

AVALIAÇÃO MORFO-HISTOLÓGICA DA MUCOSA INTESTINAL DE COELHOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS E FONTES DE FIBRA

Alex Martins Varela de Arruda

Professor Adjunto, Departamento de Ciências Animais / DCAN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido / UFERSA, Mossoró – RN. email: alexmva@ufersa.edu.br

Raimunda Thyciana Vasconcelos Fernandes

Aluna do Curso de Zootecnia, Departamento de Ciências Animais / DCAN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido / UFERSA, Mossoró – RN. email: athyci@hotmail.com

Jaqueline Maria da Silva

Aluna do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal/PPCA, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/ UFERSA, Mossoró – RN. email: jaque_linemaria@hotmail.com

Darci Clementino Lopes

Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia / DZO, Universidade Federal de Viçosa / UFV, Viçosa – MG. email: dclopes@ufv.br

Resumo - Com o objetivo de avaliar a influência da fonte e do nível da fibra dietéticos sobre a morfo-histologia do intestino delgado, nas porções medianas do duodeno, jejuno e íleo, foram utilizados 40 coelhos da raça Nova Zelândia Branco em fase de crescimento, desmamados com 35 dias de idade e distribuídos em gaiolas individuais, através de um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x2). Aos 45 dias de idade os animais foram abatidos e amostras da mucosa do duodeno, jejuno e íleo foram colhidas para o presente estudo. Observou-se interação significativa entre os tratamentos dietéticos para os parâmetros morfo-histológicos intestinais, verificando-se que as dietas com alto e baixo nível de fibra com a casca de soja propiciaram maiores valores de altura de vilosidade, e as dietas com alto e baixo nível de fibra com o feno de alfafa propiciaram maiores valores de profundidade de cripta, enquanto, o número de células caliciformes foi maior para dieta de alta fibra com casca de soja. Portanto, a qualidade dos componentes da fibra dos alimentos influenciou significativamente a descamação e renovação celular da mucosa intestinal, evidenciado pela maior relação altura de vilosidade:profundidade de cripta proporcionada pelas dietas com casca de soja em relação àquelas com feno de alfafa.

Palavras-chave: altura de vilosidade, casca de soja, células caliciformes, feno de alfafa, profundidade de cripta, *Oryctolagus cuniculus*

EVALUATE OF THE INTESTINAL MORPHOLOGY AND HISTOLOGY OF RABBITS FEEDING WITH DIFFERENT FIBER SOURCES AND LEVELS

Abstract - To evaluate the effects of fiber level and source in diets on the intestinal morphology and histology of duodenum, jejunum and ileum medium portions, it used 40 rabbits New Zealand White race in growing phase, weaned with 35 days of age, allocated in individual cages in the entirely randomized design with 2x2 factorial outline. Samples of duodenum, jejunum and ileum of animals slaughtered at 45 days of age were collected to the present study. It was observed significant interaction of the dietary treatments on the intestinal morphology and histology parameters, being verify that diets with high e low level of fiber with soybean hulls propitiated the greater values of villus height and those diets with high e low level of fiber with alfalfa hay propitiated the bigger values of crypt depth, while the number of goblet cells was larger to the diet with high level of fiber contained soybean hulls. And so there was significant effect of the food quality in terms of fiber components on the extrusion and turnover in intestinal mucous membrane cells, it was evidenced by the greater villus height: crypt depth ratio provided with the diets contained soybean hulls in relation to those diets contained alfalfa hay.

Keywords: alfalfa hay, crypt depth, goblet cells, *Oryctolagus cuniculus*, soybean hulls, villus height

INTRODUÇÃO

Os coelhos, herbívoros não-ruminantes de ceco funcional e praticantes de cecotrofia, devido a estas características, acomodam em seu trato digestivo uma população microbiana simbiótica com funções digestivas as quais o hospedeiro é incapaz de realizar, como a digestão de carboidratos estruturais, a síntese de aminoácidos essenciais e de vitaminas do complexo B, permitindo a sobrevivência à base de dietas de baixo valor nutricional como os alimentos fibrosos (DE BLAS, 1989). Assim, em função de sua fisiologia digestiva, em particular, a prática da cecotrofia, com a rápida excreção das partículas de maiores dimensões ou menos digestíveis e a retenção das menores ou de maior digestibilidade, tornam-se permissíveis a elaboração de programas de alimentação utilizando diversos tipos de alimentos fibrosos disponíveis regionalmente (CUNHA, 2000; MENDES et al, 2000; SCAPINELLO, 1986). No entanto, para um bom funcionamento do trato digestório dos coelhos a fibra dietética deve ser proveniente de duas ou mais fontes com características nutricionais distintas para atendimento das necessidades físicas e químicas de funcionamento do peculiar trato digestório destes animais, e ainda, a inclusão máxima de cereais aliada a um nível mínimo de alimentos fibrosos, diferenciando esta espécie em relação ao balanceamento dietético e à eficiência no aproveitamento da energia (ARRUDA et al., 2003; FERREIRA, 1989; QUIRILO et al., 2006).

