

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS  
AGROINDUSTRIAIS E SUA AVALIAÇÃO  
NUTRICIONAL PARA COELHOS EM CRESCIMENTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Marciana Retore**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

**CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS  
AGROINDUSTRIAIS E SUA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL  
PARA COELHOS EM CRESCIMENTO**

**por**

**Marciana Retore**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Não Ruminantes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

**Orientadora: Profa. Dra. Leila Picolli da Silva**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

R438c

Retore, Marciana

Caracterização da fibra de co-produtos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento / por Marciana Retore. – 2009.

70 f. ; 30 cm.

Orientador: Leila Picolli da Silva

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2009.

1. Zootecnia 2. Nutrição animal 3. Cunicultura  
4. Coelhos 5. Fibras 6. Farelo de linhaça I. Silva, Leila Picolli da II. Título.

CDU 636.94.084.1

Ficha catalográfica elaborada por  
Maristela Eckhardt - CRB-10/737

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS  
AGROINDUSTRIAIS E SUA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL PARA  
COELHOS EM CRESCIMENTO**

elaborada por  
**Marciana Retore**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Zootecnia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Leila Picolli da Silva, Dra.**  
(Presidente/Orientador)

**Luciana Pötter, Dra. (CESNORS)**

**Geni Salete Pinto de Toledo, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2009

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me iluminar nesta caminhada, dando-me força para não desistir nos momentos de dificuldade.

À minha mãe em especial, que sempre me incentivou e acreditou em mim, me apoiando nas decisões, principalmente quando optei em trabalhar com coelhos. Muito obrigada, amo você.

À Dra. Leila Picolli da Silva, por ter sido mais do que simples orientadora, mas também amiga, dando-me força, ensinando e incentivando. Obrigada pelo carinho, atenção e compreensão.

À Dra. Geni Salete Pinto de Toledo, pela ajuda, ensinamentos e amizade dedicados. Muito obrigada.

Aos estagiários do Laboratório de Cunicultura da UFSM, principalmente ao Ivan Graça Araújo, que foi meu braço direito na realização deste trabalho. Obrigada pelo carinho e amizade.

À Dra. Jaqueline Ineu Golombieski, pela ajuda nas análises laboratoriais e também pela amizade que construímos ao longo destes dois anos. E claro, não poderia esquecer das estagiárias do Nidal, que me auxiliaram muito. Obrigada a todas.

À Cristiane Denardin, que teve paciência em ensinar algumas técnicas de laboratório. Agradeço-te de coração.

Aos meus amigos, em especial à Edilene Steinwandter e Tais Regina Taffarel, que me agüentaram durante esse período, ouvindo todas as minhas reclamações e desabafos. Obrigada pelo carinho, amizade e conselhos. Vão morar pra sempre no meu coração. Adoro vocês, meninas.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por todos os ensinamentos passados.

À Secretária do PPZG, Olirta, pelo carinho e dedicação.

E a tantos outros que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, meu agradecimento.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E SUA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL PARA COELHOS EM CRESCIMENTO**

**AUTORA: MARCIANA RETORE**

**ORIENTADORA: LEILA PICOLLI DA SILVA**

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2009, sala DZ-1

Dois experimentos foram realizados no Laboratório de Cunicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, RS, onde se estudou a influência das diferentes frações de fibra advindas de co-produtos agroindustriais (polpa de citros, casca de soja, farelo de linhaça e farelo proteinoso de milho) sobre o desempenho, coeficientes de digestibilidade, parâmetros sanguíneos e características da carne de coelhos submetidos às dietas. As dietas foram isoprotéicas (18% PB) e isoenergéticas (3000 kcal/kg ED). Foram utilizados oito coelhos da raça Nova Zelândia Branca por tratamento, testados dos 40 aos 89 dias de idade. No primeiro experimento, os tratamentos foram: FA- ração controle, com feno de alfafa; PC- substituição total do feno de alfafa por polpa de citros e CS- substituição total do feno de alfafa por casca de soja. Os animais dos tratamentos PC e CS apresentaram desempenho, peso e rendimento de carcaça semelhantes aos animais do tratamento FA. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN foram superiores para a dieta com casca de soja, em função da qualidade de fibra deste ingrediente. Foi observado redução nos níveis séricos de triglicérido, colesterol, hemoglobina e glicose dos animais alimentados com polpa de citros, devido à alta capacidade de ligação catiônica deste co-produto. A maciez da carne foi superior para os animais que consumiram a dieta com casca de soja, em virtude da melhor digestibilidade dos nutrientes. As diferentes frações da fibra advindas da polpa de citros e casca de soja não afetam o desempenho dos animais e o peso e rendimento de carcaça, mostrando que estes ingredientes podem substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos. A qualidade de fibra da polpa de citros reduz os níveis séricos de triglicérido e colesterol dos animais. A baixa quantidade de lignina em relação à celulose e hemicelulose da casca de soja propicia melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. No segundo experimento, os tratamentos foram: FA- ração controle, com feno de alfafa; FL- substituição total do feno de alfafa por farelo de linhaça e FP- substituição total do feno de alfafa por farelo proteinoso de milho (20% PB). Os animais do tratamento FP apresentaram desempenho semelhante aos animais do tratamento FA. Porém, o rendimento de carcaça não diferiu entre os co-produtos testados. O farelo de linhaça proporcionou desempenho inferior aos demais ingredientes, devido à alta capacidade de hidratação da fibra e formação de gel. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN foram superiores para o tratamento FP, em função da qualidade de fibra. A maciez da carne foi superior para os animais que consumiram a dieta do tratamento FP, em virtude da melhor digestibilidade dos nutrientes. O farelo proteinoso de milho pode substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos. O farelo de linhaça, pela grande quantidade de fibra solúvel e alta capacidade higroscópica, prejudica o desempenho dos animais e maciez da carne.

**Palavras-chave:** farelo de linhaça, qualidade da fibra, capacidade higroscópica.

## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **FIBER CHARACTERIZATION OF AGRICULTURAL BY-PRODUCTS AND ITS NUTRITIONAL EVALUATION FOR GROWING RABBITS**

AUTHOR: MARCIANA RETORE

ADVISER: LEILA PICOLLI DA SILVA

Date and Local of Defense: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2009, room DZ-1

Two experiments were carried out in Rabbit Laboratory of Animal Science Department at Federal University of Santa Maria, RS, where were studied the influence of different fractions of fiber from agricultural by-products (citrus pulp, soybean hulls, linseed bran and corn gluten meal) on performance, digestibility coefficients, blood parameters and meat quality of rabbits submitted to diets. The diets were isoproteic and isoenergetic, 18% of crude protein and 3,000 kcal/kg of digestible energy, respectively. Eight New Zealand White rabbits were utilized to each treatment, from 40 to 89 days of age. At the first experiment, the treatments were: AH- control diet, with alfalfa hay; CP- total substitution of alfalfa hay by citrus pulp and SH- total substitution of alfalfa hay by soybean hulls. The animals of the treatments CP and SH showed similar performance, carcass weight and carcass dressing percentage to the animals of the treatment AH. The DM, OM, CP and NDF apparent digestibility coefficients were superior for the diet SH, due to fiber quality. Reductions on triglycerides, cholesterol, hemoglobin and glucose levels were observed in the blood of the animals fed with citrus pulp, because of the high cation-exchange capacity of this by-product. Meat tenderness was higher for those animals that consumed the diet with soybean hulls, due to better nutrients digestibility. The different fiber fractions from citrus pulp and soybean hulls do not affect animals performance and weight and dressing carcass, showing that these ingredients can substitute the alfalfa hay on rabbits' diet. Fiber quality of citrus pulp decrease animals blood triglycerides and cholesterol levels. The lower amount of lignin in relation to cellulose and hemicellulose of the soybean hulls provides better nutrients digestibility coefficients. At the second experiment the treatments were: AH- control diet, with alfalfa hay; LB- total substitution of alfalfa hay by linseed bran and GM- total substitution of alfalfa hay by corn gluten meal (20% of crude protein). The animals from GM treatment showed similar performance in relation to the ones from AH treatment, although the carcass dressing percentage did not differ among the by-products. Linseed bran proportioned lower performance, due to higher fiber hydration capacity and gel formation. The DM, OM, CP and NDF apparent digestibility coefficients were superior for GM treatment, due to fiber quality. Meat tenderness was higher for those animals that consumed the diet of the treatment GM because of the better digestibility coefficients. Corn gluten meal can substitute alfalfa hay on rabbits' diet. Linseed bran, due to high amount of soluble fiber and high hydration capacity, affects animal performance and meat tenderness.

**Key words:** linseed bran, fiber quality, hydration capacity.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>9</b>
Importância da cunicultura.....	9
Co-produtos agroindustriais na alimentação de coelhos.....	10
Conceito e composição da fibra alimentar.....	12
Fibra da dieta e influência no desempenho.....	15
Ingredientes vegetais: organização estrutural e composição química da parede celular.....	18
<b>3 - TRABALHOS DESENVOLVIDOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 - Artigo 1.....</b>	<b>24</b>
Caracterização da fibra de co-produtos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento.....	24
<b>3.2 - Artigo 2.....</b>	<b>42</b>
Fracionamento da fibra de co-produtos agroindustriais protéicos e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento.....	42
<b>4 – DISCUSSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>5 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>6 - REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

A cunicultura pode ser uma importante fonte de renda primária em pequenas propriedades, uma vez que é conduzida em pequenos espaços, com ciclo de produção relativamente curto em comparação a outras espécies comerciais. Aliada a isto, a carne de coelho é considerada de ótima qualidade (ZINSLY, 1989), pois possui elevado valor protéico (19 a 23%), baixo teor de gordura (3-6% contra 9-10% do frango) e baixo teor de colesterol (50 mg/100g contra 105 mg/100g do frango) e, com isso, representa uma excelente opção para pessoas que buscam uma dieta saudável com baixo conteúdo calórico (TAVARES et al., 2007).

Nesta atividade, cerca de 70% dos custos de produção são representados pela alimentação, geralmente composta por feno de alfafa, milho e farelo de soja, o que resulta em alto custo do produto final. Este fato demonstra a importância de direcionar esforços científicos para o estudo de fontes alternativas ao uso de ingredientes tradicionais, reduzindo assim os custos de produção, porém, sem afetar a eficiência de conversão em produto comercial. Segundo Cheeke (1989), os coelhos podem ser criados com dietas constituídas por forragens e co-produtos agroindustriais, os quais são mais digestíveis para esta espécie do que para os suínos e aves, devido à sua capacidade intestinal, que lhes permite aproveitar com maior eficiência os nutrientes, transformando-os em carne de nobre qualidade.

A nutrição cunícola conta com grande variedade de co-produtos oriundos do processamento de fontes vegetais (óleos, cereais e frutas) que estão disponíveis no mercado sob a forma de farelos, tortas e cascas. Muitos deles apresentam em sua composição, além da fibra dietética, elevados teores de proteína e energia. Segundo a EMBRAPA (2002), a América Latina produz mais de 500 milhões de toneladas de co-produtos agroindustriais por ano, sendo o Brasil responsável por mais da metade desta produção. No entanto, a principal barreira encontrada no uso desses ingredientes é a deficiente informação dos valores nutritivos que essas matérias-primas apresentam (FERREIRA, 1989). Assim, antes de incluir alimentos alternativos na dieta de coelhos, torna-se necessário o desenvolvimento de análises mais detalhadas de seus componentes a fim de se evitar distúrbios nutricionais, conseqüentemente, garantindo o máximo desempenho e saúde dos animais.

As dietas para coelhos são caracterizadas pelos elevados teores em fibra, necessários para o funcionamento normal do trato gastrointestinal do animal e para que o fenômeno da cecotrofia ocorra. Comumente, mais da metade dessas dietas são compostas por alimentos fibrosos, principalmente a alfafa. Porém, a qualidade digestiva destas fibras carece mais

estudos, a fim de permitir a obtenção de dietas equilibradas nutricionalmente, embora com valor elevado em fibra, mas com níveis de energia e proteína que permitam suprir as necessidades de crescimento ótimo dos animais (GIDENNE, 1997; GIDENNE et al., 2001), tornando a atividade mais econômica.

Antigamente as dietas para coelhos eram baseadas no percentual de fibra bruta; porém, hoje é sabido que os animais requerem uma quantidade mínima de fibra indigestível (fibra em detergente ácido - FDA) para manter o trânsito normal do trato gastrintestinal. No entanto, é importante conhecer as demais frações insolúveis e solúveis da fibra, relacionando-as com a origem anatômico-fisiológica do vegetal e/ou do processamento (folhas, frutos, grãos, fermentados), a fim de se obter maior discernimento sobre as respostas diferenciadas no desempenho animal, mesmo quando as frações de fibra fornecidas são semelhantes.

Neste trabalho, a fibra de diferentes fontes (folhas, frutos, grãos e fermentados) foi quantificada na forma de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e fibra solúvel, e os seus respectivos efeitos biológicos foram avaliados a partir do desempenho, coeficientes de digestibilidade, parâmetros sanguíneos e qualidade de carcaça dos coelhos. Para tal, o feno de alfafa foi substituído por co-produtos agroindustriais (polpa de citros, casca de soja, farelo de linhaça e farelo proteinoso de milho).

## 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### **Importância da cunicultura**

O coelho é um dos animais domésticos mais prolíferos e de menor tempo de gestação. Além disso, necessita pequeno espaço para criação, onde podem ser colocados até 16 animais por metro quadrado, sem afetar seu peso final; sendo estes os principais pontos que motivam a implantação da atividade cunicula em pequenas propriedades (XICCATO et al., 1999). Considerando estes aspectos, a cunicultura é apontada como excelente alternativa para produção de proteína animal em quantidade e curto espaço de tempo, a fim de suprir a crescente carência deste gênero alimentício na nutrição humana. Apesar de todas as características favoráveis à criação e ao consumo, no Brasil a população não tem a cultura e nem o hábito de comer carne de coelho, uma vez que a espécie é vista como “pet”.

Mundialmente, é produzido 1,3 milhão de toneladas de carne de coelho, onde 43% desse volume é gerado dentro da União Européia, sendo que na Europa Ocidental o consumo chega a ser 6,5 vezes superior à média do resto do mundo (ESPÍNDOLA et al., 2007). No Brasil, o consumo de carne de coelho é insignificante, devido à pequena produção, com estimativa anual de 12 mil toneladas (ESPÍNDOLA et al., 2007). Além da barreira cultural a ser vencida no País, o preço é outro agravante, pois a carne de coelho é vendida aos consumidores a altos preços, R\$ 17,48 o quilo (RANCHO DOS GAUDÉRIOS, 2009), justamente por ser considerada alimento “exótico”.

