUSTIC (2004), avaliando o balanço de nitrogênio de galinhas poedeiras, quando se utilizou uma dieta contendo 13% de proteína bruta mais a adição de aminoácidos sintéticos como recomendado pelo NRC (1994), em relação a uma dieta controle com 16% de proteína bruta. Tendo como resultado maior ingestão de nitrogênio pelas aves controle, já que a dieta possuía maior percentagem de proteína bruta, não tendo diferença entre os tratamentos para excreção e retenção de nitrogênio.

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de proteína bruta (12%, 14%, 16% e 18%) e Lisina (0,85% e 1,0%) sobre o balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais da linhagem Hisex White, RIZZO SILVA (2006) observou em seu estudo que houve um aumento significativo na ingestão e excreção de nitrogênio à medida que o incremento de proteína bruta na dieta aumentava.

Tabela 11. Médias de ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção de nitrogênio, em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Variáveis	Níveis PB	Casca Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Média	Testemunha
N	**12%**	1,73	1,59	1,39	1,57B	
Ingerido	**16%**	2,23	2,11	2,48	2,27A	2,27*
CV=11,70	Média	1,98	1,85	1,93	**1,92**	
N	**12%**	0,70	0,64	0,59	0,64B	
Excretado	**16%**	1,13	1,01	1,03	1,06A	$0,99^{ns}$
CV=13,56	Média	0,92	0,82	0,81	**0,85**	
% N	**12%**	59,44Aa	59,72Aa	57,04Aa	58,73	
Retido	**16%**	49,13Ba	52,07Ba	58,63Aa	53,28	$56,41^{ns}$
CV=6,18	Média	54,29	55,89	57,84	**56,01**	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre fatorial e testemunha. **P<0,001; * P<0,05; ^{ns} = não significativo (p>0,05).

Para a variável ingestão de nitrogênio (g/ave/dia), ocorreram interações significativas (P<0,05) entre o fatorial vs testemunha (Tabela 10). Através da análise dos dados, observou-se que as aves alimentadas com a ração testemunha apresentaram uma maior quantidade de ingestão de nitrogênio quando comparadas com as aves alimentadas com diferentes tipos de fibras e diferentes níveis de proteína bruta (Tabela 10).

Em contrapartida, ROBERTS et al., (2007) em seu estudo com poedeiras comerciais avaliaram que o consumo de nitrogênio foi mais elevado para as galinhas alimentadas com fibras quando comparadas com as galinhas alimentadas com a dieta controle (P<0,001), concordando com STEIN et al. (2006) que relatou um consumo mais elevado de nitrogênio, porque os aminoácidos em ingredientes fibrosos são tipicamente menos digestíveis do que aqueles em ingredientes com baixo teor de fibra, exigindo um maior consumo de quantidades de aminoácidos totais e,

conseqüentemente de nitrogênio para satisfazer a exigência de aminoácidos digestíveis.

Esperava-se uma maior excreção de nitrogênio pelas aves alimentadas com dieta controle à base de milho e de farelo de soja, devido ao consumo mais elevado de nitrogênio. Entretanto, a excreção de nitrogênio não foi afetada (P>0,05) pela dieta controle.

A fibra dietética pode provocar efeitos deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos (KING & TAVERNER, 1975). Por exemplo, ela pode causar mudanças na taxa de absorção de certos nutrientes, como a proteína, aminoácidos e minerais, e/ou na excreção de nitrogênio endógeno (SCHULZE et al., 1994). Portanto, é imperiosa a adoção não só do tipo e/ou qualidade, mas também da quantidade adequada desse alimento para cada categoria animal.

3.4. Desenvolvimento da mucosa intestinal

O desenvolvimento da mucosa é influenciado pela capacidade de digerir alimentos e assimilar nutrientes. Assim, a escolha de ingredientes para nutrição de aves é de suma importância para o desenvolvimento saudável da mucosa intestinal e conseqüentemente para que animais de produção como frangos e poedeiras comerciais, apresentem resultados de desempenho satisfatórios.

No duodeno, quando se avaliou o desenvolvimento da mucosa intestinal de poedeiras comerciais com 64 semanas de idade, observou-se que houve interação (P<0,05) entre os fatores fontes de fibras com os diferentes níveis de PB, para os parâmetros avaliados de altura das vilosidades (AV) e profundidade das criptas (PC) (Tabela 12).