Assim, o estudo de alimentos fibrosos na alimentação de coelhos tem como finalidade básica subsidiar a elaboração de rações de mínimo custo, visando baixar os custos totais de produção, devido à habilidade destes animais em extrair nutrientes a partir de alimentos não-convencionais e transformá-los em carne de alto valor biológico para nutrição humana. Isto sugere que é possível diminuir o uso de grãos na nutrição cunícola, reduzir a competição com outras espécies não-ruminantes e evitar distúrbios nutricionais relacionados ao excesso de cereais na dieta destes animais. Em diversas espécies, a adição de alimentos fibrosos na ração é responsável pelo aumento do peso, volume e capacidade do trato gastrointestinal (HANSEN et al., 1992). Entretanto, este processo depende, principalmente, da estrutura química da fibra, como por exemplo, o grau de lignificação, associação a outros compostos, concentração e nível dietético, estado fisiológico do animal,

idade e peso vivo, além da taxa de passagem do alimento pelo intestino (LOW, 1993). Em geral, ocorre uma relação inversa entre o percentual de fibra e a digestibilidade da dieta (ANUGWA et al., 1992; KNUDSEN et al., 1993) devido, principalmente, à maior taxa de passagem do alimento e conseqüentemente, menor período de fermentação no intestino grosso. No entanto, Dierick et al. (1989), trabalhando com suínos, observaram que esta relação não foi válida para a alfafa, e especialmente para a casca de soja devido à elevada fermentação ou degradabilidade desta fonte fibrosa dietética.

As fontes e os níveis de fibra dietética influenciam a morfologia da mucosa intestinal, alterando a altura das vilosidades, profundidade das criptas e o número de células calciformes (JIN et al., 1994; KLASING, 1998; YU e CHIOU, 1997). De acordo com Hancock et al. (1990), a profundidade da cripta é um indicativo do nível da hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado, entre outros fatores, com a magnitude da zona de extrusão das vilosidades e o grau de antigenicidade dos componentes da ração. A relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (LI, 1991; NABUUS, 1995). De acordo com Oetting et al., (2006) ao relacionarem efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal em leitões recém-desmamados, observaram que não houve diferença estatística na relação peso:comprimento do intestino delgado, mas encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para peso relativo do trato gastrointestinal total e do intestino delgado vazio. De acordo com Chiquieri et al. (2007), a flora microbiana em equilíbrio no trato digestório atua como barreira defensiva do animal, aderindo às paredes intestinais e impedindo a fixação dos patógenos, de modo que a disbiose causada por estresse produtivo ou mudanças nos padrões alimentares, criam ambiente favorável à fixação de microrganismos patogênicos que podem provocar modificações estruturais, como o encurtamento das vilosidades. Essa redução na área das microvilosidades resulta em menor desenvolvimento enzimático, menor transporte de nutrientes e predispõem os animais à condição de má absorção, desequilíbrio hídrico e infecções entéricas (CERA, 1988).

Poucos trabalhos têm procurado demonstrar o efeito dos alimentos fibrosos sobre a morfologia intestinal de coelhos, resultando em demanda por informações sobre as condições das vilosidades e das criptas da mucosa intestinal, especialmente em virtude da alta correlação com o tipo de alimentação fornecido aos animais em cada categoria produtiva, e por possuir uma inferência direta sobre a saúde dos animais e eficiência digestiva ou conversão alimentar. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi de avaliar a influência do nível e da fonte da fibra dietéticos sobre a morfologia e histologia do epitélio do intestino delgado de coelhos em fase de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os coelhos da raça NZB foram alojados em gaiolas individuais de arame galvanizado, com dimensões de 40 cm x 60 cm x 45 cm (comprimento, largura e altura), providas de bebedouros automáticos tipo chupeta e comedouros de chapa galvanizada semi-automáticos instalados em um galpão de alvenaria com 6 metros de largura, pé-direito de 3 metros, cobertura de telha de amianto, e, muretas laterais providas de tela e cortinas de plástico para controle da ventilação. Diariamente, foram registrados a temperatura por meio de um termômetro de máxima e mínima, instalado à altura das gaiolas, sendo de 31°C e 19°C a amplitude térmica média durante o período experimental. Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x2) constituindo quatro tratamentos dietéticos, resultantes de dois níveis de fibra (baixa fibra – BF ou alta fibra – AF) e duas fontes de fibra (feno de alfafa – FA ou casca de soja – CS). As amostras de alimento e das rações foram coletadas, moídas em moinho tipo wiley, peneira de malha 1,0 mm, e em seguida acondicionadas em recipientes plásticos identificados para as análises químico-energéticas conforme metodologia e técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). As rações experimentais foram formuladas e peletizadas de acordo com as recomendações nutricionais para coelhos em crescimento (ARRUDA *et al.*, 2002; DE BLAS & WISEMAN, 1998). A composição percentual e químico-energética dos tratamentos dietéticos encontra-se na Tabela 1.

