

## Desempenho, digestibilidade e morfometria da vilosidade ileal de coelhos alimentados com níveis de inclusão de “*Lithothamnium*”

*Performance, digestibility and morphometry of ileal villi of rabbits fed with levels of inclusion of “Lithothamnium”*

EULER, Ana Carolina Castro<sup>1\*</sup>; FERREIRA, Walter Motta<sup>1</sup>; TEIXEIRA, Edgar de Alencar<sup>1</sup>; LANA, Ângela Maria Quintão<sup>1</sup>; GUEDES, Roberto Maurício Carvalho<sup>1</sup>; AVELAR, Artur Canella<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia Nuclear, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

\*Endereço para correspondência: caroleuler@yahoo.com.br

### RESUMO

Com o intuito de avaliar o potencial da farinha de algas marinhas (*Lithothamnium sp*) na nutrição de coelhos, realizaram-se análises de presença de elementos traço na composição do *Lithothamnium*, um ensaio de desempenho com determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína e energia e análise morfométrica da vilosidade ileal de coelhos alimentados com dietas de diferentes níveis de inclusão (0,25%; 0,50%; 0,75% e 1,00%). Foram utilizados 60 coelhos Nova Zelândia Branco, de ambos os sexos, com 30 dias de idade. As dietas experimentais foram isoproteicas e isoenergéticas, uma controle e as demais com os diferentes níveis de inclusão de *Lithothamnium sp* em substituição ao inerte (bentonita) de dietas controle fornecidas *ad libitum*. O delineamento experimental para os ensaios de desempenho e digestibilidade foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e doze repetições. Para avaliação da morfometria da vilosidade ileal foram considerados apenas 20 animais distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. As variáveis avaliadas foram submetidas às análises de variância e regressão com modelo pré-definido, mediante o programa estatístico SAEG. Os resultados demonstraram que a inclusão do *Lithothamnium* em diferentes concentrações não interferiu nas variáveis estudadas: consumo, coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, ganho de peso, rendimento de carcaça e peso de vísceras comestíveis. Entretanto, o nível de inclusão de 1,0% afetou negativamente a largura e o comprimento das vilosidades ileais.

**Palavras-chave:** algas marinhas, alimentação, nutrição

### SUMMARY

In order to evaluate the potential of seaweed meal (*Lithothamnium sp*) in the nutrition of rabbits it were realized analysis of the presence of trace elements in the composition of *Lithothamnium*, a performance test with determination of apparent digestibility coefficients for dry matter, protein and energy and morphometric analysis of the ileal villi of rabbits fed with diets at different levels of inclusion (0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.00%). We used 60 New Zealand White rabbits of both sexes, at 30 days of age. The experimental diets were isonitrogenous and isocaloric, a control and the other with the different levels of inclusion of *Lithothamnium sp*. to replace the inert (bentonite) from the control diet *ad libitum*. The experimental design was completely randomized, with five treatments and twelve repetitions. The variables were subjected to analysis of variance and regression analysis model with pre-defined by the statistical program SAEG. The results showed that the inclusion of *Lithothamnium sp*. in different concentrations did not interfere in the variables studied: intake, digestibility coefficients of dry matter, protein and energy, weight gain, carcass yield and weight of edible offal. However, it was verified that the level of inclusion of 1.0% interfere in a negative way in the length and width of villi.

**Keywords:** food, nutrition, seaweed

## INTRODUÇÃO

A produção de coelhos passa obrigatoriamente pela qualidade do manejo nutricional, o que interfere substancialmente no custo final de produção. Daí a importância das dietas nutricionalmente adequadas à espécie e que proporcionem um bom desenvolvimento.

Os alimentos funcionais fazem parte de uma nova concepção, uma vez que apresentam propriedades benéficas, além das nutricionais básicas. São consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais (SOUZA, et al., 2003).

O *Lithothamnium* sp é um fóssil de algas marinhas, rico em elementos minerais, com potencial para uso na alimentação animal. Segundo Algarea (1997), a farinha de algas marinhas, por ser um produto natural e possuir altos teores de cálcio, apresenta benefícios no processo absorptivo e melhora a conversão alimentar. Materiais calcários (2003) cita que essa espécie de alga marinha apresenta efeitos benéficos sobre o sistema imunorregulatório e pode, dessa forma, atuar em diversos mecanismos do corpo como, por exemplo: constituinte da estrutura óssea, regulação do sistema osmótico e equilíbrio ácido-base, além de contribuir significativamente para a fisiologia digestiva dos animais. Com bovinos, diversos estudos já foram realizados (ORSINE et al., 1989; SOUZA et al., 2002; MELO et al. 2004) e relatam que a adição da farinha de algas marinhas melhorou a qualidade e a produção de leite, promoveu aumento no ganho de peso e melhorou a digestibilidade aparente da proteína bruta de forragens de baixa qualidade. Pouco se sabe sobre o uso de *Lithothamnium* sp na nutrição de coelhos.

Diferentes estratégias nutricionais podem ser utilizadas para aumentar a eficiência de produção e, dentre essas, tem se

destacado o uso de aditivos na alimentação animal.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de farinha de algas marinhas, (*Lithothamnium* sp) em dietas para coelhos, sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia da dieta, do desempenho, rendimento de carcaça e da morfometria ileal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de desempenho foi realizado no laboratório de metabolismo animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), localizada em Belo Horizonte. As condições ambientais (temperatura e umidade) foram mantidas estáveis, com protocolos experimentais conforme as recomendações propostas pelo *European Group on Rabbit Nutrition* (EGRAN, 1999).