O desdobramento da interação para a variável AV mostra que dentro das fontes de fibras utilizadas os níveis de proteína bruta apresentaram efeito significativo apenas para casca de arroz, onde o menor nível de proteína bruta (12%) proporcionou uma baixa AV em relação ao nível de proteína bruta (16%), a casca de arroz tem baixo incremento de proteína e alto teor de FDN, quando associada a baixo teor de proteína bruta, não disponibilizou a quantidade de nutriente necessário para a renovação celular.

Tal fato não foi observado na casca de soja que possui alto teor protéico e baixo teor de lignina, quando se avaliou os diferentes níveis de proteína bruta, foi observado que ocorreu efeito significativo somente para o nível de proteína bruta (12%), portanto as aves alimentadas com casca de soja apresentaram AV superior às demais fontes de fibra, pois a casca de soja disponibilizou um maior aporte de nutrientes, ou seja, energia para uma maior renovação celular e crescimento das vilosidades (Tabela 13).

Para a variável PC o desdobramento indicou que para os níveis proteína bruta utilizados houve efeito para os níveis de PB (12 e 16%). Assim dentro do nível de proteína bruta (12%) a dieta formulada com inclusão de casca de algodão proporcionou um maior desenvolvimento das PC diferindo estatisticamente somente da casca de soja.

No nível de proteína bruta (16%), a dieta com inclusão da casca de arroz proporcionou um maior desenvolvimento da PC sem diferir estatisticamente da casca de soja. Quando se estudou as fontes de fibras utilizadas, somente à casca de algodão apresentou efeito significativo, mostrando que o nível de proteína bruta (12%) proporcionou maior desenvolvimento de PC dentro da casca de algodão.

Dietas fibrosas com alto teor de FDN tem ação abrasiva sobre o epitélio intestinal, como afirmaram DIERICK et al., (1989), podendo além de aumentar o teor de nitrogênio endógeno no conteúdo fecal, aumentar a taxa de renovação celular que acontece nas criptas e conseqüentemente aumentar sua profundidade.

Tabela 12. Valores de F e coeficientes de variação para altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura das vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção duodenal do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Fontes de variação	**Variáveis do duodeno**		
	AV	**PC**	**AV/PC**
Fibras	17,78**	5,32*	16,86**
Níveis de PB	3,39^{ns}	23,34**	28,68**
Fibras x Níveis de PB	17,34**	7,52*	2,55^{ns}
Fatorial x Testemunha	21,58**	8,30*	0,000^{ns}
CV(%)	**10,82**	**14,77**	**17,38**

**P<0,01;* P<0,05; ^{ns} = não significativo (p>0,05).

Para o fator fibra, a variável da relação entre altura das vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) obteve resposta significativa (P<0,01) (Tabela12). A casca de soja proporcionou uma maior relação entre a AV**/**PC em relação às dietas contendo casca de algodão e casca de arroz (Tabela 13). Essa relação é totalmente dependente das variações que ocorreram com a AV e PC, devido às mudanças mencionadas anteriormente a relações entre AV**/**PC foram alteradas.

Com relação ao fator níveis de proteína bruta, ocorreu efeito significativo (P<0,01) para a variável AV**/**PC (Tabela 12). Através da análise das médias, pode-se observar que rações formuladas com nível de 16% de PB, apresentam maior valor para AV**/**PC, em relação ao nível de proteína bruta (12%) (Tabela 13).

Grande parte da proteína absorvida pela ave é retida no intestino e utilizada para o desenvolvimento intestinal, por isso é necessário fornecer e disponibilizar a ave quantidade necessária de proteína, para que as mesmas possam desempenhar seus processos metabólicos.

Na literatura, poucos trabalhos têm associado essas variáveis com diferentes níveis de proteína bruta e adição de aminoácidos sintéticos, em dietas para aves.

Estudos conduzidos com cobaias evidenciam que rações formuladas com esses aminoácidos de forma excessiva resultam em atrofia intestinal e perda da permeabilidade do intestino (BIRKE et al., 1990). Estes autores argumentam que o uso destas substâncias nas rações impede a utilização de aminoácidos específicos pelos enterócitos, uma vez que são rapidamente absorvidos na porção inicial do intestino delgado.