Para avaliar a influência do nível e da fonte de fibra sobre os parâmetros morfo-

histológicos da mucosa intestinal, nas porções medianas do duodeno, jejuno e íleo dos coelhos, foram utilizados 40 animais, desmamados aos 35 dias, alojados individualmente e distribuídos aleatoriamente aos tratamentos, e alimentados à vontade com as dietas experimentais por um período de 45 dias. Ao final deste período, os coelhos foram abatidos por atordoamento e sangria na jugular e imediatamente após o abate procedeu-se a coleta de segmentos de 1 cm de diâmetro da mucosa do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). As amostras, previamente lavadas com água destilada, foram fixadas em formol a 5% por 48 horas e posteriormente transferidas para soluções com concentrações crescentes de álcool (70, 80 e 90%) seguidas de duas baterias de álcool etílico absoluto (durante 6 horas cada), concluindo assim, o processo de desidratação. Na diafanização, o álcool presente nos tecidos foi substituído por xilol, sendo as amostras mantidas em álcool:xilol (1:1) por uma hora e posteriormente imersas em duas seqüências de xilol por 30 minutos cada. Durante a impregnação o xilol é substituído por parafina fundida em estufa a 60°C. Uma vez impregnados, os tecidos são colocados em formas de papel, à temperatura ambiente, obtendo-se os blocos de tecido de mucosa intestinal. Os cortes nos blocos foram feitos em micrótomo com a espessura de 6 mm e as fitas obtidas foram transferidas para o equipamento termostático a 40°C e posteriormente distendidas em meio aquoso para posterior confecção das lâminas. Para a coloração, os cortes foram desparafinizados em estufa a 60°C por 30 minutos e colocados em duas baterias de xilol (5 minutos cada), depois mergulhados em soluções decrescentes de álcool a 90, 80 e 70%. Os cortes foram então corados pela solução aquosa de hematoxilina durante um minuto e meio e deixados em água comum por cinco minutos. Posteriormente, foram corados em solução eosina por três minutos e então, hidratados novamente. Uma nova desidratação é realizada com soluções crescentes de álcool (70,80 e 90%) por dois minutos cada e duas baterias de álcool etílico absoluto pelo período de três minutos cada, iniciando-se a diafanização, com duas baterias de xilol (durante 5 minutos cada). As lâminas foram montadas com uma gota de bálsamo sobre o corte e recobertas com lamínulas. Foram confeccionadas quatro lâminas por tratamento e cada uma amostrada como equivalente a 10 vilosidades intestinais, para avaliação de altura de vilosidade, profundidade

de cripta e número de células caliciformes (JIN et al., 1994; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1995), através de microscopia eletrônica e sistema de analisador de imagens. Os dados experimentais

foram submetidos à análise de variância e teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade pelo programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.

Tabela 1. Fórmula Percentual de Ingredientes e Composição Químico-Energética das Rações

	Baixa Fibra / Feno de Alfafa (BFFA)	Baixa Fibra / Casca de Soja (BFCS)	Alta Fibra / Feno de Alfafa (AFFA)	Alta Fibra / Casca de Soja (AFCS)
Alimentos				
Feno de alfafa	20,0	-	35,0	-
Casca de soja	-	15,0	-	25,0
Óleo de soja	-	-	4,60	5,00
Milho grão	46,0	47,5	28,0	30,0
Farelo de soja	16,0	20,0	13,5	20,7
Farelo de trigo	9,00	9,00	9,00	9,00
Sabugo de milho	6,00	5,00	6,00	5,00
Sal comum	0,60	0,60	0,60	0,60
Calcário	0,60	1,10	0,05	0,85
Fosfato Bicálcico	1,00	0,90	1,20	1,10
Suplemento Min.Vit.*	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-metionina	0,05	0,05	0,10	0,10
L-lisina	0,10	0,04	0,09	0,02
Caulim	0,25	0,41	1,46	2,23
Nutrientes				
Energia Digestível kcal/kg	2804	2798	2801	2798
Proteína Bruta %	17,07	17,10	17,12	17,09
Fibra Det. Neutro %	24,47	23,23	30,31	28,92
Fibra Det. Ácido %	14,04	14,43	18,18	18,68
Extrato Etéreo %	3,11	2,90	7,41	7,40
Amido %	31,91	32,81	21,57	22,68
Cálcio %	0,79	0,79	0,79	0,79
Fósforo %	0,53	0,53	0,52	0,54
Lisina %	0,92	0,92	0,92	0,92
Metionina %	0,58	0,58	0,58	0,59

* _ Composição do Suplemento Mineral e Vitamínico por kg de ração: Fe (180 g), Cu (20 g), Co (4 g), Mn (80 g), Zn (140 g), I (4 g), vit.A (10 000 000 UI), vit.D (1 000 000 UI), vit.E (15 000 UI), vit.B₁ (1,5 g), vit.B₂ (3,0 g), vit.B₆ (1,5 g), vit.B₁₂ (2 mg), vit.C (30 g), vit.K (12,5 g), ácido pantotênico (12,0 g), ác.nicotínico (22 g), antioxidante BHT (20 g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de altura das vilosidades (AV), verificando-se interação significativa entre fontes e níveis de fibra das dietas, e constatando-se que ambos os níveis de fibra com casca de soja (AFCS e BFCS) propiciaram os maiores valores AV em relação àqueles obtidos com o feno de alfafa; observou-se também que AV foi maior para duodeno em relação ao íleo, sendo estes valores superiores aos do jejuno. Os valores médios de profundidade de cripta (PC) propiciaram interação significativa entre as fontes e níveis de fibra das dietas, constatando-se assim

que ambos os níveis de fibra com feno de alfafa (AFFA e BFFA) propiciaram os maiores valores PC em relação àqueles obtidos com a casca de soja; observou-se também que PC foi maior para jejuno em relação aos valores obtidos no íleo e no duodeno. Para relação altura de vilosidade : profundidade de cripta (AV:PC), verificou-se interação significativa entre as fontes e níveis de fibra das dietas, constatando-se que ambos os níveis de fibra com casca de soja (AFCS e BFCS) propiciaram os maiores valores médios AV:PC em relação àqueles obtidos com o feno de alfafa; observou-se também que AV:PC foi maior para duodeno em relação ao íleo, sendo estes valores superiores aos do jejuno.