Foram utilizados 60 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, de ambos os sexos, em experimento montado em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e doze animais por tratamento, e com unidade experimental constituída de um animal.

As dietas experimentais eram compostas de uma dieta controle ou de referência (RF) (Tabela 1), formulada segundo as recomendações de De Blas & Mateos (1998), para que fossem atendidas as exigências nutricionais de coelhos nessa fase de produção, e de mais quatro dietas com níveis de inclusão de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0% de farinha de algas marinhas (*Lithothamnium* sp) em substituição ao inerte (Bentonita), e permaneceram isoproteicas e isoenergéticas. Todas as dietas foram peletizadas com grânulos de 12-15mm de comprimento por 4-5mm de diâmetro.

Tabela 1. Formulação e composição nutricional das dietas experimentais e da dieta referência

Ingrediente (kg)	RF	0,25%	0,50%	0,75%	1,0%	
Feno de alfalfa	35,09	35,09	35,09	35,09	35,09	
Farelo de trigo	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	
Farelo de soja	10,53	10,53	10,53	10,53	10,53	
Milho moído	6,69	6,69	6,69	6,69	6,69	
Milho desintegrado com palha e sabugo	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
Óleo de Soja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Fosfato bicálcico	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	
Calcáreo	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Bentonita	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	
<i>Lithothamnium</i> sp	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	
Melaço em pó	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
DL-metionina	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	
L-Lisina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Premix vitamínico e mineral <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	
<b>Composição Nutricional das Dietas (% matéria natural)</b>						
Matéria seca	Calculado			Analisado		
	88,87	87,95	88,38	87,86	87,93	88,20
Proteína bruta	16,50	16,57	16,26	16,79	16,54	16,72
Fibra em Detergente Ácido	17,50	21,38	23,49	22,54	22,12	23,74
Cálcio	0,90	1,11	1,15	1,28	1,49	1,51
Fósforo total	0,60	-	-	-	-	-
Lisina total	0,74	-	-	-	-	-
Met + cist total	0,60	-	-	-	-	-
Energia digestível (Kcal)	2567,46	2136,00	2071,50	2154,10	2132,10	2058,80

<sup>1</sup>Premix de vitaminas e minerais da Vaccinar Ltda: Se (0,10mg); I(0,40mg); Fe(40mg); Cu(10,00mg); Mn(40,00mg); Zn(50,00mg); Vit.A(10.000UI); Vit. D<sub>3</sub>(1.000UI); Vit.E(15,00mg); VitB<sub>12</sub>(10,00mg); Vit.K<sub>3</sub>(2,00mg); Tiamina(2,00mg); Riboflavina(5,00mg); Piridoxina(3,00mg); Niacina(30,00mg) Ácido Pantotênico(15,00mg); Colina(500,00mg) e Ácido fólico(0,50mg).

Os láparos foram introduzidos no experimento logo após o desmame, que ocorreu aos 30 dias de idade. Os animais foram alojados em gaiolas individuais de arame galvanizado, com 0,6×0,6×0,37m, providas de bebedouro tipo *nipple* e comedouro automático, o que permitiu livre acesso ao alimento e à água. As dietas foram fornecidas à vontade em comedouros divididos ao meio na largura com a utilização de fio de arame para reduzir o desperdício de ração. Mensurou-se semanalmente o consumo de ração, o ganho de peso e a mortalidade entre os tratamentos até os animais

completarem 2Kg de peso vivo (aproximadamente, aos 72 dias de idade). Os animais foram abatidos de acordo com as recomendações de Gidenne e Lebas (1984), com atordoamento na base do crânio, suspensos pelas patas posteriores e sangrados por corte da jugular. Imediatamente após a retirada de pele e anexos (cauda, patas e cabeça), os animais foram eviscerados. Foram avaliados o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar da desmama (30 dias de idade) ao abate (72 dias de idade), rendimento de carcaça

sem cabeça e rendimento das vísceras comestíveis (fígado, rins e coração).

O ensaio de digestibilidade *in vivo* foi realizado na última semana do ensaio de desempenho, quando os animais apresentavam 65 dias de idade. Foram mensurados o consumo individual de ração e a produção fecal durante a fase experimental (quatro dias). Para a mensuração do consumo, foram realizadas medições diárias das quantidades de ração fornecida e das sobras no comedouro. Não se evitou a coprofagia, e os cecotrofos encontrados nas bandejas foram pesados e incorporados às fezes duras para análises. Foi evitada a contaminação das fezes pela ração, com retirada das fezes secas, que foram descontadas da ração ingerida.

Diariamente, as fezes foram recolhidas, pesadas e acondicionadas em potes plásticos hermeticamente fechados, em *freezer*, para posteriores análises químicas. Amostras das dietas experimentais também foram armazenadas em potes plásticos e congeladas para posteriores análises.

A preparação das amostras de alimentos (ou dietas) e fezes e as análises químicas foram efetuadas de acordo com a metodologia proposta pelo EGRAN (1999).