O peculiar sistema digestivo do coelho tem permitido a inclusão de co-produtos vegetais e industriais de todo tipo nas dietas desta espécie (MATEOS; VIDAL, 1996). Diferentemente da maioria dos monogástricos, o ceco do coelho é funcional e, por meio da ingestão de cecotrofos, o animal tem acesso a proteínas, minerais e vitaminas produzidos ou disponibilizados pela fermentação microbiana (CARABAÑO; PIQUER, 1998). A flora é de implantação lenta (até o terceiro dia de vida os láparos não têm flora microbiana) e tem composição relativamente simples (principalmente bacilos gram-negativos não esporulados) (GIDENNE, 1996). O perfil de ácidos graxos voláteis resultantes da fermentação cecocólica também é específico no caso de coelhos, com predominância de acetato, seguido por butirato e propionato (GIDENNE, 1997).

### **Co-produtos agroindustriais na alimentação de coelhos**

No beneficiamento de matérias-primas vegetais para a obtenção de um produto principal, geralmente são obtidos outros materiais secundários os quais, até pouco tempo atrás, eram denominados de subprodutos (produtos com menos importância em relação ao faturamento) e resíduos (produtos sem mercado definido). No entanto, vários estudos têm demonstrado que estes produtos secundários podem ser usados como matéria-prima para extração e inter-conversão em outros produtos de maior valor agregado. Nesse sentido, atualmente o conceito de co-produto tem ganhado força, uma vez que estes produtos podem ser tão importantes industrial e comercialmente, como o produto principal objetivado no processamento.

A utilização de co-produtos agroindustriais na alimentação animal sempre foi uma realidade e a possibilidade de incorporação depende, entre vários fatores, da disponibilidade desse material, dos níveis empregados na produção animal, da competição com os outros produtos alternativos, da segurança de utilização, dos custos e, logicamente, do valor nutricional (MEJÍA, 1999). Considerando-se estes parâmetros, muitas pesquisas na área de nutrição animal têm sido direcionadas com o objetivo de avaliar fontes alimentares alternativas, visando, principalmente, o conhecimento de seu valor nutritivo e a otimização do seu uso nas dietas animais.

Na atividade cunícula, a alimentação representa cerca de 70% do custo total de produção; desta forma, devem-se procurar alternativas que atendam as exigências dos animais com vistas à redução de custos e máximo desempenho. O ingrediente de maior custo da dieta é o feno de alfafa, que pode compreender cerca de 40% do custo da ração para coelhos (SCAPINELLO et al., 2003), devido às altas exigências de crescimento dessa leguminosa, especialmente com relação às condições de fertilidade do solo, boa drenagem e pH próximo à neutralidade, características encontradas em poucas unidades de mapeamento de solos brasileiros (SILVA et al., 1995). Aliado a isso, a oferta desse produto é pequena no mercado e sua composição química muito variável.

Co-produtos como polpa de citros, casca de soja, farelo proteínoso de milho e farelo de linhaça são produzidos em grande escala no Brasil e apresentam, além da fibra dietética, grandes quantidades de energia e/ou proteína. Além destas características, o preço destes co-produtos, dependendo do local e época do ano, é inferior ao do feno de alfafa. Este cenário sugere que tais ingredientes devam ser mais bem estudados com vistas à ampliação de seu uso nas dietas cunículas, tornando-as mais econômicas, porém, sem causar prejuízos na produtividade.

No País, a polpa de citros é co-produto da extração do suco de laranja e apresenta-se como boa opção energética nas rações animais por não competir com a alimentação humana, ser altamente disponível e economicamente viável (SILVA et al., 1997; MANZANO et al., 1999). A polpa de citros é classificada como concentrado energético para ruminantes, rico em pectinas, FDN, FDA e cálcio e pobre em proteína bruta (PB) e fósforo (CARVALHO, 1995). A porção de açúcares totais é significativamente alta (entre 11 e 43,1%) e os níveis de amido são baixos ou nulos. Observam-se maiores quantidades de ácidos urônicos, glicose, arabinose, galactose e menores de manose, xilose, ramnose e fucose (MEJÍA, 1999). Informações complementares referem-se à sua alta capacidade de retenção de água (aumento da viscosidade), alta capacidade de troca catiônica e elevada adsorção de sais biliares quando comparada a outros materiais fibrosos, fatores que podem influenciar significativamente a qualidade dos alimentos (VAN SOEST, 1994).

De Blas; Villamide (1990) ressaltam que a inclusão de altos níveis de polpa de citros (30-45%) em dietas para coelhos não afeta a taxa de crescimento quando fibra indigestível proveniente de outros alimentos é fornecida nas dietas. Entretanto, Espíndola (1999) postula que as rações balanceadas para monogástricos são suficientemente ricas em polissacarídeos não amiláceos, como pectinas, beta-glucanos e pentosanas, e podem prejudicar o processo digestivo à medida que aumentam a viscosidade do conteúdo intestinal. Sendo assim, é necessário cautela quando da inclusão de polpa às dietas.

A casca de soja, obtida na industrialização do grão, tem grande destaque no cenário nacional, em virtude da alta produção brasileira desta leguminosa, representando 7 a 8% do peso do grão (RESTLE et al., 2004). Considerando que a produção brasileira total de soja na safra 2008/2009 seja de 63 milhões de toneladas, segundo levantamento feito pela CONAB (2008), serão geradas ao redor de 4,4 milhões de toneladas de casca de soja no País. Há, portanto, um enorme potencial quantitativo de uso desta casca para a alimentação animal.

A casca de soja consiste na parte externa do grão (película) e é obtida por separação no processamento da extração do óleo, quando o grão sofre quebra e é condicionado a aquecimento (62°C) para posterior laminação (BUTOLO, 2002). Este co-produto é rico em fibras ( $\pm$  45% de FDA), porém com cerca de 13% de PB (GENTILINI; LIMA, 1996) sendo, portanto, uma fonte alternativa de alimento para coelhos.

Maior peso relativo do estômago e do ceco em relação ao peso vivo foi observado por Arruda et al. (2003) para animais alimentados com casca de soja em relação ao feno de alfafa como ingrediente volumoso da dieta, sugerindo possível efeito dos constituintes da parede celular sobre o tempo de retenção da digesta e, conseqüentemente, sobre a cecotrofia. De

acordo com Garcia et al. (1997) e De Blas; Wiseman (1998), a casca de soja, por ser menos lignificada e potencialmente digestível que o feno de alfafa, pode ter propiciado menor intensidade na dualidade de excreção cecal, para um mesmo tamanho de partícula.

O farelo proteinoso de milho (20% PB) é constituído pela parte da membrana externa do grão de milho que fica após a extração da maior parte do amido e do gérmen pelo processo empregado na produção do amido, ou do xarope, por via úmida. Pode conter extrativos fermentados do milho e/ou farelo de gérmen de milho (TEIXEIRA, 1997). O aumento da digestibilidade dos nutrientes em coelhos foi citado por Arruda et al. (2005) ao substituírem parcialmente o farelo de soja por farelo proteinoso de milho, demonstrando a viabilidade do uso deste co-produto na alimentação de coelhos.

A linhaça é cultivada essencialmente para a produção de óleo que, depois de extraído, gera como co-produto a torta ou farelo de linhaça. De acordo com De Blas; Wiseman (1998), a capacidade de hidratação da fibra aumenta a viscosidade da digesta e diminui a digestibilidade dos nutrientes, dificultando a ação das enzimas e a difusão de substâncias ligadas ao processo digestivo. Esse fato é relatado em suínos e aves, onde as pesquisas mostram que o uso da linhaça ou seus co-produtos afeta negativamente a utilização dos nutrientes da dieta, ganho de peso e conversão alimentar, especialmente quando os níveis de inclusão desse ingrediente são aumentados (ORTIZ et al., 2001; SANTOS et al., 2005), o que é atribuído à presença de mucilagem indigestível de alta hidratação (lignanas), aumentando expressivamente a viscosidade da digesta.

Como relatado, estes co-produtos são de origem anatômico-fisiológica distinta e/ou de processamento (folhas, frutos, grãos, fermentados). Sendo assim, haverá grande diversidade estrutural de parede celular entre estas fontes vegetais, as quais se refletirão sobre as propriedades físico-químicas da fibra. Estas, por sua vez, causarão alterações nos processos digestivos que repercutirão sobre o metabolismo animal.

### **Conceito e composição da fibra alimentar**

Há mais de cem anos a fibra vem sendo usada para caracterizar os alimentos (VAN SOEST, 1982; VAN SOEST, 1994) e para estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações (MERTENS, 1992). Entretanto, os nutricionistas não chegaram a um consenso sobre uma definição uniforme de fibra, bem como sobre a concentração de fibra que otimize o consumo de energia.

Segundo Lee; Prosky (1995) em conjunto com vários pesquisadores da área de nutrição, a definição mais aceita é que essa fração represente a soma de polissacarídeos não-amiláceos, amido resistente (polissacarídeos que não são hidrolisados por enzimas digestivas de mamíferos) e lignina. Por outro lado, também é amplamente aceita a definição que agrega aos citados outros componentes remanescentes da planta que incluem oligossacarídeos, proteínas e lipídeos não hidrolisáveis, cutinas e taninos, além de outros compostos formados durante o armazenamento ou processamento de alimentos, como produtos de Maillard. Para Ferreira (1994), o conceito biológico de “fibra” seria definido como a fração do alimento que é indigestível ou lentamente digestível e que ocupa espaço no trato digestivo.

A fibra alimentar pode ser dividida em dois grandes grupos quanto a sua solubilidade em água, que constituem a fibra insolúvel e a fibra solúvel. Segundo Jeraci; Van Soest (1990), a fibra insolúvel é formada pelos componentes insolúveis da parede celular vegetal, tais como a celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina, taninos e compostos minoritários. A fibra solúvel é composta por polissacarídeos não amiláceos hidrossolúveis estruturais, como as beta-glicanas, arabinoxilanas e pectinas, além de outras substâncias, como as gomas e as mucilagens (OLSON et al., 1987; CAVALCANTI, 1989; VAN SOEST et al., 1991).

A fibra da dieta exerce vários efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo animal, sendo diferenciados conforme as frações que a constituem: solúvel ou insolúvel. Esses efeitos podem ser decorrentes de alterações em funções fisiológicas, como a taxa de excreção endógena e a passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (REFSTIE et al., 1999); alterações no bolo alimentar e digesta, tais como a capacidade de hidratação, o volume, o pH e a fermentabilidade (VAN SOEST, 1994; ANNISON; CHOCT, 1994); ou ainda, por alterações nas populações e na atividade da microbiota intestinal (WENK, 2001).

Em aves, coelhos, cães, gatos, suínos e equinos, a estratégia de utilização digestiva dos componentes da parede celular vegetal varia de acordo com a peculiaridade morfofisiológica do trato digestivo de cada espécie.

Nos monogástricos, há espécies herbívoras com relevante atividade fermentativa ceco-cólica, como os coelhos, onde se tem o interesse em conhecer não somente a fração fibrosa indigestível e seus efeitos físico-químicos na digestão, como também a porção disponível para a microflora do intestino grosso (DE BLAS et al., 1986; FERREIRA, 1990a). A produção de ácidos graxos voláteis (AGV) a partir da fermentação dos resíduos que escaparam do processo digestivo no estômago, duodeno, jejuno e íleo, que chegam ao intestino grosso, pode constituir, em função da espécie animal e seu estado fisiológico, em

uma importante contribuição ao metabolismo energético (ARGENZIO, 1988; DIERICK et al., 1989).

De acordo com Warner (1981), o aumento dos teores de fibra insolúvel na dieta pode provocar diminuição no tempo de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, podendo ser decorrente da estimulação física da fibra insolúvel sobre as paredes do trato gastrointestinal, que tende a aumentar a motilidade e a taxa de passagem. O aumento dos teores desta fração provoca também diluição da energia da dieta, levando ao aumento compensatório no consumo para que atinja os níveis energéticos exigidos para o crescimento, desenvolvimento e produção (WARPECHOWSKI, 1996).

O teor de fibra solúvel na dieta está associado com uma maior viscosidade (BEDFORD; CLASSEN, 1992), o que contribui para o trânsito mais lento da digesta no trato gastrointestinal (GUENTER, 1993; FERREIRA, 1994) e com efeitos negativos sobre o desempenho animal (ANNISON, 1993). De acordo com estes trabalhos, o aumento da viscosidade atua como barreira física capaz de dificultar a ação de enzimas e sais biliares no bolo alimentar, reduzindo a digestão e absorção dos nutrientes. A fibra solúvel também pode interagir com as células do epitélio intestinal, modificando a ação de hormônios e fazendo com que a secreção de proteínas endógenas seja aumentada, ou ainda, com os sais biliares e as enzimas digestivas, causando aumento na excreção de produtos de origem endógena (REFSTIE et al., 1999; GUILLON; CHAMP, 2000). No entanto, a relação entre a fibra solúvel com o aproveitamento de nutrientes e excreção endógena, está mais relacionada à origem e às características físico-químicas desta fração, do que da variação nos seus respectivos teores (JORGENSEN et al., 1996). Os resultados obtidos por Gohl; Gohl (1977) demonstram que diferentes tipos de hidrocolóides podem tanto aumentar como diminuir o tempo de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal. Segundo estes autores, a composição bromatológica e a ação bacteriana sobre os diferentes substratos atuam mais efetivamente nesta resposta biológica do que a variação nos teores individuais de cada hidrocolóide.

Associado ao aumento na produção de massa bacteriana, o maior teor de fibra solúvel na dieta também aumenta a produção de AGV, os quais podem ser absorvidos e utilizados metabolicamente para a energia de manutenção ou influenciar outros processos metabólicos e fisiológicos que se refletirão sobre o desempenho animal ou sobre a saúde (ZHAO et al., 1995; GUILLON; CHAMP, 2000).

### **Fibra da dieta e influência no desempenho**

A variação nos índices de produção deve-se, em grande parte, a diferenças na qualidade das matérias-primas utilizadas para o balanceamento de proteína, energia e fibra dietética, sendo o último o principal fator de variação, visto que a inclusão de volumosos, visando atender a necessidade de fibra “indigestível” apresenta difícil padronização e possui efeitos determinantes sobre o aproveitamento de nutrientes e equilíbrio digestivo nestes animais (FERREIRA, 1989).

No coelho, a fibra dietética exerce o papel de manutenção e equilíbrio da fisiologia digestiva por intermédio da velocidade de trânsito da digesta, impondo limitações no aproveitamento de alimentos ou rações completas e influenciando na digestão e absorção de outros nutrientes. Assim, a adição de fonte de fibra na dieta destes animais é obrigatória.