Tabela 2. Médias de Altura de Vilosidades (AV), Profundidade de Criptas (PC), Relação Vilosidade:Cripta (AV:PC) e Número de Células Caliciformes (NCC) do Intestino Delgado de Coelho

Morfometria	Dietas Experimentais				CV (%)
	BFFA	BFCS	AFFA	AFCS	
AV (mm)					
Duodeno	617,97 ^b	712,24 ^a	582,45 ^b	696,70 ^a	23,19
Jejuno	474,06 ^b	533,11 ^a	421,37 ^b	530,03 ^a	22,26
Íleo	580,59 ^b	697,67 ^a	577,54 ^b	663,44 ^a	21,30
PC (mm)					
Duodeno	138,13 ^a	117,84 ^b	146,09 ^a	118,67 ^b	23,80
Jejuno	171,40 ^a	142,54 ^b	179,44 ^a	144,20 ^b	24,50
Íleo	146,83 ^a	124,04 ^b	155,30 ^a	126,70 ^b	25,20
AV:PC					
Duodeno	4,47 ^b	6,01 ^a	3,98 ^b	5,91 ^a	21,95
Jejuno	2,76 ^b	3,74 ^a	2,34 ^b	3,67 ^a	20,78
Íleo	3,95 ^b	5,62 ^a	3,72 ^b	5,23 ^a	21,14
NCC *					
Duodeno	8,00 ^c	17,0 ^b	16,0 ^b	28,0 ^a	36,90
Jejuno	6,00 ^c	13,0 ^b	12,0 ^b	24,0 ^a	33,60
Íleo	9,00 ^c	18,0 ^b	18,0 ^b	29,0 ^a	36,30

a,b _ médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste Duncan (P<0,05)

* _ contagem em área equivalente a 10 vilosidades para cada porção intestinal

As possíveis inferências, quanto ao tipo e nível de fibra, podem estar relacionadas inicialmente com a eficiência alimentar e posteriormente com a incidência de transtornos digestivos, sugerindo a consideração do fracionamento da “fibra indigestível” como a melhor caracterização dietética para as necessidades de fibra fisicamente efetiva para estes animais. Níveis de 12 a 14% de fibra bruta ou 17 a 21% de fibra em detergente ácido, são os melhores indicadores da necessidade de agente promotor de peristalse ou motilidade intestinal, devido a melhor estimativa da fração lignocelulósica, e alta correlação negativa com a concentração energética da dieta, além da adequação fisiológica à cecotrofia, baseada no processo seletivo de excreção da fibra mais lignificada a partir da região do ceco-cólon nesta espécie (FRAGA et al., 1991; GIDENNE, 1996).

Os alimentos vegetais possuem uma ampla e variável composição fibrosa com distintas características físico-químicas, desde a higroscopicidade e seus efeitos sobre a solubilidade e viscosidade intestinal, passando pelos efeitos estimulatórios ou inibitórios sobre a distensão e motilidade intestinal, até a magnitude de lignificação dos componentes da parede celular e seus efeitos sobre a digestibilidade das dietas. Assim, as fibras insolúveis como as celuloses incrustadas com as ligninas apresentam pequena capacidade de captação de água e menor viscosidade, enquanto as fibras solúveis são altamente absorptivas produzindo misturas em consistência de gel, onde ocorre a inclusão das moléculas de água. As fibras solúveis são representadas principalmente pelas mucilagens, pectinas e algumas hemiceluloses. Este fracionamento caracteriza uma das principais diferenças em relação às fontes de fibra utilizadas neste estudo (feno de alfafa versus casca de soja).

Tais fibras dietéticas ao atingirem o ceco-colon sofrem ação bacteriana da microflora, sendo fermentadas em maior ou menor grau, de acordo com sua estrutura e composição química, cuja atividade fermentativa resultam em carbonilas (monossacarídeos) e álcoois, os quais são reduzidos a ácido lático, hidrogênio, gás carbônico, metano e ácidos graxos voláteis de cadeia curta que são fundamentais na nutrição e manutenção das células componentes das vilosidades intestinais (VAN SOEST et al, 1991).

Os efeitos sobre a morfologia da porção duodenal dos coelhos, em termos de AV e PC, podem ser ilustrados nas Figuras 1, 2, 3 e 4, em função do nível e tipo de fibra incorporado às

vilosidades devido à maior abrasividade ou extrusão sobre a superfície epitelial intestinal (ARRUDA et al., 2002; SANTOMÁ et al., 1993), tanto quanto efeito inverso, um favorecimento dos mecanismos de manutenção da integridade epitelial, devido a certo efeito trófico propiciado pelos ácidos graxos voláteis de cadeia curta, atuando também como promotores do equilíbrio da microbiota, especialmente em virtude do aspecto migratório ileal a partir da microflora cecal (LUPTON & KURTZ, 1993; MAIORKA, 2000; VASSALLO et al., 2007).