Tabela 13. Médias de altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura das vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção do duodeno do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Variáveis	Níveis PB	Casca Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Média	Testemunha
AV	**12%**	1588Aa	1325Bc	1459Ab	1458	1629,3**
CV=10,82	**16%**	1573Aa	1567Aa	1367Ab	1502	
	Média	1580,8	1446,4	1413,8	**1480**	
PC	**12%**	256Ab	279Aab	285Aa	273,65	281,73*
CV=14,77	**16%**	245Aab	266Aa	225Bb	245,64	
	Média	250,96	272,79	255,28	**259,65**	
(AV/PC)	**12%**	6,27	4,80	5,28	5,45B	5,85^{ns}
CV=17,38	**16%**	6,63	5,98	6,19	6,26A	
	Média	6,45a	5,39c	5,74b	**5,85**	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre fatorial e testemunha. **P<0,01;* P<0,05; ^{ns} = não significativo (p>0,05).

.

Avaliando o fatorial vs testemunha observou-se que ocorreram interações significativas (P<0,05) para as variáveis AV e PC (Tabela 11). Através da análise dos dados, observou-se que as aves alimentadas com a ração testemunha apresentaram

maiores desenvolvimentos de AV e PC em relação às aves alimentadas com diferentes tipos de fibras e diferentes níveis de proteína bruta (Tabela 12).

Diversos fatores podem ter contribuído para esses resultados, principalmente a quantidade e qualidade das fibras, e a proporção de FDN e lignina presente na dieta. É de se esperar que fontes fibrosas pouco fermentáveis tenham mais características abrasivas sobre a mucosa intestinal diminuindo principalmente o tamanho das vilosidades.

Contrariamente, MOORE et al., (1988) não observaram alterações significativas nas células intestinais de suínos alimentados com níveis mais elevados de FDN, exceto que em alguns animais foram encontrados indícios significativos de prejuízo no epitélio intestinal, apontando que certos indivíduos poderiam, ser ou estar mais susceptíveis à ação abrasiva, em decorrência da presença de fibra na dieta.

No jejuno, não ocorreu interação (P>0,05), entre as fontes de fibras e os níveis de proteína bruta, para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 14).

Tabela 14. Valores de F e coeficientes de variação para altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção do jejuno do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Fontes de variação	**Variáveis do jejuno**		
	AV	**PC**	**AV/PC**
Fibras	5,51*	$1,11^{ns}$	$2,49^{ns}$
Níveis de PB	38,56**	75,43**	10,93*
Fibras x Níveis de PB	$0,76^{ns}$	$2,57^{ns}$	$1,81^{ns}$
Fatorial x Testemunha	$1,14^{ns}$	5,17*	$1,56^{ns}$
CV(%)	**10,87**	**14,56**	**16,49**

**P<0,01;* P<0,05; ^{ns}= não significativo (p>0,05).

Para o fator fibra, quando analisado independentemente, mostrou que as fontes de fibras tiveram efeito significativo (P<0,05) sobre AV (Tabela 14). Assim a casca de soja proporcionou maiores valores de AV e a casca de arroz e algodão teve o pior desenvolvimento AV (Tabela 15). Isso se deve a grande quantidade de proteína e a baixa proporção de lignina presente na casca de soja, podendo disponibilizar maior quantidade de nutrientes e energia para renovação celular.

Avaliando a casca de soja em ensaios in vitro foi encontrado um coeficiente de digestibilidade de 96% para a matéria seca, sugerindo que sua fração fibrosa possui alta digestibilidade, mesmo sendo constituída por 70% de parede celular, (ZAMBOM et. al., 2001).

Os níveis de proteína bruta no jejuno tiveram efeito significativo (P<0,01) sobre as variáveis AV, PC e AV/PC (Tabela 14). O nível de proteína bruta (16%) influenciou um maior desenvolvimento das AV e PC e uma redução nos valores da relação AV**/**PC (Tabela 15).

A análise do fatorial *vs* testemunha obteve interações significativas (P<0,05) para a variável PC (Tabela 14). Através da análise dos dados, observou-se que as aves alimentadas com a ração testemunha apresentaram um menor desenvolvimento da PC em relação às aves alimentadas com diferentes tipos de fibras e diferentes níveis de proteína bruta (Tabela 15).

Devido a ação abrasiva da fibra sobre o epitélio intestinal, JIN et al. (1994) relataram que o uso de ingredientes fibrosos na dieta reduz a altura das vilosidades e aumenta profundidade das cripta, portanto, alterando a relação AV**/**PC.