O aparelho digestivo do coelho apresenta como maiores porções o estômago e o ceco, caracterizando a espécie como animal herbívoro, capaz de ingerir grandes quantidades de material fibroso (LANG, 1981; MENDEZ et al., 1986; CHEEKE, 1987; GIDENNE, 1997), destacando sua capacidade única em aproveitar, via fermentação, quantidades significativas de fibra como fonte energética. Este fato está intimamente ligado à cecotrofia, que consiste na reingestão do conteúdo cecal, contendo maiores níveis de proteína e água e menores níveis de fibra do que as fezes, diferindo na forma física e processo de formação. Esta é uma estratégia advinda de necessidades nutricionais elevadas para serem supridas apenas com alimentos fibrosos, e naturalmente limitadas pela capacidade e velocidade de trânsito no trato gastrointestinal (CHEEKE, 1987). O processo de cecotrofia é de extrema relevância uma vez que alimentos alternativos, muitas vezes recusados para compor rações de outras espécies monogástricas (aves e suínos) pelo elevado teor de fibra, podem ser usados amplamente na cunicultura, com efeitos positivos no desempenho, aliado ao menor custo de produção.

As observações quanto ao tipo e nível de fibra sobre a incidência de transtornos digestivos fizeram com que pesquisadores considerassem no balanceamento de rações completas para coelhos o termo “fibra indigestível” como a melhor definição para as necessidades desses animais, onde a fibra em detergente ácido (FDA) é considerada o melhor parâmetro para indicação desta necessidade dietética, devido a maior precisão na estimação da fração lignocelulósica, a qual possui forte correlação negativa com a concentração energética da dieta e a adequação ao processo seletivo de excreção da fibra mais lignificada na região do ceco-cólon nesta espécie (SANTOMÁ et al., 1993; GIDENNE, 1996). De Blas et al. (1994) sugerem que quantidades de FDA em torno de 15% seriam suficientes para evitar desordens digestivas para coelhos. Trabalhos realizados por De Blas et al. (1985), usando dietas com

conteúdo de 8 até 16% de FDA, indicaram incremento significativo no ganho de peso dos animais para maior valor de FDA.

A redução na ingestão de fibra dietética resulta em distúrbios digestivos tais como alterações na atividade fermentativa cecal e redução no trânsito da digesta (PEETERS; MAERTENS, 1988; BELLIER; GIDENNE, 1992; GIDENNE, 1994; GARCIA et al., 1996; GIDENNE, 1996), favorecendo o surgimento de diarreia em coelhos em crescimento (LAPLACE, 1978; FRAGA et al., 1991; MATEOS; VIDAL, 1996). Em contrapartida, o aumento do nível de fibra na dieta (14,73 para 29,40% de FDA) leva a redução no ganho de peso e na digestibilidade da matéria seca e energia, além da redução do volume cecal (HOOVER; HEITMANN, 1972). Observa-se assim, que níveis adequados de fibra na dieta de coelhos são essenciais para garantir o bom funcionamento fisiológico e metabólico, o que se converterá em melhor desempenho. No entanto, faltam pesquisas para determinar com precisão a quantidade de fibra “digestível” necessária ao desenvolvimento adequado da população microbiana, a qual é responsável por parte da proteína digestível e por vitaminas consumidas pelos animais como produtos da fermentação (SANTOS et al., 2004). Portanto, não somente a quantidade da fração fibrosa, mas também a qualidade, visualizada a partir do fracionamento dos constituintes da parede celular vegetal, devem ser considerados no balanceamento de rações completas para coelhos.

Menores níveis de fibra, ou inferiores ao mínimo recomendado, podem proporcionar aumento do peso do ceco ou do conteúdo cecal, em função do efeito regulatório dos componentes fibrosos sobre o fluxo da digesta e dualidade na excreção fecal nestes compartimentos digestivos (CHEEKE, 1987; DE BLAS, 1989; BELLIER; GIDENNE, 1996). Segundo Lebas (1991) e Gidenne (1996), mantendo-se constante o nível de fibra em detergente neutro (FDN), o maior desenvolvimento do ceco observado com fontes de fibra mais digestíveis deve-se a estímulos químicos mais intensos, como a elevação na concentração de AGV oriundos da ação microbiana, além do efeito físico relacionado ao fluxo e refluxo entre ceco e cólon dos coelhos, caracterizando hipomotilidade responsiva à hiperfermentação pela microbiota cecal (LLEONART, 1980; LANG, 1981; PEETERS et al., 1995).

Garcia et al. (1993), ao avaliarem a substituição do amido por fibra de alta degradabilidade (polpa de beterraba) em rações para coelhos, sugerem que a inclusão de fibra altamente digestível pode atuar como agente permissivo a distúrbios digestivos, o que se traduz pela interação hipomotilidade-hiperfermentação cecal, similarmente ao excesso de

amido. Além disso, certos componentes da fibra solúvel, devido a sua estrutura química distinta, podem influenciar negativamente no ganho de peso dos animais.

A substituição completa do feno de alfafa por outras fontes contendo níveis elevados de fibra digestível, tais como as polpas, pode diminuir a taxa de passagem e aumentar o tempo de retenção da digesta no ceco. Apesar de conter aproximadamente 50% de FDN, esses alimentos parecem ser insuficientes em atender os requisitos em fibra desta espécie (FRAGA et al., 1991).

Ao substituir a alfafa por polpa de beterraba, Ferreira (1990b) detectou diferença significativa no peso do sistema digestório repleto de coelhos, onde o maior valor foi observado na dieta em que a alfafa foi substituída pela polpa em 40%. Além disso, a degradação da fibra apresentou correlação positiva com o peso do conteúdo e com o volume do ceco, o que foi atribuído à ocorrência de estímulo químico mais intenso no referido órgão, como a elevação na concentração de AGV oriundos da ação microbiana, uma vez que a polpa de beterraba tem fermentabilidade superior àquela dos ingredientes mais fibrosos ou lignificados como o feno de alfafa. Rações menos lignificadas propiciam maior tempo de retenção, enquanto rações mais lignificadas promovem maior velocidade de trânsito, resultando em diferenças no peso visceral e eficiência alimentar, ou seja, variações na degradabilidade e padrão fermentativo cecal (GIDENNE, 1996).

As propriedades físico-químicas da fibra vegetal se caracterizam por influir sobre o trânsito digestivo das dietas, a absorção de minerais e a absorção dos sais biliares e metabolismo dos lipídios. A capacidade higroscópica ou de retenção de água da fibra está particularmente relacionada com o seu conteúdo de hemiceluloses e pectinas (ARRUDA et al., 2003). As substâncias pécticas, entre os polissacarídeos da parede celular vegetal, são as que têm mais importância no processo de retenção de água. Entretanto, como sua degradação pode ser completa, pode haver liberação e disponibilidade de substâncias para a flora bacteriana intestinal. Já a lignina influencia negativamente a extensão da atividade fermentativa por dois mecanismos: a) impedindo que as enzimas dos microorganismos atuem nos polissacarídeos (incrustação); b) ligando-se covalentemente aos polissacarídeos. Além disso, possuem forte capacidade de ligação catiônica com elementos minerais fazendo com que as dietas ricas em fibra interfiram negativamente na absorção de minerais (ARRUDA et al., 2003). Estas características físico-químicas, diferenciadas de acordo com a variação constitucional das diferentes fontes de fibra, têm sido amplamente discutidas na nutrição de coelhos.

### **Ingredientes vegetais: organização estrutural e composição química da parede celular**

Por mais amplas e diversificadas que sejam as plantas, uma característica comum a todas elas é a presença de parede celular. Todas as células vegetais apresentam pelo menos uma camada de parede que as envolvem, denominada parede primária. Em algumas células especializadas, ao final da elongação e início da maturidade, pode ocorrer deposição de uma segunda camada, chamada de parede secundária. Esta camada é formada a partir de interações entre vários polímeros orgânicos e alguns minerais. As inúmeras possibilidades de interação entre estes polímeros conferem ampla diversidade estrutural e definem as propriedades físico-químicas das paredes celulares, as quais são responsáveis por diversos efeitos na digestão e absorção de nutrientes, bem como alterações em outros processos metabólicos.

A parede celular pode ser conceituada como uma estrutura polimérica heterogênea na qual microfibrilas de celulose encontram-se embebidas em um complexo menos ordenado de polissacarídeos estruturais, com pequenas quantidades de proteína estrutural intercalada entre a matriz (COSGROVE, 1997). Outros polímeros, como lignina, suberina, ceras e taninos, além de água e minerais, também podem estar presentes nesta estrutura (HATFIELD, 1989; SHOWALTER, 1993). A coesão entre estes polímeros é assegurada por forças intermoleculares e por interações iônicas, pontes de hidrogênio e ligações covalentes (HATFIELD, 1989). A parede celular encontra-se organizada em três zonas: a lamela média, a parede primária e a parede secundária (FERREIRA, 1994).

A formação da lamela média ocorre durante o processo de divisão celular, quando substâncias pécticas são continuamente depositadas na região equatorial formando uma placa que se estende aos dois extremos da parede da célula em divisão (CUTTER, 1988). Após a completa formação, cada protoplasto deposita a sua parede primária adjacente à placa equatorial, e a lamela média passa a constituir o meio extracelular. Em tecidos já formados, as substâncias pécticas atuam como agentes cimentantes conferindo aderência às paredes de células adjacentes (RAVEN et al., 1996).

A parede primária é formada na fase de crescimento da planta, onde as células podem aumentar em volume de 10 a 1000 vezes até atingir a maturidade e este processo é acompanhado pela elongação da parede. É a primeira parede a ser formada pela célula e é depositada sobre cada lado da lamela média pelas células adjacentes. Quimicamente consiste, principalmente, de celulose, hemicelulose e outros polissacarídeos (CUTTER, 1988).

A parede secundária surge quando cessa a elongação, onde algumas células especializadas sofrem deposição de outra parede. Durante esta fase ocorre um espessamento da parede, da extremidade para o centro do lúmen celular, devido à deposição de polímeros de

celulose e xilanas. Com raras exceções, a formação de parede secundária é acompanhada por lignificação. O processo tem início na lamela média, onde a deposição de lignina é intensa e continua em direção ao lúmen celular, diminuindo gradativamente a intensidade até tornar-se pouco expressiva na parede secundária.

#### **a) Polímeros que compõem a parede celular**

A proporção de tecidos que compõe a parede celular tem sido a característica anatômica usada como indicativo do valor qualitativo de volumosos. A possibilidade de se associar esta característica com a qualidade nutricional de espécies forrageiras surgiu com a observação de que diferentes tipos de tecidos apresentam taxa e extensão de digestão diferenciadas (AKIN; BURDICK, 1975). Assim, medidas da proporção dos tecidos com elevado conteúdo celular e/ou delgada parede primária (não-lignificada), de alta digestibilidade, e daqueles tecidos com baixo conteúdo celular e espessa parede celular (frequentemente lignificada), normalmente associados à baixa digestibilidade, podem explicar diferenças qualitativas entre espécies e/ou cultivares de volumosos (WILSON, 1997).

Os polissacarídeos são os principais polímeros que formam a parede celular. Embora sejam formados por apenas 10 monossacarídeos em comum, cada monossacarídeo pode existir em duas formas “cíclicas” (piranose e furanose) que podem se unir por ligações glicosídicas através de um dos seus três, quatro ou cinco grupos hidroxil disponíveis, e em duas orientações ( $\alpha$  e  $\beta$ ), originando moléculas de grande variabilidade estrutural (McDOUGALL et al., 1996). Adicionalmente, estes polissacarídeos podem se ligar a outros polímeros, como as proteínas, compostos fenólicos, ceras, suberinas e silicatos, além de outros compostos minoritários. Os principais polissacarídeos são representados pela celulose, hemiceluloses, substâncias pécnicas, lignina e taninos.

A celulose é o polissacarídeo mais abundante da natureza e o principal constituinte da maioria das paredes celulares, exceto em algumas sementes (McDOUGALL et al., 1993). Giger-Reverdin (1995) encontrou variações nos teores de celulose em sementes de oleaginosas, sementes de leguminosas e em forragens na ordem de 40 a 50%, 3 a 15% e 10 a 30%, respectivamente. Já na maioria dos grãos de cereais o teor é menor (1 a 10%).

A celulose é formada por resíduos de D-glicopiranoses unidos por ligações  $\beta$ -1,4 que formam longas cadeias lineares com alto grau de polimerização (8.000 a 15.000 unidades) e elevado peso molecular (GOODWIN; MERCER, 1988; GIGER-REVERDIN, 1995).

As hemiceluloses são uma coleção heterogênea de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose (50 a 250) (GRENET; BESLE, 1991; VAN

SOEST, 1994). Em células maduras, as hemiceluloses encontram-se mais associadas à lignina (ligações covalentes) do que a outros polissacarídeos, tornando-se indisponíveis à solubilização. Em termos gerais, este grupo de polissacarídeos representa entre 10 e 25% da matéria seca (MS) das forragens, farelos e polpas, e entre 2 e 12% da MS de grãos de cereais (REIS; RODRIGUES, 1993).

As substâncias pécticas ocorrem na parede primária e lamela média de todas as plantas. São carboidratos associados com a parede celular, mas não estão covalentemente unidas às porções lignificadas. São mais abundantes em leguminosas (média de 5 a 10%) do que em gramíneas (média de 2%). Também estão presentes em grandes quantidades no bagaço de frutas cítricas e de maçã (em média, 20%) (FERREIRA, 1994).

Estes polissacarídeos têm a sua base estrutural formada por resíduos de ácido galacturônico unidos linearmente por ligações  $\alpha$ -1,4 e substituídos por arabinose e talvez galactose nos extremos das cadeias (VAN SOEST, 1994). Os grupos aptos à interação iônica podem sofrer esterificação por metanol e/ou serem neutralizados por íons  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ , diminuindo a solubilidade deste polímero em água (GRENET; BESLE, 1991; FENNEMA, 1993). Com o amadurecimento das células, principalmente nos frutos, as pectinas se tornam menos esterificadas e mais solúveis em água (FENNEMA, 1993).

As ligninas são polímeros complexos de estrutura não totalmente conhecida. De um modo geral, são conceituados como polímeros condensados formados a partir da redução enzimática dos ácidos *p*-cumárico, ferúlico e sinápico em seus respectivos alcoóis cumarílico, coniferílico e sinapílico. Estes alcoóis precursores irão se condensar por processo oxidativo formando macromoléculas reticuladas, as ligninas (GRENET; BESLE, 1991; JUNG; ALLEN, 1995). A presença destes polímeros é mais freqüente em tecidos de sustentação e em células maduras (WHETTEN; SEDEROFF, 1995). As ligninas presentes em leguminosas geralmente são mais condensadas e se encontram em maior quantidade para um mesmo estágio de maturidade do que as encontradas em gramíneas (GRENET; BESLE, 1991).

O teor de lignina na parede celular é o principal determinante da extensão em que esta pode ser degradada (NORTON, 1984). A deposição da lignina aumenta com a maturação fisiológica e diminui a digestibilidade dos polissacarídeos estruturais (BURNS et al., 1997; DESCHAMPS, 1999). Embora diversificadas, as ligninas presentes em gramíneas diferenciam-se pela grande quantidade de ligações ésteres, enquanto que as depositadas em dicotiledôneas angiospermas apresentam poucas ligações ésteres e predominância de ligações éter (VAN SOEST, 1994).