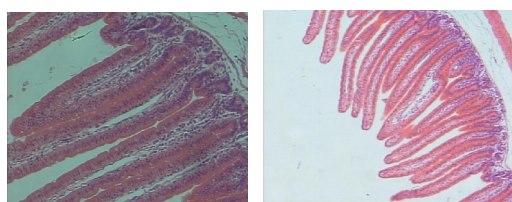


Figura 1. Morfologia Duodenal de Coelhos Alimentados com as Rações de Baixa Fibra e Feno de Alfafa

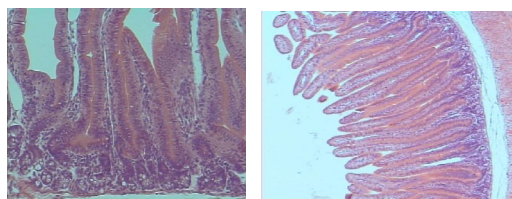


Figura 2. Morfologia Duodenal de Coelhos Alimentados com as Rações de Baixa Fibra e Casca de Soja

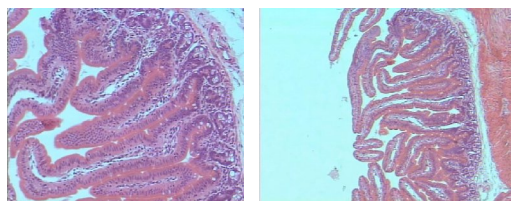


Figura 3. Morfologia Duodenal de Coelhos Alimentados com as Rações de Alta Fibra e Feno de Alfafa

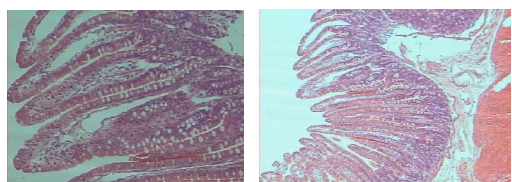


Figura 4. Morfologia Duodenal de Coelhos Alimentados com as Rações de Alta Fibra e Casca de Soja

De acordo com a literatura, existe uma certa dualidade de efeitos quanto à inclusão de forrageiras nas rações para monogástricos, diferenças e semelhanças, por exemplo, os resultados obtidos quanto ao aumento da relação vilosidade:cripta apresenta-se similar aos resultados observados por Oliveira et al. (2000), que ao avaliar a utilização de diferentes espécies de leucena e feijão guandu nas rações de aves verificaram algumas tendências sobre os parâmetros altura de vilosidade e profundidade de cripta. Quanto à relação vilosidade:cripta, verificou-se que houve aumento nesta variável com a utilização de leucena, tanto no jejuno quanto no íleo, porém, a julgar pelo desempenho das aves nessa fase, o aumento nessa relação não melhorou a capacidade de absorção dos animais. No entanto, não apresentaram diferença significativa nos demais tratamentos quanto à altura de vilosidade, profundidade de cripta ou relação vilosidade:cripta, com indicativo de que não houve influência dos fatores antinutricionais destes alimentos sobre tais parâmetros no período de crescimento. Por outro lado, Ortiz et al. (1994), que observaram atrofia e redução do tamanho de vilosidades na mucosa duodenal de aves que receberam dietas contendo forragens. Assim, quantidade e qualidade da fibra dietética são importantes nutricionalmente para coelhos, não só pelo fornecimento de energia pela atividade fermentativa cecal, mas principalmente pelos efeitos sobre a viscosidade e regulação do trânsito da digesta, determinantes para digestibilidade dos nutrientes e normalidade da fisiologia digestiva nesta espécie (ARRUDA et al., 2003; MORISSE, 1982; DE BLAS, 1989; GIDENNE, 1992).

A tendência observada de maiores valores de AV e menores valores de PC, apresentados na Tabela 2, tanto para alto quanto para baixo nível de fibra na dieta contendo casca de soja (AFCS e BFCS), quando contrastadas com as dietas de alto ou baixo nível de fibra contendo feno de alfafa (AFFA e BFFA), pode ser explicada pela qualidade dos componentes da fibra destes volumosos, em termos de efeito abrasivo ou de extrusão causado pela lignocelulose indigestível sobre a mucosa intestinal, pois a casca de soja apresentou teores de FDN, FDA e lignina de 61, 41 e 8%, respectivamente, enquanto o feno de alfafa apresentou teores de FDN, FDA e lignina de 49, 34 e 12%, respectivamente. A profundidade da cripta é um indicativo da capacidade compensatória ou hiperplasia das células

epiteliais em virtude de um maior nível de agressão à estrutura morfológica da mucosa intestinal causada pelas dietas. A redução da altura das vilosidades em decorrência do aumento na taxa de descamação epitelial pode ser resultante do incremento da profundidade da cripta, visando assegurar a adequada taxa de *turnover* celular e garantir a reposição das perdas de células da região apical das vilosidades (ARAÚJO et al., 2006; OETTING et al., 2006), permitindo inferir quanto maior a relação AV:PC melhor a absorção de nutrientes e menores as perdas energéticas com renovação celular. Tais efeitos podem ser ilustrados através da morfometria da porção jejunal dos coelhos, nas Figuras 5, 6, 7 e 8, em termos de AV e PC.