HEDEMAM et al. (2006) avaliando dietas contendo médio e alto teores de fibras, utilizando casca de cevada e pectina purificada como fonte de fibras insolúvel e solúvel, respectivamente, sobre a morfologia do intestino delgado, verificaram que dietas contendo pectina como fonte de fibra reduziram as densidades das vilosidades.

Tabela 15. Médias da altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV PC) da porção do jejuno do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Variáveis	Níveis PB	Casca. Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Média	Testemunha
AV CV=10,87	**12%**	819,15	752,32	770,88	780B	803,29^{ns}
	16%	887,07	857,62	844,99	863A	
	Média	853a	804b	807b	**821,5**	
PC CV=14,56	**12%**	148,18	144,29	136,11	142B	147,38*
	16%	166,99	177,01	172,85	172A	
	Média	157,59	160,65	154,48	**157**	
AV/PC CV=16,49	**12%**	5,59	5,30	5,76	5,55A	5,55^{ns}
	16%	5,39	4,97	4,97	5,11B	
	Média	5,49	5,14	5,37	**5,33**	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre fatorial e testemunha. **P<0,01;* P<0,05; ^{ns}= não significativo (p>0,05).

No Íleo ocorreu interação (P<0,05), entre as fontes de fibras e os níveis de proteína bruta, para as variáveis AV e AV/PC (Tabela 13). O desdobramento da interação para a variável AV mostra que dentro das fontes de fibras utilizadas os níveis de proteína bruta apresentaram efeito significativo apenas para casca de soja e casca de arroz onde o nível de proteína bruta (16%) proporcionou maior AV. Dentro dos níveis de PB somente o nível de 16% foi significativo, mostrando que a casca de algodão teve a menor AV.

A casca de soja além de possuir alta quantidade de FDN e lignina, possui fatores antinutricionais que podem interferir na digestibilidade dos nutrientes e principalmente das proteínas, podendo de fato além de destruir as vilosidades e diminuir AV, não disponibilizar a quantidade de energia necessária para renovação celular.

Com a descamação do vilo, ocorre reposição celular pela migração das células da cripta, que se multiplica em processo hiperplásico (ARGENZIO, 1993). Desse modo, seria esperado aumento da profundidade da cripta, o que não foi observado neste trabalho.

Para a variável AV/PC do íleo, o desdobramento da interação revelou que somente a casca de soja teve efeito dos diferentes níveis de proteína bruta, obtendo o nível de 16% de proteína bruta os maiores valores para a relação AV/PC. Dentro dos níveis de proteína bruta estudados o nível de 16% de proteína bruta teve efeito significativo, assim a casca de soja teve os maiores valores da relação AV/PC no íleo.

Tabela 16. Valores de F e coeficientes de variação para altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV**/**PC) da porção do íleo do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Fontes de variação	**Variáveis do íleo**		
	AV	**PC**	**AV/PC**
Fibras	4,48*	6,84*	9.91**
Níveis de PB	34,64**	5,28*	3,46^{ns}
Fibras x Níveis de PB	3,62*	0,99^{ns}	3,75*
Fatorial x Testemunha	37,30**	0,28^{ns}	15,42*
CV(%)	**9,70**	**12,70**	**15,54**

**P<0,01;* P<0,05; ^{ns}= não significativo (p>0,05).

Analisando os dados relacionados com a proteína bruta, pode-se observar que houve efeito significativo (P<0,05), assim o nível de proteína bruta (16%) resultou em maiores AV e PC (Tabela 16). Concordando com os dados encontrados para duodeno e jejuno (Tabela 17). O efeito da proteína da ração sobre o consumo não é decorrente somente da quantidade de proteína bruta, mas também de sua qualidade, isto é, da concentração e do balanceamento entre os aminoácidos (GONZALES, 2002). Ademais,

a presença de nutrientes no lúmen constitui fator estimulante do crescimento de vilos e criptas (MORAN, 1985).

Esses dados estão de acordo com OTUTUMI, LK et al (2008), que analisando os efeitos de diferentes níveis de proteína bruta (15, 20, 25 e 30 %) sobre a morfometria intestinal de codornas de corte, observaram que a morfometria da mucosa aumentou de forma linear somente para altura vilo do íleo.