Os taninos exercem papel de proteção e defesa da planta (RAVEN et al., 1996). São polímeros fenólicos que podem formar complexos estáveis com proteínas e outras macromoléculas, tornando-as indigestíveis. Dividem-se em dois grupos: os taninos hidrolisáveis, de núcleo central com função poliálcool ao que se unem ácidos fenólicos carboxílicos, por ligações éster e os taninos condensados, sem núcleo hidrocarbonado e derivados da condensação de precursores flavonóides, incluindo as autocianidinas (pigmento das flores) (FERREIRA, 1994). Os taninos agem de diversas formas no processo digestivo: sobre o epitélio bucal, produzem um estado de adstringência e diminuição da lubrificação, conseqüentemente, diminui a ingestão voluntária (FENNEMA, 1993); sobre as células epiteliais da parede intestinal, provocam uma diminuição da permeabilidade; e também têm efeito inibitório sobre a proliferação de microorganismos digestivos (BUXTON; CASLER, 1993; GALYEAN; GOETSCH, 1993).

#### **b) Propriedades físico-químicas da parede celular e efeitos nutricionais**

As características químicas e estruturais de cada polímero e a estrutura tridimensional criada pelas associações entre polímeros, definem as propriedades físico-químicas da parede celular (CHESSON, 1997). Estas propriedades variam de acordo com a composição da parede e são responsáveis por diferentes efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo animal. Entre elas, destacam-se a capacidade de ligação catiônica e a capacidade de hidratação.

A capacidade de ligação catiônica está relacionada com a habilidade da parede celular em ligar-se a íons metálicos através de grupos situados em sua superfície (ANNISON; CHOCT, 1994). Dessa forma, as paredes das células podem exercer um grande poder tamponante, carregando-se de cátions quando o pH é alto e liberando-os quando o pH do meio diminui. Os principais grupos funcionais capazes de exercer troca catiônica na parede celular incluem as carboxilas, aminas, hidroxilas alifáticas e fenólicas, presentes em maior quantidade nas pectinas, lignina e taninos (JERACI; VAN SOEST, 1990).

A capacidade de hidratação de uma parede depende da presença de grupos hidrofílicos, área de superfície das moléculas e dos espaços intracelulares (ANNISON; CHOCT, 1994). Os polissacarídeos estruturais insolúveis, como a celulose e algumas xilanas, estão ligados por pontes de hidrogênio e se comportam como esponjas. Sua capacidade de hidratação é mais dependente do tamanho de partícula do que da superfície de contato com a água (VAN SOEST, 1994). Já os polímeros solúveis possuem estruturas mais ramificadas com grande quantidade de grupos hidrofílicos, o que aumenta a superfície de contato e a

capacidade de retenção de água (ANNISON; CHOCT, 1994). A retenção de água pelos polímeros solúveis causa um aumento da viscosidade e, possivelmente, aumento da resistência ao peristaltismo, alterando o tempo de trânsito da digesta no trato digestivo de animais monogástricos (FERREIRA, 1994). O aumento da viscosidade cria uma barreira física capaz de dificultar e/ou impedir a ação enzimática sobre o substrato, bem como, limita a absorção do material já digerido.

### **3 – TRABALHOS DESENVOLVIDOS**

### 3.1 – ARTIGO 1

#### CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E SUA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL PARA COELHOS EM CRESCIMENTO

##### Resumo

Este trabalho teve por objetivo estudar a influência da fibra oriunda de diferentes fontes (feno de alfafa, polpa de citros e casca de soja) sobre o desempenho, coeficientes de digestibilidade, parâmetros sanguíneos e características da carne de coelhos submetidos às dietas experimentais. O estudo foi conduzido no Laboratório de Cunicultura, da Universidade Federal de Santa Maria, no período de 24 de setembro a 11 de novembro de 2007, onde foram utilizados 24 animais da raça Nova Zelândia Branca, dos 40 aos 89 dias de idade, distribuídos em três tratamentos, que consistiram de: FA - ração controle, com feno de alfafa; PC - substituição total do feno de alfafa por polpa de citros e CS - substituição total do feno de alfafa por casca de soja. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan ( $P < 0,10$ ). Para a análise sensorial, utilizou-se o teste Tukey ( $P < 0,05$ ). O consumo de ração foi maior para os animais dos tratamentos PC e FA (78,62 e 74,66 g/dia, respectivamente), enquanto que as dietas CS e FA apresentaram melhor conversão alimentar (2,59 e 3,00, respectivamente). No entanto, o ganho de peso aos 89 dias, peso de carcaça, rendimento de carcaça, peso de trato gastrintestinal e de ceco vazio não diferiram entre as fontes de fibra testadas. Avaliando os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e FDN das dietas experimentais, a dieta CS foi a que apresentou os melhores resultados, seguido pela FA. Nos parâmetros sanguíneos, nota-se redução nos níveis de triglicérido, colesterol, hemoglobina e glicose para os animais alimentados com a dieta contendo polpa de citros, devido à alta capacidade de ligação catiônica deste co-produto. A relação carne/osso das carcaças foi superior para os animais dos tratamentos FA e PC, no entanto, a carne dos animais do tratamento CS foi mais macia. Não houve diferença na porcentagem de perdas de líquido por cozimento das carcaças. Na análise sensorial, os parâmetros também não diferiram. As diferentes frações da fibra advindas da polpa de citros e casca de soja não afetam o desempenho, o peso e rendimento de carcaça dos animais, mostrando que estes ingredientes podem substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos. A qualidade de fibra da polpa de citros reduz os níveis séricos de triglicérido e colesterol dos animais. A baixa quantidade de lignina em relação à celulose e hemicelulose da casca de soja propicia melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e carne mais macia.

**Palavras-chave:** polpa de citros, capacidade de ligação catiônica, qualidade da fibra.

## **Abstract**

This work had as objective study the influence of fiber from different sources (alfalfa hay, citrus pulp and soybean hulls) on performance, digestibility coefficients, blood parameters and meat characteristics of rabbits submitted to experimental diets. The experiment was carried out in Rabbit Laboratory of Animal Science Department at Federal University of Santa Maria, RS, from September 24 to November 11, 2007, where 24 New Zealand White animals were used, from 40 to 89 days of age, distributed into three treatments, that consisted in: AH- control diet, with alfalfa hay; CP- total substitution of alfalfa hay by citrus pulp and SH- total substitution of alfalfa hay by soybean hulls. The data were submitted to variance analysis and the averages were compared by Duncan test ( $P < .10$ ). For sensorial analysis Tukey test ( $P < .05$ ) was used. The feed intake was higher to animals from CP and AH treatments (78.62 and 74.66 g/day, respectively), while animals from SH and AH treatments showed higher feed conversion (2.59 and 3.00, respectively). Although, the weight gain at 89<sup>th</sup> day, carcass weight, carcass dressing percentage and gastrointestinal tract and empty caecum weights did not differ among the tested fiber sources. Evaluating DM, OM, CP and NDF apparent digestibility coefficients of experimental diets, the diet SH showed the best results, followed by AH. In sanguine parameters, there was reduction on triglyceride, cholesterol, hemoglobin and glucose levels to the animals fed with the diet containing citrus pulp, due to high cation-exchange capacity of this by-product. Carcass meat/bone ratio was higher for animals from AH and CP treatments, however the animals of the SH treatment presented meat more tenderness. Meat cooking losses didn't differ. On sensorial analysis, the parameters also didn't differ. The different fiber fractions from citrus pulp and soybean hulls do not affect animals performance at 89<sup>th</sup> day, carcass weight and carcass dressing percentage, showing that these ingredients can substitute the alfalfa hay on rabbits' diet. Fiber quality of citrus pulp decrease animals blood triglycerides and cholesterol levels. Lower amount of lignin in relation to cellulose and hemicellulose of soybean hulls provides better nutrients digestibility coefficients and meat more tenderness.

**Key words:** citrus pulp, cation-exchange capacity, fiber quality.

## **Introdução**

Os coelhos têm hábito alimentar herbívoro e ceco funcional, onde a fibra dietética exerce o papel de manutenção e equilíbrio da fisiologia digestiva. As propriedades físico-químicas da fibra vegetal caracterizam-se por influir sobre o trânsito digestivo das dietas, a

absorção de minerais, a absorção dos sais biliares e metabolismo dos lipídios (ARRUDA et al., 2003).

É fato a essencialidade da manutenção de níveis adequados de fibra na dieta de coelhos para garantir o bom funcionamento fisiológico e metabólico, o que se converterá em melhor desempenho. No entanto, faltam pesquisas para determinar com precisão a quantidade de fibra digestível necessária ao desenvolvimento adequado da população microbiana, a qual é responsável por parte da proteína digestível e por vitaminas consumidas pelos animais como produtos da fermentação (SANTOS et al., 2004). Portanto, não somente a quantidade da fração fibrosa, mas também a qualidade, visualizada a partir do fracionamento dos constituintes da parede celular vegetal, devem ser considerados no balanceamento de rações completas para coelhos.

A alimentação dos coelhos é baseada no milho, farelo de soja e feno de alfafa, representando em torno de 70% dos custos de produção. Este fato demonstra a importância de direcionar esforços científicos na busca por alimentos alternativos, a fim de reduzir os custos de produção, evitar distúrbios nutricionais relacionados ao excesso de cereais e obter a máxima eficiência de conversão em produto comercial, alavancando a produção e o consumo de carne desta espécie no País.

O feno de alfafa é considerado alimento fibroso de alta qualidade, pois possui boa digestibilidade e palatabilidade, sendo a fonte de fibra referência na alimentação de coelhos. No entanto, é o alimento de maior custo devido às altas exigências de crescimento, especialmente com relação às condições de fertilidade do solo, boa drenagem e pH próximo à neutralidade, características encontradas em poucas unidades de mapeamento de solos brasileiros (SILVA et al., 1995). Assim, sua substituição por alimentos mais acessíveis economicamente, de maior disponibilidade e oferta constante no mercado, como co-produtos resultantes do processamento de oleaginosas e frutas, torna-se necessária para tornar a atividade mais rentável.

A utilização de co-produtos agroindustriais na alimentação animal sempre foi uma realidade e a possibilidade de incorporação depende, entre vários fatores, da disponibilidade desse material, dos níveis empregados na produção animal, da competição com os outros produtos alternativos, da segurança de utilização, dos custos e, logicamente, do valor nutricional (MEJÍA, 1999).

Segundo a EMBRAPA (2002), a América Latina produz mais de 500 milhões de toneladas de co-produtos agroindustriais por ano, sendo o Brasil responsável por mais da metade desta produção. Somente em farelo de soja, a produção brasileira foi de 22 milhões de

toneladas nos anos de 2006/07 (ABIOVE, 2007). Co-produtos como a polpa de citros e a casca de soja são produzidos em grande escala no País, apresentam boa digestibilidade e são ricos em fibra digestível, podendo participar de dietas para coelhos.

A polpa de citros é co-produto da indústria de suco de laranja. É composta pela casca, sementes e bagaço que, após o processo de extração do suco, ainda apresenta alto teor de umidade. Visando a comercialização desse ingrediente, a indústria promove a desidratação do material e consequente peletização (GIARDINI, 1994). Por possuir alta quantidade de carboidratos solúveis e fibra, é considerada alimento intermediário entre volumoso e concentrado (FEGEROS et al., 1995). A polpa de citros, seca e peletizada, contém aproximadamente 6% de proteína bruta, 11% de fibra bruta e 70 a 75% de nutrientes digestíveis totais e, segundo Hall (2000), pode conter mais de 20% de sua MS composta por açúcares simples, sendo este teor variável de acordo com a espécie e cultivar de citros que a origina. Porém, segundo Watanabe et al. (2007), efeitos mais detalhados sobre fontes ricas em fibra solúvel (pectina), como a polpa de citros, foram pouco estudados e podem diferir daqueles da fibra insolúvel, por serem passíveis de fermentação microbiana, principalmente no ceco.

A casca de soja, co-produto da industrialização do grão, tem grande destaque no cenário nacional em virtude da alta produção de soja, sendo que representa, em média, 8% do peso do grão (KLOPFENSTEIN; OWEN, 1987). Esse produto se destaca pela elevada oferta, preços competitivos e composição bromatológica que se adequa à alimentação animal, pois, assim como a polpa de citros, possui elevada proporção de frações altamente digestíveis (celulose e hemicelulose), associada à baixa presença de lignina, um dos principais componentes que afeta a digestão da fibra (SERRANA, 2006).

No entanto, as variações na composição e estrutura da parede celular dos alimentos devem ser encaradas como fatores de grande importância nutricional, já que podem alterar o metabolismo digestivo e afetar o desempenho dos animais.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo estudar a influência da fibra oriunda de diferentes fontes (feno de alfafa, polpa de citros e casca de soja) sobre o desempenho, coeficientes de digestibilidade aparente, parâmetros sanguíneos e características da carne de coelhos submetidos às dietas experimentais.

## Materiais e Métodos

### Ingredientes

Antes de formular as dietas experimentais e iniciar o ensaio biológico, os ingredientes testados (feno de alfafa, polpa de citros e casca de soja) foram analisados bromatologicamente, em duplicata, quanto às medidas de MS (105°C/12h), cinzas (550°C/4h), lipídeos pelo método de Bligh; Dyer (1959) e PB através da determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (N x 6,25), de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (1995).

O teor de fibra total foi determinado conforme o método enzimico-gravimétrico nº 985.29 e nº 991.42 (AOAC, 1995). Os teores de FDN, FDA, celulose e lignina foram determinados de acordo com a metodologia de Goering; Van Soest (1970). O teor de hemicelulose foi calculado como a diferença entre o teor de FDN e FDA. O conteúdo de fibra solúvel foi determinado subtraindo-se a FDN da fibra total. As enzimas utilizadas para determinação da fibra total foram a  $\alpha$ -amilase, protease e amiloglicosidase. As propriedades físico-químicas de capacidade de ligação ao cobre (CLCu) e capacidade de hidratação (CH) foram determinadas pelo método de McBurney et al. (1983) e McConnell et al. (1974), respectivamente.

**Tabela 1 – Composição bromatológica, fracionamento da fibra, capacidade de hidratação (CH) e capacidade de ligação ao cobre (CLCu) dos ingredientes testados com coelhos em crescimento**

	FA	PC	CS
Matéria seca (%)	87,72	86,64	89,19
Cinzas (%)	8,32	8,57	7,91
Proteína bruta (%)	19,10	7,93	10,65
Lipídeos (%)	4,12	3,44	1,14
Fibra total (%)	68,85	67,67	87,87
FDN (%)	48,72	30,22	70,78
FDA (%)	32,53	22,57	50,36
Hemicelulose (%)	16,19	7,65	20,42
Celulose (%)	27,85	21,08	47,78
Lignina (%)	8,76	4,92	5,26
Fibra solúvel (%)	20,13	37,45	17,09
CH (g/g)	5,80	4,80	5,30
CLCu (mg/100g)	555,70	944,49	713,17

### Dietas experimentais

Com base na análise laboratorial dos alimentos (Tabela 1), formularam-se três dietas experimentais (Tabela 2), seguindo as recomendações nutricionais para coelhos das principais

tabelas de exigências nutricionais (LEBAS, 1980; DE BLAS; MATEOS, 1998), sendo que a energia digestível foi fixada acima dos níveis recomendados, objetivando-se obter dietas com maior densidade nutricional, visto que as mesmas seriam fornecidas na forma farelada aos animais.