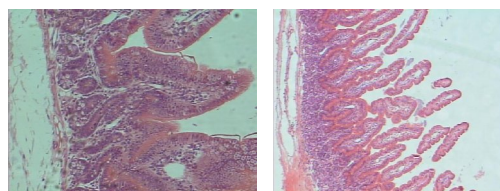


Figura 5. Morfologia Jejunal de Coelhos Alimentados com as Rações de Baixa Fibra e Feno de Alfafa

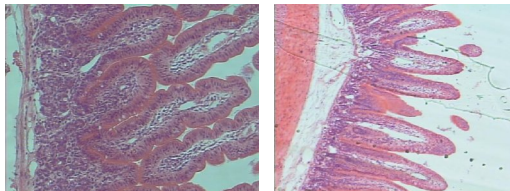


Figura 6. Morfologia Jejunal de Coelhos Alimentados com as Rações de Baixa Fibra e Casca de Soja

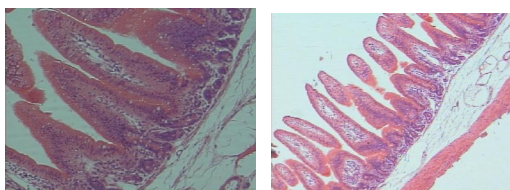


Figura 7. Morfologia Jejunal de Coelhos Alimentados com as Rações de Alta Fibra e Feno de Alfafa

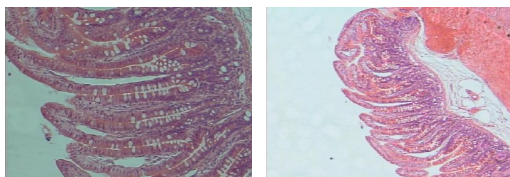


Figura 8. Morfologia Jejunal de Coelhos Alimentados com as Rações de Alta Fibra e Casca de Soja

Na Tabela 2, em relação ao número de células caliciformes (NCC), verificou-se interação significativa entre as fontes e níveis de fibra das dietas, constatando-se que alto nível de fibra com casca de soja (AFCS) propiciou o maior NCC em relação àqueles obtidos com o baixo nível de fibra com casca de soja (BFCS) o qual não diferiu significativamente do alto nível de fibra com feno de alfafa (AFFA), porém, todos estes foram superiores aos obtidos com baixo nível de fibra com feno de alfafa (BFFA). Observou-se também que NCC foi menor no jejuno em relação ao duodeno possivelmente devido à função auxiliar de neutralização da acidez gástrica e manutenção da fase aquosa estacionária da mucosa intestinal (“*glicocálix*”), enquanto no íleo pode estar relacionado com viscosidade da digesta ou higroscopicidade da fibra e barreira física imunológica devido a certa atividade microbiana migratória do ceco-cólon (Figuras 9, 10, 11 e 12). Por outro lado, o aumento da produção de muco pode ser também uma tentativa de proteção das células intestinais aos fatores físicos inerentes à fibra alimentar, pela natureza físico-química dos volumosos, bem como efeito abrasivo ou de extrusão (DE BLAS & WISEWMAN, 1998; GIDENNE, 1996).

Comparativamente, em estudo realizado por Jin et al. (1994) demonstraram que houve um aumento na taxa de renovação das células epiteliais do ceco-colon, responsáveis pelo aumento da produção de muco no intestino de suínos, na fase de crescimento, recebendo níveis mais elevados de fibra na ração. Suínos na fase de puberdade alimentados com dietas contendo de 13 a 20% de FDN apresentaram aumento significativo da área ocupada pelas células caliciformes no epitélio do ceco e intensa reação histoquímica (PAS), confirmando que rações com elevados teores de fibra promoveram aumento na produção de muco, possivelmente uma tentativa de proteger o epitélio contra a ação abrasiva da fibra. Já Nyachoti et al. (1997) estudando o efeito de diferentes níveis de canola em rações de aves, os maiores níveis de inclusão deste farelo aumentaram linearmente a profundidade de cripta, efeito atribuído à ação da fibra e taninos sobre o revestimento interno da mucosa, observado ainda descamação do epitélio esofágico, espessamento do papo, erosão superficial e sinais de necrose das mucosas gástrica e duodenal, que resultam em redução na capacidade digestiva e absorptiva do trato gastrointestinal, contribuindo para uma redução nos índices de desempenho destes animais.