Para os tipos de fibras avaliados ocorreu efeito significativo (P<0,05) para a variável PC do íleo, na qual a casca de arroz e a casca de algodão, proporcionaram maiores valores de PC (Tabela 17). A casca de arroz e casca de algodão possui alto teor de lignina e FDN, podendo ter ação abrasiva sobre as vilosidades, como já mencionado acima, dietas com alto teor de FDN pode diminuir a altura das vilosidades e aumentar a profundidade das criptas.

Tabela 17. Médias da altura das vilosidades (µm) (AV), profundidade das criptas (µm) (PC) e a relação entre altura de vilosidades e profundidade das criptas (AV*/* PC) da porção do íleo do intestino delgado de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes de fibra e dois níveis de proteína bruta.

Variáveis	Níveis PB	Casca Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Média	Testemunha
AV	**12%**	586,24Ba	590,89Ba	584,84Aa	587,32	
CV=9,70	**16%**	663,51Aa	647,21Aa	605,24Ab	638,66	542,52**
	Média	624,88	619,05	595,04	**612,99**	
PC	**12%**	131,39	141,66	136,38	136,48B	
CV=12,70	**16%**	133,97	146,08	147,62	142,56A	141,36^{ns}
	Média	132,68b	143,87a	142,00a	**139,52**	
AV/PC	**12%**	4,52Ba	4,22Aa	4,35Aa	4,37	
CV=15,54	**16%**	5,03Aa	4,46Ab	4,17Ab	4,55	3,93*
	Média	4,78	4,34	4,26	**4,46**	

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha distintas diferem entre si pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre fatorial e testemunha. **P<0,01;* P<0,05; ^{ns}= não significativo (p>0,05).

A analise do fatorial *vs* testemunha obteve interações significativas (P<0,05) para a variável AV e a relação (AV*/*PC) (Tabela 16). Através da análise dos dados, observou-se que as aves alimentadas com a ração testemunha apresentaram um menor desenvolvimento das AV e menores valores de (AV*/*PC) em relação às aves alimentadas com diferentes tipos de fibras e diferentes níveis de proteína bruta (Tabela 17).

Esse comportamento diferenciado está relacionado à função prioritária dos segmentos. Em nível de duodeno, a hidrólise dos aminoácidos ainda se encontra incompleta, logo a absorção é mínima. Além disso, nas aves, grandes quantidades de carreadores de membrana estão localizadas no íleo, o que o torna o principal sítio de absorção de aminoácidos (RUTZ, 2002) e justifica o comportamento diferente do íleo em relação ao duodeno e jejuno sobre a altura das vilosidades do íleo.

3.5. Viabilidade econômica

A viabilidade econômica refere-se aos alimentos utilizados, já que estes representam o maior custo na produção, atingindo cerca de 60 a 75% na produção de poedeiras comerciais. A discussão foi conduzida em função dos tipos de fibras utilizadas e os níveis de inclusão de proteína bruta na dieta das aves.

Os valores para alguns parâmetros econômicos podem auxiliar na decisão pela utilização de fibras como a casca de soja, casca de arroz e casca de algodão e diferentes níveis de proteína bruta (12 e 16%).

Avaliando relação entre à utilização de fibras e diferentes níveis de proteína bruta em relação à dieta testemunha observaram-se que a dieta testemunha, apresentou menores custos para os parâmetros econômicos avaliados (Tabela 18) sendo a dieta mais viável economicamente e que resultou em melhores resultados de desempenho.

Dentro dos tipos de fibras, a casca de soja proporcionou maiores custos para todos os parâmetros econômicos avaliados. Devido à casca de soja ter um maior teor de proteína, faz com que ela agregue mais valor ao produto.

Tabela 18 – Parâmetros de custo de rações formuladas com diferentes fontes de fibra (casca de soja, casca de arroz e casca de algodão) com diferentes niveis de PB (12 e 16%).

Variáveis	Níveis PB	Casca Soja	Casca Arroz	Casca Algodão	Testemunha
Custo da ração (R$/kg)	12%	0,51	0,49	0,48	0,44
	16%	0,56	0,54	0,53	
Custo/kg de ovo (R$/kg)	12%	1,10	1,09	1,08	0,902
	16%	1,15	1,08	1,11	
Custo/dz de ovos (R$/dz)	12%	0,91	0,89	0,87	0,75
	16%	0,95	0,92	1,01	

Em relação aos níveis de proteína bruta utilizados foi observado que dentro de todos os parâmetros de custos avaliados, quando ocorre a formulação de ração com baixos níveis de proteína bruta (12%) a tendência dos custos de produção com a dieta é diminuir, quando comparado com dietas com altos valores de proteína bruta (16%).