As dietas foram compostas majoritariamente por milho e farelo de soja, visando a substituição do feno de alfafa por co-produtos agroindustriais fontes de fibra: polpa de citros e casca de soja. Essas rações formaram os tratamentos:

FA - ração controle, com feno de alfafa;

PC - substituição total do feno de alfafa por polpa de citros;

CS - substituição total do feno de alfafa por casca de soja.

Embora os tratamentos visassem a substituição do feno de alfafa, as quantidades dos outros ingredientes, como milho e farelo de soja, também foram modificados, a fim de se obterem dietas isocalóricas, isoprotéicas e com teor aproximado de FDA.

#### Ensaio biológico

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Cunicultura, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, no período de 24 de setembro a 11 de novembro de 2007, onde foram utilizados 24 coelhos da raça Nova Zelândia Branca, machos e fêmeas, desmamados aos 33 dias de idade, com peso médio de  $927 \pm 49$ g, distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos (8 animais/tratamento) e alojados em gaiolas individuais, elevadas 70 cm do solo, com acesso livre à ração e água. O período de adaptação dos animais às dietas e instalações foi de sete dias. Após este período, os animais foram submetidos às dietas experimentais dos 40 aos 89 dias de idade. A temperatura máxima registrada no ensaio foi de 26°C e a mínima de 15°C, tomada diariamente às 8h da manhã.

O experimento teve duração de 49 dias, onde foram feitas as pesagens das sobras de ração e dos animais para os cálculos de consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar. Para o ensaio de digestibilidade, utilizou-se óxido de cromo (0,05%), misturado à ração, com o objetivo de marcar o início e término da coleta de fezes. A coleta total das fezes foi realizada durante sete dias para estimar os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, matéria orgânica, PB e FDN, de acordo com a fórmula de Schneider; Flatt (1975):

$$\text{Digestibilidade do nutriente} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente nas fezes (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100 \quad (1)$$

**Tabela 2 – Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos em crescimento**

	FA	PC	CS
INGREDIENTES	.....% MS.....		
Feno de alfafa	15,00	---	---
Polpa de citros	---	18,02	---
Casca de soja	---	---	10,6
Milho	52,46	44,18	51,43
Farelo de soja	23,79	28,11	27,47
Casca de arroz	5,00	6,52	5,00
Calcário calcítico	0,38	0,21	1,28
Sal	0,50	0,50	0,50
Mix min e vit*	0,50	0,50	0,50
Fosfato bicálcico	0,77	0,66	0,75
Óleo de soja	1,60	1,30	2,45
NUTRIENTES	.....Composição calculada com base na %MS.....		
ED (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000
FDN	22,00	21,00	23,00
FDA	13,70	14,80	15,00
Hemicelulose	8,21	6,62	8,01
Celulose	9,85	10,17	11,00
Lignina	3,92	3,63	3,21
Fibra solúvel	5,21	9,07	4,04
Fibra total	27,21	30,07	27,04
PB	18,00	18,00	18,00
Ca	0,70	0,70	0,90
P	0,45	0,45	0,45

\* Composição por kg do produto: Vit A, 300.000 UI; Vit D, 50.000 UI; Vit E, 4.000 mg; Vit K3, 100 mg; Vit B1, 200 mg; Vit B2, 300 mg; Vit B6, 100 mg; Vit B12, 1.000 mcg; Ác. Nicotínico, 1.500 mg; Ác. Pantotênico, 1.000 mg; Colina, 35.000 mg; Ferro, 4.000 mg; Cobre, 600 mg; Cobalto, 100 mg; Manganês, 4.300 mg; Zinco, 6.000 mg; Iodo, 32 mg; Selênio, 8 mg; Metionina, 60.000 mg; Promotor de Crescimento, 1.500 mg; Coccidiostático, 12.500 mg; Antioxidante, 10.000 mg.

No último dia experimental, após 12 horas de jejum, todos os animais foram pesados, e metade deles foi abatida, sendo coletado sangue para posterior quantificação de glicose, proteínas totais, hemoglobina, colesterol total e triglicérido. A determinação das análises

sanguíneas foi realizada com os kits glucox 500, proteínas totais, hemoglobina, colesterol 250 enzimático e triglicérides enzimático líquido, todos da marca Doles<sup>®</sup> (Goiânia, Goiás, Brasil).

No momento do abate, foram obtidos os pesos do trato gastrointestinal repleto e do ceco vazio. O rendimento de carcaça foi obtido com as mesmas ainda quentes providas de fígado, para comprovar sanidade, mas sem cabeça. Para a obtenção da razão carne/osso, pesou-se e dissecou-se a perna traseira direita, segundo a metodologia descrita por Blasco et al. (1992), de acordo com a fórmula:

$$RC/O = PCa/PO \quad (2)$$

em que RC/O é a relação carne/osso, PCa é o peso da carne (g) e PO é o peso dos ossos (g) (RAO et al., 1978). Após a desossa, utilizou-se a carne para medir as perdas de líquido por cozimento através da fórmula:

$$PCo = (PM \text{ cru} - PM \text{ cozida})/PM \text{ cru} \times 100 \quad (3)$$

em que PCo é a perda de peso pelo cozimento (%), PM cru é o peso da carne crua e PM cozida é o peso da carne cozida (PILES et al., 2000). As amostras foram colocadas em bandejas de alumínio e assadas em forno elétrico a 250°C por 15 minutos. A diferença em percentagem entre o peso final e o inicial correspondeu à perda de líquido por cozimento.

Para a análise da maciez objetiva, as amostras destinadas à determinação de perdas por cozimento, depois de assadas e resfriadas à temperatura ambiente, foram submetidas ao teste da força de cisalhamento. Procedeu-se a remoção de quatro amostras de 1,27cm de diâmetro, as quais foram cisalhadas ao meio no equipamento “Warner-Bratzler Shear” modelo 3000, conforme metodologia de Kerth et al. (1995).

Para conduzir a análise sensorial, a carne do lombo e da perna traseira esquerda de cada tratamento foi imersa em salmoura de NaCl 2%, permanecendo na solução por 24h, e grelhada por 15 minutos até que ficasse dourada. Foram feitas amostras compostas de cada tratamento que foram cortadas em pequenos cubos. As amostras de carne foram codificadas pelos números 321, 214 e 437, representando os tratamentos FA, PC e CS, respectivamente. As mesmas foram servidas a 33 julgadores não treinados, em cabines individuais, para que estes pudessem avaliar o produto quanto a aparência, odor, sabor e textura, seguindo uma escala hedônica cujas notas variavam de 1 a 9, sendo 1- gostei extremamente e 9- desgostei extremamente, segundo Della Modesta (1994).

#### Delineamento experimental e análise estatística

O ensaio biológico foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições, onde cada animal foi considerado uma unidade experimental.

Os resultados obtidos foram submetidos a teste para detecção de valores anômalos (*outlier*) antes da análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Duncan a 10% de significância. Para a avaliação sensorial, utilizou-se o teste Tukey a 5% de significância. A análise estatística foi realizada utilizando-se o Programa Estatístico SPSS versão 8.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

### Resultados e Discussão

Para o período dos 40 aos 68 dias de idade (Tabela 3), houve diferença apenas para o ganho de peso diário, onde os animais dos tratamentos CS e FA apresentaram os maiores valores. Não foi verificada diferença entre as fontes de fibra avaliadas sobre os demais parâmetros de desempenho dos coelhos. Considerando o período total, dos 40 aos 89 dias, os animais dos tratamentos FA e PC consumiram mais ração que os animais do tratamento CS, provavelmente pelo melhor aproveitamento digestivo e metabólico (Tabela 5) da dieta com casca de soja; hipótese esta suportada pela melhor conversão alimentar dos animais submetidos a este tratamento, seguido pela não significância de ganho de peso entre os tratamentos.

**Tabela 3 – Desempenho de coelhos aos 40, 68 e 89 dias de idade**

Parâmetros	FA	PC	CS
40 – 68 dias de idade			
Peso vivo 40 dias (g)	901 ± 67	938 ± 35	943 ± 46
Consumo de ração (g/dia)	67,00 ± 2,21	64,11 ± 4,54	62,73 ± 3,81
Ganho de peso (g/dia)	28,00 <sup>ab</sup> ± 2,20	26,41 <sup>b</sup> ± 2,03	29,70 <sup>a</sup> ± 1,46
Conversão alimentar	2,39 ± 0,09	2,43 ± 0,35	2,11 ± 0,17
Peso vivo 68 dias (g)	1685 ± 126	1678 ± 34	1775 ± 86
40 – 89 dias de idade			
Consumo de ração (g/dia)	74,66 <sup>ab</sup> ± 3,98	78,62 <sup>a</sup> ± 6,17	67,37 <sup>b</sup> ± 5,70
Ganho de peso (g/dia)	24,81 ± 2,29	25,45 ± 2,02	26,03 ± 3,27
Conversão alimentar	3,00 <sup>ab</sup> ± 0,14	3,09 <sup>b</sup> ± 0,25	2,59 <sup>a</sup> ± 0,33
Peso vivo 89 dias (g)	2123 ± 139	2186 ± 88	2179 ± 267

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

De Blas; Villamide (1990) ressaltam que a inclusão de altos níveis de polpa de citros (30-45%) em dietas para coelhos não afeta a taxa de crescimento quando fibra indigestível proveniente de outros alimentos é fornecida nas dietas. Entretanto, Espíndola (1999) postula que as rações balanceadas para monogástricos são suficientemente ricas em polissacarídeos

não amiláceos, como pectinas, beta-glucanos e pentosanas, e podem prejudicar o processo digestivo à medida que aumentam a viscosidade do conteúdo intestinal. No entanto, o aumento da viscosidade está intimamente relacionado com o aumento da capacidade de hidratação da fibra, a qual foi semelhante entre as diferentes fontes testadas (Tabela 1). Neste âmbito, pode-se então inferir que a polpa de citros não influenciou negativamente os eventos de digestão e absorção de nutrientes até o nível testado (18,02% de inclusão na ração).

As fontes testadas não causaram efeito significativo sobre a medida de ganho de peso, mostrando que os co-produtos agroindustriais, polpa de citros e casca de soja, se equivalem ao feno de alfafa, tradicionalmente utilizado nas rações para coelhos. Já a conversão alimentar foi melhor para os animais dos tratamentos FA e CS, o que é explicado pelos melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes destes ingredientes (Tabela 5).

O peso vivo dos animais aos 89 dias não diferiu entre os ingredientes testados. Arruda et al. (2003), trabalhando com diferentes fontes de fibra, feno de alfafa e casca de soja, também não observaram diferença entre as dietas para peso final dos animais.

O peso de carcaça e o rendimento de carcaça (Tabela 4) não apresentaram diferença quanto às fontes de fibra testadas.

**Tabela 4 – Parâmetros de carcaça e do trato gastrintestinal de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

	FA	PC	CS
Parâmetros	Carcaça		
Peso de carcaça (g)	1083 ± 97	1139 ± 70	1133 ± 120
Rendimento carcaça (%)	51,00 ± 2,66	52,10 ± 0,62	52,00 ± 0,86
	Parâmetros gastrintestinais		
TGI repleto (g/100g PV)	19,32 ± 0,79	20,66 ± 0,88	20,71 ± 0,58
Ceco vazio (g/100g PV)	2,09 ± 0,05	2,04 ± 0,03	2,08 ± 0,09

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

Embora correlacionado com a natureza química da parede celular dos alimentos fibrosos, não foram observadas diferenças para pesos do trato gastrintestinal repleto e de ceco vazio entre os tratamentos (Tabela 4). Apesar de não observado no presente trabalho, Lebas (1991) e Gidenne (1996) comentam que, mantendo-se constante o nível de fibra dietética, o maior desenvolvimento do ceco observado com fontes de fibra mais digestíveis pela microflora intestinal é devido a estímulos químicos mais intensos, como o aumento na

concentração de AGV oriundos da ação microbiana, além de efeito físico relacionado ao fluxo e refluxo entre ceco e cólon dos coelhos, caracterizando hipomotilidade responsiva à hiperfermentação pela microbiota cecal. Arruda et al. (2003), testando diferentes fontes de fibra (feno de alfafa e casca de soja), observaram maiores peso de ceco e conteúdo cecal para as rações contendo casca de soja, devido à natureza química da parede celular destes alimentos fibrosos.

Segundo De Blas; Wiseman (1998), o efeito da fonte de fibra sobre a digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica correlaciona-se diretamente com as características da parede celular do alimento fibroso. No entanto, os tratamentos FA e CS não diferiram quanto a estes coeficientes (Tabela 5), embora o tratamento CS tenha apresentado melhor coeficiente de digestibilidade da MS e MO. A casca de soja, por conter maior proporção de celulose e hemicelulose em relação à lignina (Tabela 1), deve ter proporcionado maiores tempo de retenção e disponibilidade de nutrientes, assim como, melhor degradação da fração fibrosa pela atividade microbiana cecal, contribuindo para melhor digestibilidade desta ração. Arruda et al. (2002) também constataram melhor aproveitamento dos nutrientes pelos coelhos alimentados com as rações contendo casca de soja, cujos valores médios de digestibilidade foram de 72,37% MS e 73,06% MO em comparação às dietas contendo feno de alfafa (68,98 e 69,35%, respectivamente).

**Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) das dietas experimentais para coelhos em crescimento**

Parâmetros	FA	PC	CS
CDMS (%)	78,72 <sup>ab</sup> ± 4,85	75,37 <sup>b</sup> ± 5,46	82,63 <sup>a</sup> ± 3,57
CDMO (%)	79,90 <sup>ab</sup> ± 4,64	77,14 <sup>b</sup> ± 5,16	82,71 <sup>a</sup> ± 3,49
CDPB (%)	90,24 <sup>a</sup> ± 2,24	86,83 <sup>b</sup> ± 4,91	92,45 <sup>a</sup> ± 2,45
CDFDN (%)	32,65 <sup>b</sup> ± 2,28	35,43 <sup>ab</sup> ± 3,84	39,58 <sup>a</sup> ± 4,81

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

Os melhores coeficientes de digestibilidade aparente da FDN para os tratamentos CS e PC são reflexos da menor lignificação, maior teor de hemicelulose (casca de soja) e mais fibra solúvel (polpa de citros) (Tabela 1) destas fontes e, possivelmente, maior tempo de retenção para atividade fermentativa, aliado ao maior efeito antiperistáltico, contribuindo para melhor colonização e ação enzimática da microflora do ceco-cólon sobre a fração fibrosa (PEREZ DE AYALA et al., 1991; DE BLAS; WISEMAN, 1998).