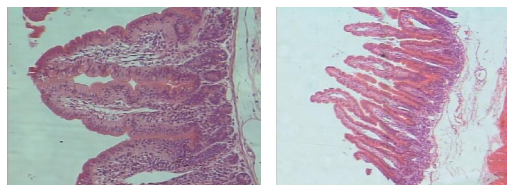


Figura 9. Morfologia Ileal de Coelho Alimentados com as Rações de Baixa Fibra e Feno de Alfafa

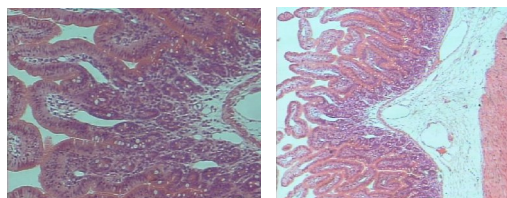


Figura 10. Morfologia Ileal de Coelho Alimentados com as Rações de Baixa Fibra e Casca de Soja

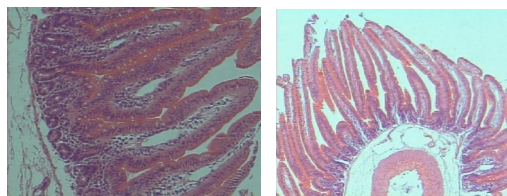


Figura 11. Morfologia Ileal de Coelho Alimentados com as Rações de Alta Fibra e Feno de Alfafa

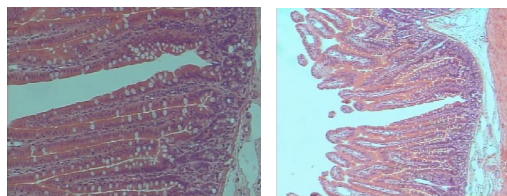


Figura 12. Morfologia Ileal de Coelho Alimentados com as Rações de Alta Fibra e Casca de Soja

A influência sobre os índices morfométricos intestinais dos coelhos se deve principalmente à predominância do fracionamento qualitativo ou composição nutricional da fibra dos alimentos quando comparado ao efeito interativo sobre o consumo de ração. Apesar da ração de baixa fibra ter propiciado um maior consumo médio em relação à ração de alta fibra (89,30 e 86,64 gramas/dia, respectivamente), ainda resultou em maiores valores de altura de vilosidade e menores valores de profundidade de cripta, ou seja, menor taxa de descamação epitelial (Tabela 2). Esta mesma inferência pode ser validada em relação ao maior consumo observado para a ração contendo feno de alfafa em relação à ração contendo casca de soja (91,27 e 84,66 gramas/dia, respectivamente).

Desse modo, quanto maior a altura das vilosidades e menor profundidade das criptas no intestino delgado, melhor absorção de nutrientes e menores perdas energéticas com taxa de renovação celular; já a redução das áreas das vilosidades resulta em menor atividade enzimática, redução na digestibilidade e absorção de nutrientes, uma maior sensibilidade a doenças entéricas ou distúrbios digestivos, bem como adesão de bactérias aos enterócitos (CERA, 1988; RIOPEREZ et al., 1991). Portanto, fica evidente que a relação entre altura de vilosidade e profundidade de cripta da mucosa intestinal constitui um bom indicativo de proliferação e desenvolvimento de enterócitos nas vilosidades, ou seja, a própria eficiência digestiva do animal.

Estudos nesta área justificam-se diante da premissa do estabelecimento de programas de alimentação de lucro máximo, procurando relacionar as características morfo-histológicas do aparelho digestivo de coelhos com seus hábitos e comportamentos alimentares, para potencializar e diversificar estratégias dietéticas visando maior retorno econômico desta exploração zootécnica. Finalmente, para o estabelecimento de relações entre o regime alimentar e as características do aparelho digestivo, também vêm sendo estudadas em outras espécies, como aves e suínos, onde a tecnologia já atingiu um estágio de controle na formulação e manipulação de rações balanceadas, indispensável na obtenção de resultados produtivos satisfatórios. Assim, a nutrição de coelhos ainda percorrerá uma longa jornada de pesquisas para estabelecer padrões específicos de exigências nutricionais e avaliação de alimentos para a adequada expressão fenotípica das categorias produtivas, almejando utilizar estes conhecimentos de forma adequada e padronizada.

CONCLUSÃO

O nível e a fonte de fibra influenciaram a histologia e morfologia da mucosa do intestino delgado dos coelhos, nas porções medianas do duodeno, jejuno e íleo, constatando-se que a dieta com casca de soja foi menos agressiva à integridade morfológica do epitélio intestinal comparado à dieta com feno de alfafa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUGWA, F.O.I.; OKORIE, A.V.; KAMALU,

T.N. Nutrient digestibility and microbial activity in exotic and indigenous Nigerian pigs feed a control or high fibre diet. *Pig News and Information*, v.13, p.155, 1992.

ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; LOPES, E.L. et al. Utilização da levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) para leitões na fase inicial. Santa Maria, *Ciência Rural*, v.36, n.5, set/out., p. 1576-1581, 2006.

ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M.; et al. Digestibilidade aparente denutrientes de rações contendo diferentes fontes de fibra e níveis de amido com coelhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.1166-1176, 2002.

ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M. et al. Atividade microbiana cecal e contribuição da cecotrofia em coelhos com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.891-902, 2003.

CERA, K.R. Effect of age, weaning and post-weaning diet on small intestinal growth and morphology in young swine. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.66, p 574-584, 1988.

CHIQUEIRI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L. et al. Bioquímica sanguínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.8, n.2, p. 97-104, 2007.

CUNHA, L.F. *Nutrição e Alimentação: Fisiologia Digestiva do Coelho*. Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa-PT. <http://www.utad.pt/apez/APEZ/2000/Cunicultura> (acesso : maio de 2000).

DE BLAS, C. *Alimentación del conejo*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1989. 175p.