O delineamento utilizado para análise de desempenho e digestibilidade foi o inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e doze animais por tratamento, e a unidade experimental foi constituída de um animal.

Com o intuito de caracterizar o fóssil de algas (*Lithothamnium* sp), foram realizadas as seguintes análises: potenciometria íon seletivo - F<sup>-</sup> (FAO, 2004); gravimetria - S e SiO<sub>2</sub>, fósforo por colorimetria com fosdomolibdato (CUNNIF, 1995); CaO e urânio pela técnica nuclear de análise por reação neutrônica no reator nuclear IPR - R1 (CANELLA et al., 2002) ; espectrofotometria de absorção atômica alumínio. Todas as análises foram

realizadas no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) da Universidade Federal de Minas Gerais.

Para avaliação da morfologia intestinal (íleo) dos coelhos, foram coletadas amostras do íleo de 20 animais logo após o abate. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e quatro animais por tratamento, e a unidade experimental foi constituída de um animal.

Procedeu-se à coleta de um segmento de 4cm de comprimento da mucosa do intestino delgado (íleo), padronizado a 8cm da junção íleo-ceco-cólica, aberto em sua borda mesentérica, lavado com água destilada, estendido pela túnica mucosa, com alfinetes em papel cartão, e fixado em solução de formol a 5%. Após 48 horas, as amostras foram reduzidas a fragmentos de 0,5cm, lavadas em álcool etílico a 70<sup>0</sup>C e transferidas para soluções com concentrações crescentes de álcool (70, 80 e 90%), seguidas de duas baterias de álcool etílico absoluto (durante 6 horas cada), e foi concluído, assim, o processo de desidratação. Após a desidratação, foram diafanizadas em xilol e incluídas em parafina, para serem obtidos cortes transversais de 5mm da parede intestinal, e, posteriormente, coradas pela técnica de hematoxilina-eosina de Harris. Para as análises morfométricas das vilosidades ileais, foram realizadas 30 medidas de comprimento (uma medida longitudinal da vilosidade, desde a ponta do vilão até sua base na cripta de Lieberkuhn) e largura (uma medida horizontal da vilosidade, de uma parede lateral à outra) das vilosidades em cada lâmina, com o auxílio de um microscópio biológico binocular (objetiva de 20X) e uma ocular graduada para medição.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, análise de regressão com modelo pré-definido e análise de correlação entre as variáveis, mediante o programa estatístico SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os resultados analisados do produto avaliado (*Lithothamnium sp.*).

Observou-se que o *Lithothamnium* não apresenta valores para proteína e energia e não contribui, portanto, como

aporte energético e proteico às dietas, como já era esperado. As análises de minerais indicam que o *Lithothamnium sp.* apresenta elevada concentração de cálcio, o que corrobora as observações de Algarea (1997), que cita valores de 34% Ca, 0,08% P, 0,45% S e concentrações menores que 1ppm de Al.

Tabela 2. Análise bromatológica do *Lithothamnium sp.* (na matéria natural)

PB	EB	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F <sup>-</sup>	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Urânio
-	-	51,3 %	0,03 %	0,17 %	0,3 %	0,77 %	0,29 %	1 ppm

Em coelhos, não há grande preocupação com excesso de cálcio nas dietas, pois esses animais apresentam metabolismo, com relação a esse mineral, diferente de outras espécies. A absorção é muito eficiente e independente da necessidade do animal, e o nível de cálcio sanguíneo aparece um reflexo do nível de cálcio da dieta. O excesso de cálcio é excretado pela urina e não pela bile, como nas demais espécies de animais domésticos, o que mostra que os rins desempenham o papel principal na homeostase de Ca (De BLAS & MATEOS, 1998).

Gonzáles (1984) cita que, em coelhos, o excesso de cálcio não é armazenado no organismo, e sim excretado via urina. Por isso, os rins dos coelhos são órgãos essenciais que estão constantemente sobrecarregados. Airhart et al. (2002) observaram que o Ca proveniente de produtos derivados de algas calcáreas é tão disponível quanto o Ca do calcáreo. Melo et al. (2006) ao avaliarem a solubilidade do *Lithothamnium*, em comparação com outras fontes de cálcio utilizadas na alimentação animal (farinha de casca de ovo e farinha de concha de ostra), afirmaram que o *Lithothamnium*, embora apresente níveis inferiores de Ca, apresentou maior solubilidade ( $p < 0,05$ ), o que pode ter relação com suas características

físicas. Os autores ainda citam que o equilíbrio entre Ca e Mg e sua porosidade pode ser a causa dessa diferença.

O enxofre não apresenta problemas práticos, em elevadas concentrações nas dietas, uma vez que é baixa a absorção intestinal dos compostos inorgânicos desse mineral (Canella, 2008)

Dentre alguns minerais, reconhecidamente, com potencial tóxico para alimentação animal, pode-se destacar o flúor, urânio e alumínio. Nesta pesquisa, foram feitas análises quantitativas para detectar a presença desses no *Lithothamnium sp.* com o objetivo de avaliar seu possível potencial toxicológico.