Naranjo (2000) encontrou melhora na digestibilidade de MS, MO, MM, FDN e FDA quando o teor de substituição da dieta basal pela polpa de citros atingiu 40%. O mesmo autor observou digestibilidade média de FDN e de FDA de 44% quando teores mais elevados de polpa de citros foram incluídos (30 e 40%) na dieta de coelhos. Carabaño et al. (1997) relataram valores de 48% para FDN e de 30% para FDA, utilizando 30% de polpa de beterraba. No presente trabalho, onde foi utilizado 18,02% de polpa de citros, os coeficientes de digestibilidade da FDN foram semelhantes ao obtido por Gidenne; Perez (2000) que, ao incluírem 20% de polpa de beterraba na dieta de coelhos, obtiveram digestibilidade de 37%.

No presente trabalho, acredita-se que os coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB da dieta do tratamento PC foram inferiores aos demais pelo maior potencial de ligação catiônica (Tabela 1 – CLCu) desta fonte, o que pode ter influenciado negativamente na digestibilidade dos nutrientes, quelando/indisponibilizando co-fatores de enzimas digestivas e sais biliares.

As medidas sanguíneas demonstraram que os animais submetidos ao tratamento PC mostraram níveis de triglicérideo e colesterol menores que os outros tratamentos (Tabela 6), o que é indicativo indireto do efeito negativo/quelante da polpa de citros sobre os sais biliares. Diversos estudos têm demonstrado o efeito deste co-produto sobre a redução dos níveis séricos e hepáticos do colesterol total, devido ao aumento da quantidade de sais biliares e gordura total excretada nas fezes (MOURÃO et al., 2005), pois a polpa de citros tem maior capacidade em “ligar” esses sais (Tabela 1), impedindo-os de serem reabsorvidos pelo epitélio intestinal.

**Tabela 6 – Níveis de triglicérideo (TRG), colesterol (COL), hemoglobina (HEM), glicose (GLIC) e proteínas totais (PROT) do soro de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

Parâmetros	FA	PC	CS
TRG (mg/dL)	53,54 <sup>a</sup> ± 8,09	37,94 <sup>b</sup> ± 4,33	54,41 <sup>a</sup> ± 12,47
COL (mg/dL)	113,21 <sup>b</sup> ± 12,30	66,23 <sup>c</sup> ± 0,93	177,53 <sup>a</sup> ± 19,67
HEM (g/dL)	7,82 <sup>b</sup> ± 2,03	4,55 <sup>c</sup> ± 0,85	11,37 <sup>a</sup> ± 1,81
GLIC (mg/dL)	136,10 <sup>a</sup> ± 9,49	124,44 <sup>b</sup> ± 0,80	130,35 <sup>ab</sup> ± 4,75
PROT (g/dL)	5,70 <sup>b</sup> ± 0,38	6,06 <sup>ab</sup> ± 0,24	6,27 <sup>a</sup> ± 0,13

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

Diminuindo a circulação enterohepática dos sais biliares no trato digestório, o organismo mobiliza colesterol para produzir novos sais biliares, essenciais ao metabolismo das gorduras (formação de micelas), conseqüentemente diminuindo a taxa de colesterol sérico

do organismo (JIMENEZ-VERGARA et al., 1999). Com menos sais biliares circulantes, a emulsificação das gorduras não será tão intensa, formando menos micelas, assim menos lipídeo será absorvido pelo epitélio do duodeno e jejuno proximal e, conseqüentemente, haverá menor nível de triglicérideo no sangue, como mostra a tabela 6.

Outra explicação para a redução do colesterol pelo consumo da ração com polpa de citros é baseada no fato de que a fermentação da fibra solúvel na região ceco-cólica produz ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato), os quais podem diminuir a síntese hepática de colesterol através da inibição da HMGCoa redutase, enzima envolvida na biossíntese do colesterol (GLORE et al., 1994).

O soro dos animais do tratamento FA apresentou nível intermediário de colesterol. Na parede celular do feno de alfafa, além dos polissacarídeos estruturais e lignina, estão presentes outras substâncias que, embora em pequena quantidade, podem ter efeito significativo sobre o comportamento digestivo das frações da fibra. Embora não determinados no presente trabalho, sabe-se que os taninos condensados tendem a diminuir o valor nutricional dos alimentos pelos efeitos deletérios devido à inibição das enzimas digestivas, tais como as tripsinas, as amilases e as lipases, além de impacto negativo sobre a microflora simbiótica dos animais; os taninos hidrolisáveis, em função da acidez gástrica, liberam a cadeia peptídica e expõem seus sítios de hidrólise. Existem também as substâncias terpenóides, onde as de maior importância nutricional são as saponinas, destacando-se em leguminosas como alfafa, pelo efeito hipocolesterolêmico sobre os coelhos (EASTWOOD, 1992; FERREIRA, 1994; BRETT; WALDRON, 1996).

A quantidade de hemoglobina foi afetada pela alta capacidade de ligação catiônica da fibra da polpa de citros (Tabela 1), a qual diminui a disponibilidade de muitos cátions bi e trivalentes, inclusive o ferro. O ferro, fazendo parte da molécula, é essencial para a produção de hemoglobina que, entre outras funções, é responsável pelo transporte de oxigênio para as células. Isso é verificado na tabela 6, onde o soro dos animais do tratamento PC mostrou níveis inferiores de hemoglobina em comparação aos demais tratamentos. O resultado intermediário obtido no tratamento FA pode ter sido em função de compostos fenólicos existentes no feno de alfafa, os quais podem causar a lise das células (hemáceas).

As fibras solúveis do tipo pectina melhoram a tolerância à glicose, pois retardam a absorção e digestão dos carboidratos, mantendo nível mais baixo de glicose no sangue, observado no tratamento PC e CS (STARK; MADAR, 1994). Este fato também pode subsidiar os menores níveis de triglicérideo (entrada mais lenta de glicose, menos formação de triglicérideo no fígado) para o tratamento PC.

Os níveis de proteínas totais circulantes foram superiores no soro dos animais que consumiram as dietas dos tratamentos CS e PC. A casca de soja e a polpa de citros podem apresentar desbalanço de aminoácidos, sendo que a qualidade protéica inferior destas fontes, quando comparadas ao feno de alfafa, resulta em níveis mais elevados de proteína circulante.

Quanto à qualidade de carcaça (Tabela 7), os animais alimentados com as dietas FA e PC obtiveram maior relação carne/osso, enquanto que os animais do tratamento CS apresentaram menor valor, o que pode ser em função da menor deposição protéica, sendo este fato subsidiado pelo alto nível de proteína circulante verificado neste tratamento (Tabela 6).

**Tabela 7 – Razão carne/osso (RC/O), perdas por cozimento (PCo) e força de cisalhamento (FC) da carne de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

Parâmetros	FA	PC	CS
RC/O (%)	4,54 <sup>a</sup> ± 0,09	4,74 <sup>a</sup> ± 0,20	4,06 <sup>b</sup> ± 0,23
PCo (%)	28,02 ± 1,61	26,39 ± 2,76	24,20 ± 4,14
FC (kgf)	1,90 <sup>b</sup> ± 0,17	1,97 <sup>b</sup> ± 0,25	1,53 <sup>a</sup> ± 0,29

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

As perdas por cozimento determinam o grau de maciez e suculência da carne. Quanto maiores, menor a maciez e mais seca a carne (OLIVEIRA; LUI, 2006). Para este parâmetro não foi observado diferença. Analisando-se a medida de força de cisalhamento da carne, este foi menor para a carne dos animais alimentados com a dieta CS. Essa maior maciez verificada na carne dos animais que consumiram a dieta com casca de soja talvez seja em função da melhor digestibilidade dos nutrientes, mobilizando mais água para o músculo. Ou ainda, esses animais podem ter acumulado maior quantidade de gordura na carcaça, justificado pelos maiores níveis de triglicérido e colesterol circulantes (Tabela 6).

A análise sensorial não demonstrou diferença significativa para as características de carne avaliadas (Tabela 8), embora se perceba a preferência pela carne dos coelhos que

**Tabela 8 – Análise sensorial da carne de coelhos abatidos aos 89 dias**

Parâmetros	FA	PC	CS
Aparência	3,00 ± 1,56	2,91 ± 1,72	2,67 ± 1,55
Odor	3,39 ± 1,73	3,06 ± 1,58	3,06 ± 1,68
Sabor	2,66 ± 1,12	2,66 ± 1,60	2,72 ± 1,25
Textura	2,91 ± 1,70	3,15 ± 1,84	2,67 ± 1,45

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

consumiram a dieta contendo casca de soja. Assim, nota-se ótima aceitação das carnes, ficando as mesmas entre os pontos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Analisando-se o parâmetro textura, verificou-se que tanto a análise da maciez objetiva (shear) quanto a subjetiva (teste sensorial), apontaram a carne do tratamento CS como sendo a mais macia.

### **Conclusões**

As diferentes frações da fibra advindas da polpa de citros e casca de soja não afetam o desempenho aos 89 dias e o peso e rendimento de carcaça dos animais, mostrando que estes ingredientes podem substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos.

A qualidade de fibra da polpa de citros reduz os níveis séricos de triglicérido e colesterol dos animais. A baixa quantidade de lignina em relação à celulose e hemicelulose da dieta com casca de soja propicia melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e carne mais macia.

### **Agradecimentos**

À Giovelli & Companhia Ltda, de Guarani das Missões, pela doação da casca de soja.

Ao senhor João Adolfo Klohn, pela doação da polpa de citros.

### **Referências Bibliográficas**

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal. Disponível em: <http://www.abiove.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2007.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16<sup>th</sup> ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018 p.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16<sup>th</sup> ed., Washington, DC, 1995.

ARRUDA, A. M. V. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes de rações contendo diferentes fontes de fibra e níveis de amido com coelhos em crescimento. **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v. 31, n. 3, jun. 2002.

ARRUDA, A. M. V. et al. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p.181-190, jan./jun. 2003.

BLASCO, A.; OUHAYOUN, J.; MASOERO, G. **Status of rabbit meat and carcass: criteria and terminology**. Zaragoza (Spain). Options Méditerranéennes, 1992. p. 105-120. Série Séminaires, n. 17).

BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917. 1959.

BRETT, C. T.; WALDRON, K. W. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. 2nd ed. Cambridge C&H Books, 1996.

CARABAÑO, R. et al. Substitution of sugarbeet pulp for alfalfa hay in diets for growing rabbits. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 65, p. 249-256, 1997.

DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. Feed Formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: Cab Publishing, p. 241-253, 1998.

DE BLAS, C.; VILLAMIDE, M. J. Nutritive value of beet and citrus pulps for rabbits. **Ani. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 31, n. 3/4, p. 239- 246, Dec. 1990.

DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: Cab Publishing, p. 241-253. 1998.

DELLA MODESTA, R. C. Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas. Tomo I, Tomo II e Tomo III. Rio de Janeiro: EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)- CTAA, 1994, 245 p.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Ann. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v. 12, p. 19-35, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Tabuleiros Costeiros. Aracaju. SE, 2002. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>. Acesso em: 28 abr. 2007.

ESPÍNDOLA, G. B. Valor fisiológico e nutricional da fibra vegetal para coelhos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA E TECNOLOGIA EM CUNICULTURA, 3., 1999, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 1999.

FEGEROS, K. et al. Nutritive value of dried citrus pulp and its effects on milk yield and milk composition of lactating ewes. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 78, p. 1116-1121, May. 1995.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃORUMINANTES, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 85-113.

GIARDINI, W.V. Polpa de Citros. **Revista dos Criadores**. 1994; 64 (771) (Supl.):5.

GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, Toulouse. **Invited papers...** Toulouse, AFC – INRA, 1996. p.13-28.

GIDENNE, T.; PEREZ, J. M. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. I. Effects on digestion, rate of passage and retention of nutrients. **Ann. Zootech.**, Paris, v. 49, n. 4, p. 357-377, Jul./Aug. 2000.

GLORE, S. R. et al. Soluble fiber and serum lipids: a literature review. **J. Am. Dietetic Assoc.**, v. 94, p. 425-436, 1994.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GRENET, E.; BESLE, J. M. Microbes and fiber degradation. In: JOUANY, J.P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: p.107-129, 1991.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. Institute of Food and Agricultural Sciences: University of Florida, 2000. 42 p.

JIMENEZ-VERGARA, M.; FURR, H.; FERNANDEZ, M. L. Pectin and psyllium decrease the susceptibility of LDL to oxidation in guinea pigs. **J. Nutr. Biochem.**, v. 10, n. 2, p. 118-124, 1999.

KERTH, C. R.; MILLER, M. F.; RANSEY, C. B. Improvement of beef tenderness and quality with calcium chloride injection in beef loins 48 hours *post mortem*. **J. Food Sci.**, v. 73, p. 750-756. 1995.

KLOPFENSTEIN, T.; OWEN, F. Soybean hulls – an energy supplement for ruminants. **Anim. Health & Nutr.**, p. 28-32, Apr. 1987.

LEBAS, F. Les recherches sur l'alimentation du lapin: Evolution au cours dernières années et perspectives d'avenir. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 2, 1980, Paris. **Proceedings...** Paris: WRSA, v. 2, p. 1-17. 1980.

LEBAS, F. Alimentación y funcionamiento digestivo del conejo. **Cuniculture**, v. 16, n. 92, p. 224-228, 1991.

McCONNELL, A. A.; EASTWOOD, M. A.; MITCHELL, W. D. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. **J. Sci. Food Agric.**, Mysore, v. 25, p. 1457-1464, 1974.

McBURNEY, M. I.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral-detergent fibres. **J. Sci. Food Agric.**, Mysore, v. 34, p. 910-916, 1983.

MEJÍA, A. M. G. Estratégias para avaliação nutricional da polpa cítrica seca em suínos em terminação. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1999.

MOURÃO, D. M.; SALES, N. S.; PINHEIRO-SANTANA, H. M. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 529-539, jul./ago. 2005.

NARANJO, A. P. Avaliação nutricional de dietas com polpa cítrica seca para coelhos em crescimento. 2000. 36 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2000.

OLIVEIRA, M. C.; LUI, J. F. Desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica de coelhos sexados abatidos em diferentes idades. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1149-1155, dez. 2006.

PEREZ DE AYALA, P. et al. Effect of fiber source on diet digestibility and growth of fattening rabbits. **J. Appl. Rabbit Research**, v. 14, n. 1, p. 159-164, 1991.

PILES, M.; BLASCO, A.; PLA, M. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbit. **Meat Sci.**, v. 54, p. 347-355, 2000.