DE BLAS, C.; WISEMAN, J. *The nutrition of the rabbit*. Cambridge: University Press - CAB International, 1998. 344p.

DIERICK, N.A.; VERVAEKE, I.J.; DEMEYER, D.I. et al. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Animal Feed Science Technology*, v.23, p.141-167, 1989.

- FERREIRA, W.M. Matérias-primas utilizadas na formulação de rações para coelhos: restrições e alternativas. *Informe Agropecuário*, v.14, n.159, p.16-24, 1989.
- FRAGA, M.J.; PÉREZ DE AYALA, P.; CARABAÑO, R. et al. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft faeces to nutrient intake of rabbits. *Journal of Animal Science*, v.69, p.1566-1574, 1991.
- GIDENNE, T. Effect of fiber level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *British Journal of Nutrition*, v.67, n.1, p.133-146, 1992.
- GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: *6th World Rabbit Congress*, 1996. Toulouse, Invited Papers... AFC / INRA, p.13-28, 1996.
- HANCOCK, J.D. et al. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on morphology of pig intestine. *Journal of Animal Science*, v.68, p.3244-3251, 1990.
- HANSEN, I.K.; KNUDSEN, E.B., EGGUM, B.O. Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fiber. *British Journal of Nutrition*, v.68, p.451-459, 1992.
- JIN, L.; REINOLDS, L.P.; REDNER, D.A. et al. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation and morphology in pigs. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 2270-2278, 1994.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. *Histologia Básica*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 8ª ed., 433p. 1995.
- KLASING, K.C. Nutricional modulation of resistance to infectious disease. *Poultry Science*, Champaign, v.77, n.8, p.1119-1125, Aug, 1998.
- KNUDSEN, K.E.B.; HANSEN, I. Oat bran but not a β -glucan-enriched oat fraction enhances butyrate production in the large intestine of pigs. *Journal of Nutrition*, v.123, p.1235-47, 1993.
- LI, D.F. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v.69, p. 4062-4069, 1991.
- LOW, A.G. Role of dietary fibre in pig diets. *Pig News and Information*, v.14, p.381, 1993.
- LUPTON, J.R.; KURTZ, P.P. Relationship of colonic luminal shortchain fatty acids and pH to in vivo cell proliferation in rats. *Journal of Nutrition*, v.123, n.9, p.1522-1530, 1993.
- MAIORKA, A. Qualidade intestinal em frangos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.2, p. 141-148, 2000.
- MENDES, A. A note on the cecotrophy behavior in capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Applied Animal Behavior Science*, v. 66, n. 1-2, p. 161-167, 2000.
- MORISSE, J.P. Incidenza delle turbe digestive e enteropatie sulla mortalità del coniglio. *Conigliocultura*, Bologna, v.23, n.2, p.28-35, 1986.
- NABUUS, M.J.A. Microbiological, structural and function changes of the small intestine of pigs at weaning. *Pigs News and Information*, Oxfordshire, v.16, n.3, p.93-97, Sep.1995.
- NYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LEESON, S. Sorghum tannins: a review. *World's Poultry Science Journal*, v.53, p.5-21, 1997.
- OETTING, L.L.; UTIYAMA, C.E.; GIANI, P.A. et al. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, morfometria e histologia intestinal de leitões recém-desmamados. Viçosa, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p. 1389-1397, 2006.
- OLIVEIRA, P.B.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M. et al. Influência de fatores antinutricionais da leucena e do feijão gandu sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 6, p. 357-367, 2000.
- ORTIZ, L.T., ALZUETA, C., TREVIÑO, J. et al. Effects of fava beans tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. *British Poultry Science*, 35:743-754. 1994.
- QUIRILO, M.A.; CABRAL, V.P.; SIMONELLI, S. Avaliação morfométrica dos intestinos de coelhos domésticos da raça nova zelândia. *Anais... Iniciação Científica CESUMAR* - Jan./Jun., vol.8, n.01, pp. 75-81, 2006.

RIOPEREZ, J.; SANCHEZ, C.P.; CANTAÑO, M. Estudio histopatológico del ileon de lechones precozmente destetados dependiente del cereal utilizado en su alimentación. *Archivos de Zootecnia*, Cordoba, v.40, p. 261-271, 1991.

SANTOMÁ, G.; DE BLAS, J.C.; CARABAÑO, R. et al. The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Animal Production*, v.45, p.291-300, 1993.

SCAPINELLO, C. *Alimentação de Coelho - Atualização em Cunicultura*, 1.ed. Editora Coopernorte Coelhos: Maringá, cap 7, p.52-60, 1986.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos - métodos químicos e biológicos*. Viçosa, Imprensa Universitária, UFV, 245p. 2002.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 10, p. 3583 – 3597. 1991.

VASSALLO, E.C., POVEDANO, A.; PUPO NETO, J.A.; PAULO, F.L. Influência da administração da plantago ovata (fibra dietética) na proteção da parede colônica em colite inflamatória induzida por ácido acético: estudo estereológico experimental em ratos. *Revista Col. Bras. Cir.*, v. 34, n.6, p. 385-391, 2007.

YU, B.; CHIOU, W. S. The morphological changes of intestinal mucosa in growing rabbits. *Laboratory Animals*. v. 31, p. 254-263, 1997.