O flúor é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica. Pode combinar de forma irreversível com o hidrogênio e formar o ácido HF, que apresenta grande poder de difusão e explica a grande absorção do F no estômago e sua presença nos fluidos intra e extracelulares. Sua elevada afinidade com o cálcio o torna um elemento sempre presente nos tecidos calcificados (Institute of Medicine, 1997), citado por Canella (2008)). Quantidades de flúor são comuns em várias fontes de suplemento mineral usadas na alimentação animal. Uma

grande fonte de flúor na cadeia alimentar animal são os fosfatos. Toda rocha fosfática possui F em sua estrutura. O Ministério da Agricultura estabelece, na Instrução Normativa nº 12 de 30 de novembro de 2004, que o limite máximo de F nos produtos de pronto uso (suplemento destinado a bovinos) deverá ser no máximo de 0,2% (MAPA, 2004). NRC (1980) cita que o nível dietético tolerável de flúor em coelhos é inferior aos das aves e suínos e situa-se ao redor de 40ppm. Níveis de flúor superiores podem provocar intoxicação, o que prejudica o desempenho e causa alterações ósseas. Neste experimento, foi encontrado na amostra de *Lithothamnium* sp valor para F abaixo do limite máximo recomendado pelo Ministério da Agricultura (Tabela. 2).

Não existe valor descrito como máximo tolerável para o urânio em dietas animais. Para a ingestão em humanos são propostos alguns limites admissíveis: 2ppm (ASTDR, 1999) e 0,6 ppm (WHO, 1996), e esses valores são um tanto discrepantes. Nesta

pesquisa, foi encontrado um valor intermediário entre os autores acima citados (Tabela 2).

A concentração encontrada para alumínio neste trabalho (Tabela 2) foi muito superior ao citado por Materiais calcários (2003), que foi de < 1ppm. Deve-se ter cuidado com a quantidade de alumínio na dieta dos animais, pois o excesso desse mineral pode resultar em deficiência de fósforo, uma vez que se liga ao P e forma complexos insolúveis que não são absorvidos na luz intestinal. Entretanto, como já foi mencionado, a quantidade de alumínio presente no *Lithothamnium* sp não apresenta risco à saúde animal, pois está diluída na formulação de uma dieta e fica em seu nível abaixo do tolerável. Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os valores médios para as variáveis de desempenho, rendimentos corporais, coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, onde, para todas variáveis, a análise de regressão não indicou efeitos significativos ( $P>0,05$ ) e não se ajustou a nenhum modelo de equação pré-definido.

Tabela 3. Média do consumo, peso vivo final (PVF), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), rendimento de carcaça (RC), e rendimento das vísceras comestíveis, fígado (RFig), rins (Rrins) e coração (Rcor) de coelhos alimentados com diferentes concentrações de *Lithothamnium*

Variáveis	Tratamentos					Média	CV
	Referência	0,25%	0,50%	0,75%	1,00%		
Consumo(g)	117,08	107,94	104,91	107,30	111,76	109,68	12,12
PVF (g)	2271	2292	2293	2218	2399	2295	10,25
GPD(g)	38,56	38,97	39,70	38,02	40,60	39,16	10,75
CA	3,06	2,77	2,65	2,85	2,76	2,81	9,99
RC (%)	47,58	48,48	48,16	47,17	48,48	47,98	4,14
Rfig (%)	4,12	3,74	3,85	4,11	4,39	4,04	17,37
Rrins (%)	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,67	7,27
Rcor (%)	0,28	0,27	0,27	0,27	0,28	0,27	16,25

CV= coeficiente de variação

Tabela 4. Médias do consumo e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB) e energia bruta (CDEB), das dietas testadas avaliadas na metodologia *in vivo*

Variáveis	Tratamentos					Média	CV
	Controle	0,25%	0,5%	0,75%	1,0%		
Consumo (g)	158,51	134,81	137,11	143,65	147,30	144,28	17,4
CDMS (%)	55,36	56,62	57,67	56,94	55,71	56,46	6,29
CDPB (%)	71,94	72,61	74,07	73,64	70,89	72,63	4,05
CDEB (%)	54,91	53,73	55,14	54,67	52,57	54,21	8,17

CV= coeficiente de variação;

Os valores encontrados nesta pesquisa estão dentro do esperado para animais alimentados com dietas tradicionais. Corroboram ainda os dados citados por Ferreira et al. (2007a e 2007b) e Euler et al. (2007), que avaliaram variáveis de desempenho e digestibilidade aparente em dietas com inclusão do *Lithothamnium* sp em níveis de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% para coelhos e também não encontraram variação nos resultados.

Melo (2006) não observou diferenças significativas ( $p>0,05$ ) em experimentos ao avaliar o desempenho de codornas japonesas, alimentadas com diferentes fontes de cálcio, entre eles o *Lithothamnium* sp nas proporções de 0,25% e 0,50% de inclusão nas dietas dessas aves. Neste experimento não foi observada variação ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. Airhart et al. (2002) observaram que em pintinhos o cálcio proveniente do *Lithothamnium calcareum* apresentou maior biodisponibilidade do que aquele proveniente do calcário, o que resultou em melhor conversão alimentar. Efeitos de melhora na conversão alimentar foram observados por Pope et al. (2002), em frangos de corte também suplementados com *Lithothamnium calcareum*, os quais apresentaram maior ganho de peso. Fepagro (2008) cita que, em pesquisas realizadas com bovinos da raça nelore e em bovinos de leite, foram obtidos resultados superiores em 23% no ganho de peso e 6,5% no desempenho,

respectivamente, para animais suplementados com *Lithothamnium* sp.