Avaliando todos os tratamentos, o que apresentou menores valores para todos os parâmetros avaliados foi o tratamento testemunha que não possuía adição de fibra e formulado com o nível exigido de proteína bruta. Dentro do fatorial tipo de fibra com níveis de proteína bruta o tratamento com menores custos seria agregar a casca de algodão com o menor nível de proteína bruta (12%) para a produção de ovos com custos menores, porém é o tratamento que obteve piores resultados de desempenho.

4. Conclusão

A inclusão de fibra na dieta de poedeiras comerciais pode causar efeitos negativos sobre os parâmetros de desempenho e desenvolvimento da mucosa intestinal do duodeno, quando comparada a uma dieta formulada sem a inclusão de fibra. O mesmo não foi observado para os parâmetros de qualidade dos ovos, biodisponibilidade de nitrogênio e saúde intestinal do jejuno. Observou-se que dietas formuladas com baixa inclusão de PB resultam em menor excreção de nitrogênio, sem

afetar os parâmetros de qualidade dos ovos, porém afetaram expressivamente as variáveis de desempenho.

A utilização de casca de soja nas dietas das aves proporcionou os melhores resultados para as variáveis de desempenho e qualidade dos ovos, mas apresentou baixa retenção de nitrogênio quando formulada com um alto nível de PB (16%) e seu custo foi maior quando comparada com as demais fibras e dieta testemunha. A utilização de teor de alta fibra com redução da PB da dieta pode diminuir a excreção de nitrogênio e influenciar diretamente os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos e saúde intestinal.

5. Referências

ARGENZIO, R.A. Digestão absorção e metabolismo. In: SWENSON, M.J. (Ed.) **Dukes: fisiologia dos animais domésticos.** 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p.253-272.

BIRKE, H.; THORLACIUS-USSING, O.; HESSOV, I. Trophic effect of dietary peptides on mucosa in the rat small bowel. **Journal Parenteral and Enteral Nutrition**, Silver Spring, v. 14, p. 265, Ago. 1990. Supplement.

BRAGA, D.F. **Níveis de energia e proteína para duas linhagens de poedeiras legornes.** 1978. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1978.

BREGENDAHL, K. et al. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 81, p. 1156–1167, 2002.

CAMPS D. M.; EDGHILL E. Niveles de proteina en dietas para ponedoras. **Revista Cubana de Ciencia Avicola**, v. 23, n.1, p. 35-40, 1999.

CARMINO, F. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína na ração sobre o desempenho de poedeiras leves em produção no período de 20 a 33 semanas de

idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 28., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1992. p. 309.

COSTA, F.J.P. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.6, p.1421-1427, 2004.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v.23, n.1-3, p.141-167, 1989.

EHLE, F. R. et al. The influence of dietary fiber on digestibility, rate of passage and gastrointestinal fermentation in pigs. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.55, n.5, p.1071-1081, 1982.

FUKUSHIMA, R. S. & DEHORITY, B. A. Feasibility of using lignin isolated from forages by solubilization in acetyl bromide as a standard for lignin analyses. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.78, n.12, p.3135-3143, 2000.

GONZÁLES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M. et al. (Ed.). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 187-199.

HAMILTON, R.M.G. The effects of dietary protein level on productive performance and egg quality of four strains of white leghorn hens. **Poultry Science**, v. 57, n. 5, p. 1355-64, 1978.

HARMS, R.H., DOUGLAS, C.R. Relationships of rate of egg production as affected by feed to Haugh units of eggs. **Poultry Science**, v. 39, n. 1, p. 75-86, 1960.

HEDEMANN, M.S.; ESKILDSEN, M.; LAERKE, H. N.; PEDERSEN, C.; LINDBERG, J. E.; LAURINEN, P.; BACH KNUDSEN, K. E. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. **Journal of Animal Science**, v. 84, p.1375-1386, 2006.

HERBER-MC-NEILLI, S. M., and M. E. VAN ELSWYK. 1998. Dietary marine algae maintains egg consumer acceptability while enhancing yolk color. Poult. Sci. 77:493–496. Leeson, S., and J. D. Summers. 2005. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd ed. Univ. Books, Guelph, Ontario, Canada.