RAO, D. R. et al. Effect of weaning and slaughter ages on rabbit meat production. II. Carcass quality and composition. **J. Anim. Sci.**, v. 46, p. 578-583, Mar. 1978.

SANTOS, E. A.; LUI, J. F.; SCAPINELLO, C. Efeito dos níveis de fibra em detergente ácido sobre os coeficientes de digestibilidade das dietas e desempenho de coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum. Anim. Sci.**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 79-86, jan./mar. 2004.

SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: the University of Georgia Press, 1975. 423 p.

SERRANA, Nutrição Animal. Casca de soja na alimentação de ruminantes. Fev. 2006.  
<[http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/PDF/Fevereiro 2006.pdf](http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/PDF/Fevereiro%202006.pdf)>  
Acesso em: 23 jan. 2009.

SILVA, R. M. et al. Produção e qualidade da matéria seca de sete leguminosas estivais em Eldorado do Sul, RS. In: XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, p. 113-115. 1995.

SPSS PC+. (1997). **Statistical Package for the Social Sciences**. SPSS Inc. Chicago.

STARK, A.; MADAR, Z. Dietary fiber. In: **Functional foods**. Goldberg I (Ed). Chapman and Hall, New York, p. 183-201. 1994.

WATANABE, P. H. et al. Avaliação biológica da polpa cítrica para suínos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboicabal. **Anais...** Jaboicabal. 2007. CD-ROM.

## 3.2 – ARTIGO 2

### FRACIONAMENTO DA FIBRA DE CO-PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PROTÉICOS E SUA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL PARA COELHOS EM CRESCIMENTO

#### Resumo

Este trabalho teve por objetivo estudar a influência da fibra oriunda de diferentes fontes (feno de alfafa, farelo de linhaça e farelo proteinoso de milho) sobre o desempenho, coeficientes de digestibilidade, parâmetros sanguíneos e características da carne de coelhos submetidos às dietas experimentais. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cunicultura, da Universidade Federal de Santa Maria, no período de 24 de setembro a 11 de novembro de 2007, onde foram utilizados 24 animais da raça Nova Zelândia Branca, dos 40 aos 89 dias de idade, distribuídos em três tratamentos, que consistiram de: FA - ração controle, com feno de alfafa; FL - substituição total do feno de alfafa por farelo de linhaça e FP - substituição total do feno de alfafa por farelo proteinoso de milho. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan ( $P < 0,10$ ). Para a análise sensorial, utilizou-se o teste Tukey ( $P < 0,05$ ). O consumo de ração não diferiu entre as fontes protéico-fibrosas. Os animais submetidos ao tratamento FA obtiveram melhor ganho de peso diário (24,81g), porém a conversão alimentar foi semelhante entre o FA e FP (3,00 e 3,14, respectivamente). O peso de carcaça foi superior para os animais do tratamento FA (1083g), porém o rendimento de carcaça, peso do trato gastrointestinal e peso de ceco vazio não foram influenciados pelo tipo de fibra. Os melhores coeficientes de digestibilidade foram obtidos pela dieta FP, seguido do FA. Para os parâmetros sanguíneos, apenas os níveis de hemoglobina diferiram, onde o tratamento FA apresentou nível reduzido em função dos compostos fenólicos presentes neste ingrediente. Os co-produtos testados não influenciaram a relação carne/osso e perdas por cozimento da carne, porém as dietas FA e FP deixaram a carne mais macia. Na maciez subjetiva realizada, os resultados não diferiram. O farelo proteinoso de milho pode substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos. O farelo de linhaça, pela grande quantidade de fibra solúvel e alta capacidade higroscópica, prejudica o desempenho dos animais e maciez da carne.

**Palavras-chave:** farelo de linhaça, fibra solúvel, maciez da carne.

## **Abstract**

The objective of this work was to study the influence of fiber fractions from different sources (alfalfa hay, linseed bran and corn gluten meal) on performance, digestibility coefficients, blood parameters and meat characteristics of rabbits submitted to experimental diets. The experiment was carried out in Rabbit Laboratory, of Animal Science Department, at Federal University of Santa Maria, from September 24 to November 11, 2007, where 24 New Zealand White animals were used, from 40 to 89 days of age, and distribute into 3 treatments, which were: AH- control diet, with alfalfa hay; LB- total substitution of alfalfa hay by linseed bran and GM- total substitution of alfalfa hay by corn gluten meal. The data were submitted to variance analysis and the averages were compared by Duncan test ( $P < .10$ ). For sensorial analysis, the Tukey test ( $P < .05$ ) was used. The feed intake didn't differ among the proteic-fiber sources. The animals submitted to AH treatment obtained higher daily weight gain (24.81g), however feed conversion was similar between AH and GM (3.00 and 3.14, respectively). The carcass weight was superior to the animals of the treatment FA (1083g), although carcass dressing percentage and gastrointestinal tract and empty caecum weights were not influenced by the kind of fiber. Better digestibility coefficients were obtained by GM diet, followed by AH. For blood parameters, only hemoglobin levels differed, where AH treatment showed reduced levels, due to phenolic compounds present in this ingredient. The by-products tested didn't influence meat/bone ratio and cooking losses, however AH and GM treatments provided higher meat tenderness. In tenderness subjective analysis, the results didn't differ. Corn gluten meal can substitute alfalfa hay on rabbit's diet. Linseed bran, due to large amount and high hydration capacity of soluble fiber, affect animal performance and meat tenderness.

**Key words:** linseed bran, soluble fiber, meat tenderness.

## **Introdução**

O feno de alfafa é tradicionalmente incluído nas dietas de coelhos como fonte de fibra, além de contribuir com significativa quantidade de proteína, uma vez que contém, em média, 17% de PB (HERRERA, 2003). A alimentação destes animais chega a representar 70% dos custos de produção, pois somente o feno de alfafa pode compreender cerca de 40% do custo da ração (SCAPINELLO et al., 2003), devido às altas exigências de crescimento dessa leguminosa, especialmente com relação às condições de fertilidade do solo, boa drenagem e pH próximo à neutralidade, sendo estas características encontradas em poucas unidades de

mapeamento de solos brasileiros (SILVA et al., 1995). Aliado a isso, a oferta desse produto é pequena no mercado e sua composição química muito variável.

Neste contexto, as pesquisas estão concentradas na busca por alimentos alternativos ao feno de alfafa na formulação de rações completas, os quais devem garantir otimização econômica e satisfação das exigências nutricionais dos animais.

Grande variedade de co-produtos oriundos do processamento de fontes vegetais (oleaginosas e cereais) está disponível no mercado sob a forma de tortas e farelos. Porém, esta diversidade exige maior conhecimento sobre o valor nutritivo destes ingredientes, objetivando seu melhor aproveitamento e utilização de forma mais racional, o que se refletirá na redução dos custos e na melhor produtividade (AZEVEDO, 1996).

Muitos desses ingredientes alternativos apresentam em sua composição, além de proteína e energia, elevados teores de fibra dietética de diferentes graus de solubilidade e composição química, o que pode ser fator determinante na sua utilização pelo metabolismo animal. Neste contexto, destacam-se o farelo de linhaça e o farelo proteínoso de milho.

A linhaça é cultivada essencialmente para a produção de óleo que, após a remoção, dá origem ao farelo de linhaça. Apesar do seu considerável valor protéico, pesquisas com suínos e aves têm demonstrado que o uso deste grão ou de seus co-produtos afeta negativamente a utilização dos nutrientes da dieta, ganho de peso e conversão alimentar, especialmente quando os níveis de inclusão destes ingredientes são aumentados (ORTIZ et al., 2001; SANTOS et al., 2005), o que é atribuído à presença de mucilagem indigestível de alta hidratação (lignanas), aumentando expressivamente a viscosidade da digesta. De acordo com De Blas; Wiseman (1998), a capacidade de hidratação da fibra aumenta a viscosidade da digesta e diminui a digestibilidade dos nutrientes, dificultando a ação das enzimas e a difusão de substâncias ligadas ao processo digestivo.

O farelo proteínoso de milho (20% PB) é a parte protéico-fibrosa do grão de milho que fica após a extração da maior parte do amido e do gérmen pelo processo empregado na produção do amido ou xarope. O farelo também pode conter extrativos fermentados do milho e/ou farelo de gérmen de milho, bem como, deve ser isento de matérias estranhas na sua composição (LEITE, 2006). Segundo Allen; Grant (2000), este ingrediente pode conter de 40 a 45% de FDN e apenas 3% de lignina, além de ser uma fonte de fibra altamente digestível.

A maioria dos estudos objetivando avaliar ingredientes alternativos e seus efeitos sobre o desempenho de coelhos na fase de crescimento, tem demonstrado grande variabilidade na eficiência alimentar, principalmente relacionado ao aproveitamento protéico,

o que é influenciado pelo teor de frações diferenciadas de fibra e suas respectivas ações sobre a disponibilidade dos nutrientes (SANTOS et al., 2004).

No coelho, a fibra dietética exerce o papel de manutenção e equilíbrio da fisiologia digestiva por intermédio da velocidade de trânsito da digesta, impondo limitações no aproveitamento de alimentos ou rações completas e influenciando na digestão e absorção de outros nutrientes. Assim, a adição de fonte de fibra na dieta destes animais é tão importante quanto atingir o equilíbrio energético-protéico. Porém, as variantes de composição química e solubilidade desta fração alimentar devem ser consideradas a fim de otimizar o aproveitamento dos alimentos, convertendo-os em produtos economicamente viáveis e de ampla aceitabilidade no mercado consumidor.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo estudar a influência da fibra oriunda de diferentes fontes protéico-fibrosas (feno de alfafa, farelo de linhaça e farelo proteinoso de milho) sobre o desempenho, coeficientes de digestibilidade aparente, parâmetros sanguíneos e características da carne de coelhos submetidos às dietas experimentais.

## **Materiais e Métodos**

### **Ingredientes**

Antes de formular as dietas experimentais e iniciar o ensaio biológico, os ingredientes testados (feno de alfafa, farelo de linhaça e farelo proteinoso de milho) foram analisados bromatologicamente, em duplicata, quanto à MS (105°C/12h), cinzas (550°C/4h), lipídeos pelo método de Bligh; Dyer (1959) e PB através da determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (N x 6,25), de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (1995).

O teor de fibra total foi determinado conforme o método enzimico-gravimétrico nº 985.29 e nº 991.42 (AOAC, 1995). Os teores de FDN, FDA, celulose e lignina foram determinados de acordo com a metodologia de Goering; Van Soest (1970). O teor de hemicelulose foi calculado como a diferença entre o teor de FDN e FDA. O conteúdo de fibra solúvel foi determinado subtraindo-se a FDN da fibra total. As enzimas utilizadas para determinação da fibra total foram a  $\alpha$ -amilase, protease e amiloglicosidase.

As propriedades físico-químicas de capacidade de ligação ao cobre (CLCu) e capacidade de hidratação (CH) foram determinadas pelo método de McBurney et al. (1983) e McConnell et al. (1974), respectivamente.

### Dietas experimentais

Com base na análise laboratorial dos alimentos (Tabela 1), formularam-se três dietas experimentais (Tabela 2), seguindo as recomendações nutricionais para coelhos das principais tabelas de exigências nutricionais (LEBAS, 1980; DE BLAS; MATEOS, 1998), sendo que os teores de energia digestível foram fixados acima dos níveis recomendados, objetivando-se obter dietas com maior densidade nutricional, visto que as mesmas seriam fornecidas aos animais na forma farelada.

**Tabela 1 – Composição bromatológica, fracionamento da fibra, capacidade de hidratação (CH) e capacidade de ligação ao cobre (CLCu) dos ingredientes testados com coelhos em crescimento**

	FA	FL	FP
Matéria seca (%)	87,72	89,34	84,77
Cinzas (%)	8,32	6,45	6,92
Proteína bruta (%)	19,10	33,05	27,59
Lipídeos (%)	4,12	8,32	6,92
Fibra total (%)	68,85	58,10	52,22
FDN (%)	48,72	26,86	43,99
FDA (%)	32,53	19,60	10,62
Hemicelulose (%)	16,19	7,26	33,37
Celulose (%)	27,85	14,70	13,96
Lignina (%)	8,76	8,76	1,70
Fibra solúvel (%)	20,13	31,24	8,23
CH (g/g)	5,80	7,5	2,67
CLCu (mg/100g)	555,70	496,90	488,40

As dietas foram compostas majoritariamente por milho e farelo de soja, visando a substituição do feno de alfafa por co-produtos agroindustriais fontes de proteína: farelo de linhaça e farelo proteinoso de milho. Essas rações formaram os tratamentos:

FA - ração controle, com feno de alfafa;

FL - substituição total do feno de alfafa por farelo de linhaça;

FP - substituição total do feno de alfafa por farelo proteinoso de milho (20% PB).

Embora os tratamentos visassem a substituição do feno de alfafa, os outros ingredientes, como milho e farelo de soja, também foram modificados, a fim de se obterem dietas isocalóricas, isoprotéicas e com teor aproximado de FDA.

### Ensaio biológico

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Cunicultura, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, no período de 24 de setembro a 11 de novembro de

2007, onde foram utilizados 24 coelhos da raça Nova Zelândia Branca, machos e fêmeas, desmamados aos 33 dias de idade e peso médio de 880g  $\pm$  82g, distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos (8 animais/tratamento) e alojados em gaiolas individuais, elevadas 70cm do solo, com acesso livre à ração e água. O período de adaptação dos animais às dietas e instalações foi de sete dias. Após este período, os animais foram submetidos às dietas experimentais dos 40 aos 89 dias de idade. A temperatura máxima registrada no ensaio foi de 26°C e a mínima de 15°C, tomada diariamente às 8h da manhã.

**Tabela 2 – Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos em crescimento**

	FA	FL	FP
INGREDIENTES	.....% MS.....		
Feno de alfafa	15,00	---	---
Farelo de linhaça	---	20,00	---
Farelo proteínoso de milho	---	---	18,00
Milho	52,46	50,00	48,47
Farelo de soja	23,79	15,33	19,36
Casca de arroz	5,00	8,50	7,40
Calcário calcítico	0,38	0,90	0,80
Sal	0,50	0,50	0,50
Mix min e vit*	0,50	0,50	0,50
Fosfato bicálcico	0,77	0,70	1,00
Óleo de soja	1,60	3,57	4,00
NUTRIENTES	.....Composição calculada com base na %MS.....		
ED (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000
FDN	22,00	22,50	23,30
FDA	13,70	14,10	12,50
Hemicelulose	8,21	6,86	11,38
Celulose	9,85	9,33	8,71
Lignina	3,92	4,75	3,15
Fibra solúvel	5,21	6,74	6,96
Fibra total	27,21	29,24	30,26
PB	18,00	18,00	18,00
Ca	0,70	0,73	0,76
P	0,45	0,50	0,47

\* Composição por kg do produto: Vit A, 300.000 UI; Vit D, 50.000 UI; Vit E, 4.000 mg; Vit K3, 100 mg; Vit B1, 200 mg; Vit B2, 300 mg; Vit B6, 100 mg; Vit B12, 1.000 mcg; Ác. Nicotínico, 1.500 mg; Ác. Pantotênico, 1.000 mg; Colina, 35.000 mg; Ferro, 4.000 mg; Cobre, 600 mg; Cobalto, 100 mg; Manganês, 4.300 mg; Zinco, 6.000 mg; Iodo, 32 mg; Selênio, 8 mg; Metionina, 60.000 mg; Promotor de Crescimento, 1.500 mg; Coccidiostático, 12.500 mg; Antioxidante, 10.000 mg.