Os resultados encontrados para peso vivo final aos 72 dias de idade estão próximos aos citados por Scapinello et al. (2001), Faria et al (2004), Lui et al (2005) e Ferreira et al. (2006) que foram 1953g, 2026g, 2145g e 2023g, respectivamente. O ganho de peso diário neste trabalho ficou superior aos citados por Avelar e Ferreira (2009), Ferreira et al. (2006), Lui et al. (2005) e Faria et al. (2004) (34,5,0; 33,0; 35,9 e 36,0g, respectivamente).

O consumo de ração entre os 35 e 72 dias de idade foi semelhante aos relatados pelos autores anteriormente citados, porém pouco superior a 103g encontrado por Avelar e Ferreira. (2009).

Já a conversão alimentar foi semelhante à encontrada por Avelar & Ferreira (2009) e melhor quando comparada aos valores de 3,25 e 3,01 citados por Lui et al. (2005) e Faria et al. (2004).

Para o rendimento de carcaça, apenas os resultados 49% de Faria et al. (2004) e 46% de Ferreira et al. (2006) ficaram semelhantes aos encontrados neste experimento, contudo, apresentam-se inferiores aos obtidos por Scapinello et al. (2001), Lui et al. (2005) e Oliveira & Lui (2006), sendo eles, 53%, 55,4% e 54,7%, respectivamente.

Ao analisar o rendimento de fígado, pode-se observar que neste experimento os valores encontrados representam, em média, 4% do peso da carcaça, e são próximos aos observados nos trabalhos de

Herrera (2003) e Fernández-Carmona et al. (1998), em que o rendimento do fígado representa, respectivamente, 3,43 e 3,96% do PV. Contudo, ficaram abaixo dos 6,42% encontrados Lebas et al. (1982) e superiores aos 2,25% e 2,59% encontrados por Lui et al. (2005) e Oliveira & Lui (2006), respectivamente. Vários trabalhos em que se estudou a variação do peso do fígado em relação ao tipo de dieta não são conclusivos (OUHAYOUN et al., 1986). Schlolaut et al. (1984) citaram que o peso do fígado foi maior em coelhos alimentados com dietas ricas em fibra. Pesos maiores dos fígados também foram relacionados com dietas de densidade energética maior, como observado por Butcher et al. (1981), que trabalhou com dietas de 3.130kcal e dietas menos densas em energia (2.294,4kcal), resultados também reportados por Lebas et al. (1982).

Herrera (2003) cita que dietas com carboidratos mais indigestíveis levarão à menor deposição de gordura e glicogênio no fígado e conseqüentemente esse apresentará menor tamanho. Sabe-se que o fígado é o órgão exportador de nutrientes para todo o organismo e, então, oferece uma dieta pobre em carboidratos fermentáveis. O fígado vai depositar pouco glicogênio, pois terá que exportar bastante glicose para suprir as necessidades desse nutriente dos outros sistemas, e conseqüentemente o tamanho desse órgão será menor.

O rendimento dos rins apresenta-se inferior quando comparado aos 0,85% citados por Herrera (2003) e 0,81% citado por Ferreira et al. (2006) e superior aos encontrados por Oliveira & Lui (2006) que foi de 0,32%. Entretanto, assemelham-se aos 0,66% relatados por Lui et al (2005). Herrera (2003) cita que o tamanho dos rins pode estar relacionado com a função do metabolismo intermediário e ao perfil de proteína integrante da célula vegetal, se a dieta for

composta por uma proteína que não apresenta um bom perfil de aminoácidos, conseqüentemente, terá poucos aminoácidos desaminados e o ciclo da ureia será pouco intenso, o que levará ao menor trabalho e tamanho dos rins.

O rendimento do coração foi semelhante aos 0,29% citados por Oliveira e Lui (2006), porém inferior aos 0,32% encontrados por Lui et al. (2005) e superior aos 0,21% citados por Ferreira et al. (2006).

Apesar de Melo (2006) citar que o *Lithothamnium* sp contém nutrientes catalisadores do metabolismo animal e das formações celulares e proteicas, de forma a favorecer uma nutrição equilibrada e com mais saúde, não foram observadas respostas significativas ( $P>0,05$ ), possivelmente pelo fato de as fontes de minerais da dieta controle terem sido mantidas constantes nas dietas experimentais e a composição do ingrediente avaliado ser de elementos minerais. Além disso, as condições experimentais não desafiaram o sistema imune dos animais, o que aponta para um pré-requisito básico para obtenção de resposta de ingredientes com potencial de atuação na fisiologia digestiva e reflete uma melhor absorção de nutrientes, como é o caso, por exemplo, dos prebióticos.

A Figura 1 mostra exemplos de lâminas de vilosidades ileais analisadas nesta pesquisa. Na análise de regressão não foram encontrados efeitos significativos ( $P>0,05$ ). Na Tabela 5 estão apresentados os valores obtidos para comprimento e largura das vilosidades ileais. Pode-se observar uma redução nos valores médios, tanto para comprimento quanto para largura das vilosidades ileais no nível de 1,0% de inclusão do *Lithothamnium* sp, o que sugere que esse nível prejudicou o desenvolvimento da mucosa intestinal, talvez pelo *Lithothamnium* apresentar-se de forma abrasiva ao passar pelo trato digestivo.