JIN,L.; REYNOLDS, L.P..; REDMER, D.A.; CATON.; J.S.;CRENSHAW, J.D. Effects of dietary fiber on intestinal growt, and morphology in growing pigs. **Journal animal science,** v. 72, p. 2270-2278, 1994.

KESHAVARS, K; R. E. AUSTIC, R. E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v. 83, p. 75–83, 2004.

KING, R. H; TAVERNER, M. R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production,** Edimburgh, v.21, p.275-284, Dec. 1975.

KING, R. H; TAVERNER, M. R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production,** Edimburgh, v.21, p.275-284, Dec. 1975.

LAURENTIZ, A. C.; FILARDI, R. S.; RODRIGUES, E. A.; et al. Níveis de aminoácidos sulfurados totais para poedeiras semi-pesadas após a muda forçada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.164-168, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Proteins and amino acids.** In: Scott's nutrition of the chicken. 4th ed. Ghelph: University Books, 2001.p. 591.

LEMOS,M. R. B.; SOARES, L. A. S. (1999), Farelo de Arroz: um subproduto em estudo.*Óleos e* Grãos, v. 51, p. 40-47.

McAUSLANE, H.J.; ALBORN, H.T. Systemic induction of allelochemicals in glanded and glandless isogenic cotton by *Spodoptera exigua* feeding. **Journal of Chemical Ecology**, v.24, n.2, 399-416, 1998.

MELUZZI, A., F. Sirri, N. TALLARICO, and A. FRANCHINI. 2001. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentrations of amino acids and energy. Br. **Poult. Sci.** 42:213–217.

MONTAGNE, L., J. R. PLUSKE, and D. J. HAMPSOM. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Anim. Feed Sci. Technol.**v.108.p.95–117.

MOORE, R. J. et al. Growth nutrient utilization and intestinal morphology of pigs fed high fiber diets. **Journal of Animal Science,** v. 66, p. 1570-1579, 1988.

MORAN, E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through prenatal development. **J. Nutr**., Philadelphia, v. 115, n. 5, p. 665-674, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrient requirement of poultry.* 9. ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**. 155p.

NEWTON, G. L.; HAYDON, K. D. Effect of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing, finishing barrows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.62, n.3, p.665-671, 1986.

OTUTUMI, LK et al, Utilização de probiótico em rações com diferentes níveis de proteína sobre o comprimento e a morfometria do intestino delgado de codornas de corte. v. 30i3, p. 804 **Acta Sci.** Anim. Sci. 2008.

PAVAN, A.C. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurosos totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.568-57, 2005.

RIZZO SILVA, M.F. **Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina.** 2006. 107f. Tese (doutorado em zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

ROBERTS, S. A. et al. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. **Poult. Sci**. 86:1625–1632, 2007.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 189p.

RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M. et al. (Ed.). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 135-141.

SAS. **INSTITUTE SAS ® user' guide:** statistics. Cary, NC, 2002.

SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.72, n.9, p.2362-2368, 1994.

SHRIVER, J. A., S. D. CARTER, A. L. SUTTON, B. T. RICHERT, B. W. SENNE, and L. A. PETTEY. 2003. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **J. Anim. Sci**. 81:492–502.

SILVA FILHO, M.C.; FALCO, M.C. Interação plantainseto. **Biotecnologia: Ciência &Desenvolvimento**, v.2, n.12, p.38-42, 2000.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 166p.

SILVA, Y.L. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.840-848, 2006.

STEIN, H. H., M. L. GIBSON, C. PEDERSEN, and M. G. BOERSMA. 2006. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. **J. Anim. Sci**. 84:853–860.

SUGANDI, D., BIRD, H.R., ATMADILAGA, D. The effect of different energy and protein levels on the performance of laying hens in floor pens and cages in the tropics. **Poultry Science**, v. 54, n. 4, p. 1107-1114, 1975.

SUMMERS, J. D; LEESON, S. Laying hen performance as influenced by protein intake to sixteen weeks of age and body weight at point of lay. **Poultry Science**, 73:495–501, 1994.

THORNTON, P.A., MORENG, R.E., BLAYLOCK, L.G. et al.. The effects of dietary protein level on egg production, egg size, egg quality and feed efficiency. **Poultry Science**, v. 35, n. 5, p. 1177, 1956.

ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.