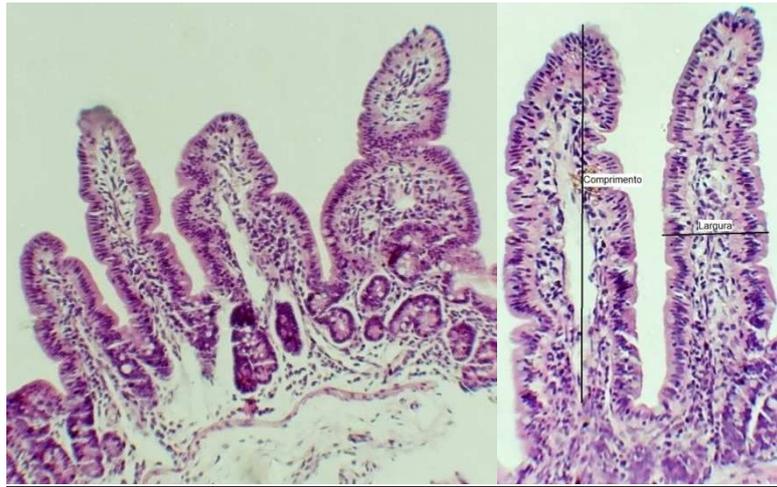


Figura 1. Vilosidades ileais de coelhos submetidos ao tratamento com 0,5% de inclusão de *Lithothamnium* (Foto: André Almeida Fernandes)

Tabela 5. Médias do comprimento e da largura das vilosidades ileais dos coelhos alimentados com dietas com níveis crescentes de inclusão de *Lithothamnium* SP

Variáveis	Tratamentos					CV
	Controle	0,25%	0,5%	0,75%	1,0%	
Comprimento (mm)	264,99	246,52	287,08	257,67	140,83	20,29
Largura (mm)	77,27	89,33	84,12	82,95	38,21 <sup>B</sup>	19,27

Melo et al. (2004) citam que o *Lithothamnium* sp pode interferir positivamente na absorção de nutrientes, então, supõe-se que deve atuar de forma benéfica sobre a mucosa intestinal. Porém, nesta pesquisa não se pode observar tal efeito, uma vez que não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) sobre o comprimento e a largura das vilosidades ileais até o nível de 0,75% de inclusão. Apesar do nível de 1,0% de inclusão ter prejudicado o tamanho das vilosidades, esse efeito não pode ser observado quando foram avaliados a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos animais.

Fica claro que a ação dos aditivos, tanto em características de desempenho como histológicas do trato digestivo, depende, basicamente, da composição do produto e, segundo

Fuller (1989), das características e de sua relação com os microrganismos presentes no trato digestivo das diferentes espécies.

Nesta pesquisa, foi observada uma correlação de 0,85 entre os parâmetros (comprimento e largura) avaliados.

Pode-se concluir que o *Lithothamnium* sp não apresenta nenhum elemento traço em concentrações que impossibilite sua utilização na alimentação animal. Nos níveis de até 1,0% de inclusão e nas condições experimentais desta pesquisa, o *Lithothamnium* sp não apresentou características de alimento funcional, pois não melhorou nenhum índice para as variáveis estudadas.

## REFERÊNCIAS

AIRHART, J.C.; TAYLOR, S.J.;  
PURSER, K.W.; SOUTHERN, L.L.

**The bioavailability in chicks of calcium in a product derived from calcified seaweed (Marigro).** 2002.

Disponível em:

<<http://www.poultryscience.org/meet/spss/spss2.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2003.

ALGAREA Mineração Ltda., 1997.  
SUMINAL®, Mimeo, Rio de Janeiro.  
4p. [ [Links](#) ].

AGENCY FOR TOXIC  
SUBSTANCES AND DISEASE  
REGISTRY OF UNITED STATES -  
ATSDR. **Toxicological profile for uranium.** Atlanta, USA: U.S.  
Department of health and human  
services, 1999.432p. [ [Links](#) ].

AVELAR, A.C.; FERREIRA, W.M.  
Desempenho de coelhos Nova Zelândia  
variedade branca submetidos a fontes de  
fósforo com altas concentrações de  
flúor. **Revista Brasileira de Saúde e  
Produção Animal**, v.10, n.2, p.293-  
301, 2009. [ [Links](#) ].

BUTCHER, C.; BRYANT, M.J.;  
MACHIN, D.H.; OWEN, E.; OWEN,  
J.E. The effect of metabolizable energy  
concentration on performance and  
digestibility in growing rabbit. **Tropical  
Animal Production**, v.6, n.2, p.93-100.  
1981. [ [Links](#) ].

CANELLA, A.A. **Análises de fontes de  
fósforo na nutrição animal: técnicas  
nucleares e correlatas em estudos em  
coelhos.** 2008. 68f. Tese (Doutorado) -  
Universidade Federal de Minas Gerais,  
Belo Horizonte. [ [Links](#) ].

CANELLA, A.A.; VEADO, J.C.;  
MENEZES, M.A.B.C. Study of  
essential elements in cattle tissue from  
a tropical country using neutron  
activation analysis. **Food and Nutrition  
Bulletin**, v. 23, n.3, p.237-240, 2002.  
[ [Links](#) ].

CUNNIF, P. **Official methods of  
analysis of AOAC International.**  
Arlington: AOAC International, 1995.  
p.5-26. [ [Links](#) ].

De BLAS, J.C., MATEOS, G.G. Feed  
Formulation. In: DE BLAS, J.C.,  
WISEMAN, J. (Eds.). **The nutrition of  
the rabbit.** Cambridge: CAB  
International, 1998. p.241-253. [ [Links](#) ].

DOBROGOSZ, W.J.; BLACK, B.L.;  
CASAS, I.A. Delivery of viable  
*Lactobacillus reuteri* to the  
gastrointestinal tract of poultry. **Poultry  
Science**, v.70, p.158, 1991. Supl. 1.  
[ [Links](#) ].

EUROPEAN GROUP ON RABBIT  
NUTRITION - EGRAN.  
**Harmonization in rabbit nutrition  
research: recommendations to  
analyze some basic chemical  
components of feeds and faeces.**  
Madrid, 1999. 10p. [ [Links](#) ].

EULER, A.C.C; FERREIRA, W.M.;  
TEIXEIRA, E.A.; SANTOS, A.G.T.  
Desempenho de coelhos Nova Zelândia  
Branco alimentados com dietas  
contendo diferentes níveis de inclusão  
de farinha de algas marinhas  
(Lithothamnium sp.) In: ZOOTECA, 27.,  
2007. Londrina. **Anais...** Londrina:  
ABZ, 2007. [ [Links](#) ].

FOOD AND AGRICULTURE  
ORGANIZATION - FAO. **Use of  
phosphate rocks for sustainable  
agriculture.** Roma, 2004. 144p. [ [Links](#) ].

FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; PERALTA, R.M.; GIDENNE, T.; FURLAN, A.C.; ANDREAZZI, M.A. Digestibilidade e desempenho de coelhos oriundos de quatro padrões de alimentação até a desmama alimentados com dietas contendo diferentes níveis de amido após a desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1172-118, 2004. [ [Links](#) ].

FERNÁNDEZ-CARMONA, J., BERNAT, F., CERVERA, C. PASCUAL, J.J. High lucerne diets for growing rabbits. **World Rabbit Science**, v.6, n.2, p.237-240, 1998. [ [Links](#) ].

FERREIRA, V.P.A.; FERREIRA, W.M.; SALIBA, E.O.S.; SCAPINELLO, C.; TEIXEIRA, A.O.; KAMWA, E.B. Digestibilidade, cecotrofia, desempenho e rendimento de carcaça de coelhos em crescimento alimentados com rações contendo óleo vegetal ou gordura animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1694-1704, 2006. Supl. [ [Links](#) ].

FERREIRA, W.M.; EULER, A. C; TEIXEIRA, E.A. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta de dietas com inclusão de farinha de alga marinhas (*Lythothamnium* sp.) para coelhos Nova Zelândia Branco. In: ZOOTEC, 27., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: ABZ, 2007a. [ [Links](#) ].

FERREIRA, W.M.; EULER, A.C; TEIXEIRA, E.A; ARAUJO, A.V. Avaliação do rendimento de carcaça de coelhos Nova Zelândia Branco alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farinhas de algas marinhas (*Lythothamnium* sp.). In: ZOOTEC, 27., 2007. Londrina. **Anais...** Londrina: ABZ, 2007b. [ [Links](#) ].

FULLER, R. Probiotics in man and animals: a review. **Journal of Applied Bacteriology**, v.66, p.365-378, 1989. [ [Links](#) ].

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – FEPAGRO. **Algas calcárias e bactérias para melhorar produtividade do solo**. Disponível em: <[http://www.fepagro.rs.gov.br/index.php?acao=not&cod\\_noticia=130&int\\_novidade=&pag=6](http://www.fepagro.rs.gov.br/index.php?acao=not&cod_noticia=130&int_novidade=&pag=6)>. Acesso em: 20 abr.2008.

GIDENNE, T., LEBAS, F. Evolution circadienne du contenu digestif chez le lapin en croissance relation avec la caecotrophie. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 3, Roma, 1984. **Proceedings...** Roma: AFC, 1984. p.494-501. [ [Links](#) ].

GONZÁLES, G. Minerales, vitaminas, antibioticos, anticoccidiostáticos y otros aditivos en la alimentación de conejos. In: De BLAS, C. **Alimentación del conejos**. Madrid: Mundi-Prensa, 1984. p.83-103. [ [Links](#) ].

HERRERA, A.D.P.N. **Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento**. 2003. 104f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. [ [Links](#) ].

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intake for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washington, D.C.: NRC, 1997. 449p. [ [Links](#) ].

LEBAS, F.; LAPLACE, J.P.; DROUMENQ, P. Effects de la teneur en énergie de l'aliment chez le lapin. Variations en fonction de l'âge des animaux et de la séquence des régimens alimentaires. **Animal Zotech**, v.31, p.233-256, 1982. [ [Links](#) ].

LUI, J.F.; OLIVEIRA, M.C.;  
CAIRES, D.R.; CANCHERINI, L.C.  
Desempenho, rendimento de carcaça e  
ph cecal de coelhos em crescimento  
alimentados com dietas contendo  
níveis de probiótico. **Ciência Animal  
Brasileira**, v.6, n.2, p.87-93, 2005.  
[ [Links](#) ].

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO - MAPA.  
**Instrução normativa nº 12 de  
novembro de 2004**. Disponível em:  
<<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso  
em: 12 jun. 2008.

MELO, P.C.; FRANCO, C.A.R.;  
FRANCO, A.R. **Uso de farinha de  
algas marinhas (*Lithothamnium sp*)  
na suplementação mineral de  
bovinos de corte**. Disponível em:  
<[http://www.calmarmineracao.com.br/  
calmar/farinha1.htm](http://www.calmarmineracao.com.br/calmar/farinha1.htm)>. Acesso em: 4  
set. 2004.

MELO, T.V.; FERREIRA, R.A.;  
CARNEIRO, J.B.A.; OLIVEIRA,  
V.C.; MOURA, A.M.A.; SILVA,  
C.S.; NERY, V.L.H. Rendimento de  
codornices japonesas utilizando  
Harina de algas marinhas e fosfato  
monoamônico. **Archivos de  
Zootecnia**, v.57, n.219, p.381-384,  
2008. [ [Links](#) ].

MICHELAN, A.C.; SCAPINELLO,  
C.; NATALI, M.R.M.; FURLAN,  
A.C.; SAKAGUTI, E.S.; FARIA,  
H.C.; SARTOLIN, M.L.R.;  
HERNANDES, A.B. Utilização de  
probiótico, ácido orgânico e  
antibiótico em dietas para coelhos em  
crescimento: ensaio de digestibilidade,  
avaliação da morfometria intestinal e  
desempenho. **Revista Brasileira de  
Zootecnia**, v.31, n.6, p.2227-2237,  
2002. [ [Links](#) ].

NATIONAL RESEARCH COUNCIL –  
NRC. **Mineral tolerance of domestic  
animals**. Washington: National Academy  
of Sciences, 1980. 577p.[ [Links](#) ].

OLIVEIRA, M.C.; LUI, J.F.  
Desempenho, características de carcaça  
e viabilidade econômica de coelhos  
sexados abatidos em diferentes idades.  
**Arquivos Brasileiro de Medicina  
Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6,  
p.1149-1155, 2006. [ [Links](#) ].

ORSINE, G.F.; GEISA, F.; CELSO,  
P.O.; OLIVEIRA, C.B. Efeito da fonte  
de calcio (*Calcario vs. L. Calcareum*)  
na digestibilidade aparente do feno de  
capim *Brachiara decumbens* Stapf. Cv.  
Basilisk. **Anais das Escolas de  
Agronomia e Veterinária da Ufg**,  
v.19, n.1, p.49-58, 1989. [ [Links](#) ].

OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.;  
NATALI, M.R.M.; MARTINS,  
E.N.; LODDI, M.M.; OLIVEIRA,  
A.F.G. Utilização de probiótico em  
rações com diferentes níveis de proteína  
sobre o comprimento e a morfometria  
do intestino delgado de codornas de  
corte. **Acta Scientiarum. Animal  
Sciences**, v.30, n.3, p.283-289, 2008.  
[ [Links](#) ].

OUHAYOUN, J.; LEBAS, F.;  
DELMAS, D. La croissance et la  
composition corporelle du lapin:  
Influence des facteurs alimentaires.  
**Cuni-Sciences**, v.3, p.7-21, 1986.  
[ [Links](#) ].

POPE, H.R.; OWENS, C.M.; CAVITT,  
L.C.; EMMERT, J.L.; TAYLOR, S.J.  
Efficacy of marigro in supporting  
growth, carcass yield and meat quality  
of broilers. 91st Annual Meeting  
Abstracts. **The Southern Poultry  
Science Society**. Poscal 80, p.25, 2002.  
Supl. 1. [ [Links](#) ].

SCAPINELLO, C.; FARIA, H.G.;  
FURLAN, A.C.; MICHELAN, A.C.  
Efeito da utilização de Oligossacarídeo  
Manose e acidificantes sobre o  
desempenho de coelhos em  
crescimento. **Revista Brasileira de  
Zootecnia**, v.30, n.4, p.1272-1277,  
2001. [ [Links](#) ].

SCHLOLAUT, W.; WALTER, A.;  
LANGE, K. Fattening performance and  
carcass quality in the rabbit in  
dependence on the final fattening  
weight and the fattening method. In:  
WORLD RABBIT CONGRESS, 3.,  
1984, Roma. **Proceedings...** Roma,  
AFC, 1984. p.445-452. [ [Links](#) ].

SOUZA, M.W.R; MELO, P.C.;  
REZENDE, A.B; SILVA, F.C. Efeito  
de doses de suminal na produção  
leiteira. In: ZOOTEC, 2002, Rio de  
Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABZ.  
2002. [ [Links](#) ].

SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO,  
M.H.; MAIA, G.A. Componentes  
funcionais nos alimentos. **Boletim da  
SBCTA**, v.37, n.2, p.127-135, 2003.  
[ [Links](#) ].

WORLD HEALTH ORGANIZATION  
– WHO. **Trace elements in human  
nutrition and health**. Geneva, 1996.  
343p. [ [Links](#) ].

Data de recebimento: 29/05/2009

Data de aprovação: 29/01/2010