O experimento teve duração de 49 dias, onde foram feitas as pesagens das sobras de ração e dos animais para os cálculos de consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar. Para o ensaio de digestibilidade, utilizou-se óxido de cromo 0,05%, misturado à ração, com o objetivo de marcar o início e término da coleta de fezes. A coleta total das fezes foi realizada durante sete dias para estimar os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, matéria orgânica, PB e FDN, de acordo com a fórmula de Schneider; Flatt (1975):

$$\text{Digestibilidade do nutriente} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente nas fezes (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100 \quad (1)$$

No último dia experimental, após 12 horas de jejum, todos os animais foram pesados, e metade deles foi abatida, sendo coletado sangue para posterior quantificação de glicose, proteínas totais, hemoglobina, colesterol total e triglicérido. A determinação das análises sanguíneas foi realizada com os kits glucox 500, proteínas totais, hemoglobina, colesterol 250 enzimático e triglicérides enzimático líquido, todos da marca Doles<sup>®</sup> (Goiânia, Goiás, Brasil).

No momento do abate, foram obtidos os pesos do trato gastrintestinal repleto e do ceco vazio. O rendimento de carcaça foi obtido com as mesmas ainda quentes providas de fígado, para comprovar sanidade, mas sem cabeça.

Para a obtenção da razão carne/osso, pesou-se e dissecou-se a perna traseira direita, segundo a metodologia descrita por Blasco et al. (1992), de acordo com a fórmula:

$$\text{RC/O} = \text{PCa/PO} \quad (2)$$

em que RC/O é a relação carne/osso, PCa é o peso da carne (g) e PO é o peso dos ossos (g) (RAO et al., 1978). Após a desossa, utilizou-se a carne para medir a perda de líquido por cozimento, através da fórmula:

$$\text{PCo} = (\text{PM cru} - \text{PM cozida})/\text{PM cru} \times 100 \quad (3)$$

em que PCo é a perda de peso pelo cozimento (%), PM cru é o peso da carne crua e PM cozida é o peso da carne cozida (PILES et al., 2000). As amostras foram colocadas em bandejas de alumínio e assadas em forno elétrico a 250°C por 15 minutos. A diferença em percentagem entre o peso final e o inicial correspondeu à perda de líquido por cozimento.

Para a determinação da maciez objetiva, as amostras destinadas à avaliação de perdas por cozimento, depois de assadas e resfriadas à temperatura ambiente, foram submetidas ao teste da força de cisalhamento. Procedeu-se a remoção de quatro amostras de 1,27cm de diâmetro de carne, as quais foram cisalhadas ao meio no equipamento “Warner-Bratzler Shear” modelo 3000, conforme metodologia de Kerth et al. (1995).

Para conduzir a análise sensorial, a carne do lombo e da perna traseira esquerda foi imersa em salmoura de NaCl 2%, permanecendo na solução por 24h, e grelhada por 15 minutos até que ficasse dourada. Foram feitas amostras compostas de cada tratamento que foram cortadas em pequenos cubos. As amostras de carne foram codificadas pelos números 321, 176 e 294, representando os tratamentos FA, FL e FP, respectivamente. As mesmas foram servidas a 33 julgadores não treinados, em cabines individuais, para que estes pudessem avaliar o produto quanto a aparência, odor, sabor e textura, segundo uma escala hedônica cujas notas variavam de 1 a 9, sendo 1- gostei extremamente e 9- desgostei extremamente, segundo Della Modesta (1994).

#### Delineamento experimental e análise estatística

O ensaio biológico foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições, onde cada animal foi considerado uma unidade experimental. Os resultados obtidos foram submetidos a teste para detecção de valores anômalos (*outlier*) antes da análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Duncan a 10% de significância. Para a avaliação sensorial, utilizou-se o teste Tukey a 5% de significância. A análise estatística foi realizada utilizando-se o Programa Estatístico SPSS versão 8.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

### **Resultados e Discussão**

Na fase dos 40 aos 68 dias de idade dos animais, o consumo de ração foi maior para o tratamento FA (Tabela 3), o que refletiu no maior ganho de peso desses animais. O baixo consumo das outras dietas talvez possa ser atribuído à menor palatabilidade do farelo de linhaça e do farelo proteinoso de milho. No entanto, a conversão alimentar não diferiu entre os tratamentos FA e FP, provavelmente porque o farelo proteinoso de milho apresentou maiores teores de hemicelulose e pouca lignina, o que melhorou a digestibilidade dos nutrientes. O tratamento FL, embora tenha maior nível de FDA na ração, proporcionou o pior ganho de peso e conversão alimentar dos animais em relação às outras dietas, provavelmente em função da maior proporção de lignina em relação à celulose e hemicelulose, bem como, pelo fato da fração solúvel deste ingrediente possuir alta capacidade de hidratação (Tabela 1) e alta capacidade de formação de gel.

Considerando o período total do experimento, dos 40 aos 89 dias, não foi observada diferença significativa para a variável consumo de ração. No entanto, o ganho de peso foi superior para os animais do tratamento FA; porém, a conversão alimentar não diferiu para os

animais dos tratamentos FA e FP, provavelmente em função dos melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes destes ingredientes, resultando no maior peso dos animais aos 89 dias.

**Tabela 3 – Desempenho de coelhos aos 40, 68 e 89 dias de idade**

	FA	FL	FP
Característica	40 – 68 dias de idade		
Peso vivo 40 dias (g)	901 ± 67	876 ± 68	863 ± 110
Consumo de ração (g/dia)	67,00 <sup>a</sup> ± 2,21	57,39 <sup>b</sup> ± 2,33	54,96 <sup>b</sup> ± 1,81
Ganho de peso (g/dia)	28,00 <sup>a</sup> ± 2,20	15,77 <sup>c</sup> ± 1,59	20,20 <sup>b</sup> ± 1,54
Conversão alimentar	2,39 <sup>a</sup> ± 0,09	3,64 <sup>b</sup> ± 0,26	2,72 <sup>a</sup> ± 0,23
Peso vivo 68 dias (g)	1685 <sup>a</sup> ± 126	1318 <sup>b</sup> ± 76	1429 <sup>b</sup> ± 159
	40 – 89 dias de idade		
Consumo de ração (g/dia)	74,66 ± 3,98	69,37 ± 10,2	67,15 ± 5,77
Ganho de peso (g/dia)	24,81 <sup>a</sup> ± 2,29	18,00 <sup>c</sup> ± 2,9	21,37 <sup>b</sup> ± 2,13
Conversão alimentar	3,00 <sup>a</sup> ± 0,14	3,85 <sup>b</sup> ± 0,39	3,14 <sup>a</sup> ± 0,46
Peso vivo 89 dias (g)	2123 <sup>a</sup> ± 139	1797 <sup>b</sup> ± 223	1934 <sup>ab</sup> ± 189

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

Os animais do tratamento FL apresentaram o pior ganho de peso e conversão alimentar em relação aos demais, provavelmente devido à elevada capacidade de hidratação da fibra do farelo de linhaça (Tabela 1), que afetou sobremaneira a digestibilidade dos nutrientes da dieta (Tabela 5).

De acordo com De Blas; Wiseman (1998), a capacidade de hidratação da fibra aumenta a viscosidade da digesta e diminui a digestibilidade dos nutrientes, dificultando a ação das enzimas e a difusão de substâncias ligadas ao processo digestivo. Esse fato é relatado em suínos e aves, onde as pesquisas mostram que o uso da linhaça ou seus co-produtos afeta negativamente a utilização dos nutrientes da dieta, ganho de peso e conversão alimentar, especialmente quando os níveis de inclusão desse ingrediente são aumentados (ORTIZ et al., 2001; SANTOS et al., 2005), o que é atribuído à presença de mucilagem indigestível de alta hidratação, aumentando expressivamente a viscosidade da digesta. Essa afirmação pode ser comprovada analisando-se a tabela 5, onde os coeficientes de digestibilidade aparente da dieta com inclusão de farelo de linhaça foram inferiores aos demais.

Os resultados apresentados na tabela 3 demonstram que as dietas contendo feno de alfafa e farelo proteínoso proporcionaram melhor conversão alimentar e maior peso aos 89

dias, o que foi reflexo dos melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das mesmas (Tabela 5).

O peso de carcaça foi maior para os animais que consumiram a dieta com feno de alfafa (Tabela 4), seguindo o comportamento do peso aos 89 dias, mostrado na tabela 3. Não foi verificado efeito significativo para rendimento de carcaça e peso do trato gastrointestinal repleto. Perez de Ayala et al. (1991) relatam que, ao aumentar o nível de fibra potencialmente digestível na dieta, ocorre redução no rendimento de carcaça de coelhos pelo aumento no peso relativo do sistema digestivo, mas o peso relativo de vísceras comestíveis, como o fígado, ainda não permite conclusão definitiva, devido à variabilidade proporcionada pelo desenvolvimento alométrico.

**Tabela 4 – Parâmetros de carcaça e do trato gastrointestinal de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

	FA	FL	FP
Parâmetros	Carcaça		
Peso de carcaça (g)	1083 <sup>a</sup> ± 97	931 <sup>b</sup> ± 105	1006 <sup>b</sup> ± 36
Rendimento carcaça (%)	51,00 ± 2,66	51,80 ± 2,06	52,00 ± 1,2
	Parâmetros gastrintestinais		
TGI repleto (g/100g PV)	19,32 ± 0,79	19,64 ± 0,30	19,44 ± 0,47
Ceco vazio (g/100g PV)	2,09 ± 0,05	2,11 ± 0,16	2,02 ± 0,15

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

Embora correlacionado com a natureza química da parede celular dos alimentos com grande quantidade de fibra, não foram observadas diferenças para peso de ceco vazio entre os tratamentos. Lebas (1991) e Gidenne (1996) comentam que, mantendo-se constante o nível de fibra dietética, o maior desenvolvimento do ceco observado com fontes de fibra mais digestíveis pela microflora intestinal é devido a estímulos químicos mais intensos, como o aumento na concentração de AGV oriundos da ação microbiana, além de efeito físico relacionado a um fluxo e refluxo entre ceco e cólon dos coelhos, caracterizando hipomotilidade responsiva à hiperfermentação pela microbiota cecal.

Na tabela 5 são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais. Segundo De Blas; Wiseman (1998), o efeito da fonte de fibra sobre a digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica correlaciona-se diretamente com as características da parede celular do alimento fibroso. No entanto, os tratamentos FA e FP não diferiram quanto a estes coeficientes, embora o tratamento FP tenha apresentado melhores

coeficientes de digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica, visto que este ingrediente propiciou material menos lignificado, mais hemicelulose e, provavelmente, maior tempo de retenção cecal e atividade fermentativa.

**Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e fibra em detergente neutro (CDFDN) das dietas experimentais para coelhos em crescimento**

Parâmetros	FA	FL	FP
CDMS (%)	78,72 <sup>a</sup> ± 4,85	73,86 <sup>b</sup> ± 4,65	82,87 <sup>a</sup> ± 2,54
CDMO (%)	79,90 <sup>ab</sup> ± 4,64	75,84 <sup>b</sup> ± 4,34	83,61 <sup>a</sup> ± 2,49
CDPB (%)	90,24 ± 2,24	89,60 ± 2,76	92,33 ± 0,68
CDFDN (%)	32,65 <sup>b</sup> ± 2,28	33,57 <sup>b</sup> ± 3,61	56,59 <sup>a</sup> ± 4,04

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta não foram afetados pelo tipo de co-produto. Para os coeficientes de digestibilidade aparente da FDN constatou-se melhor digestibilidade para a dieta contendo farelo proteinoso de milho (71% superior aos demais tratamentos).

Embora os níveis de triglicerídeo e colesterol não tenham apresentado diferença entre os tratamentos (Tabela 6), numericamente, o soro dos animais do tratamento FA apresentou nível inferior de colesterol em relação aos demais. Na parede celular do feno de alfafa, além dos polissacarídeos estruturais e lignina, estão presentes outras substâncias que, em pequena quantidade, podem ter efeito significativo sobre o comportamento digestivo das frações da fibra. Embora não determinados no presente trabalho, os taninos condensados tendem a diminuir o valor nutricional dos alimentos pelos efeitos deletérios devido à inibição das enzimas digestivas, tais como as tripsinas, as amilases e as lipases, além de impacto negativo

**Tabela 6 – Níveis de triglicerídeo (TRG), colesterol (COL), hemoglobina (HEM), glicose (GLIC) e proteínas totais (PROT) do soro de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

Parâmetros	FA	FL	FP
TRG (mg/dL)	53,54 ± 8,09	52,86 ± 5,33	63,28 ± 4,50
COL (mg/dL)	113,21 ± 12,30	134,10 ± 16,96	138,80 ± 23,35
HEM (g/dL)	7,82 <sup>b</sup> ± 2,03	11,21 <sup>a</sup> ± 0,67	11,23 <sup>a</sup> ± 0,59
GLIC (mg/dL)	136,10 ± 9,49	138,27 ± 6,35	142,69 ± 9,61
PROT (g/dL)	5,70 ± 0,38	5,97 ± 0,26	5,72 ± 0,18

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

sobre a microflora simbiótica dos animais; os taninos hidrolisáveis, em função da acidez gástrica, liberam a cadeia peptídica e expõem seus sítios de hidrólise. Existem também as substâncias terpenóides, onde as de maior importância nutricional são as saponinas, destacando-se em leguminosas como alfafa pelo efeito hipocolesterolêmico sobre os coelhos (EASTWOOD, 1992; FERREIRA, 1994; BRETT; WALDRON, 1996).

O nível de hemoglobina foi afetado pelo tipo de co-produto utilizado, onde os tratamentos FL e FP apresentaram níveis superiores em relação ao tratamento FA, o que pode ter sido em função da presença de compostos fenólicos existentes no feno de alfafa, os quais podem causar a lise das hemáceas. Para os níveis de glicose e proteínas totais, os co-produtos não exerceram influência.

As perdas por cozimento vão determinar o grau de maciez e suculência da carne. Quanto maiores às perdas, menor a maciez e mais seca a carne (OLIVEIRA; LUI, 2006). Conforme apresentado na tabela 7, a razão carne/osso e as perdas de líquido por cozimento não diferiram entre as fontes testadas.

**Tabela 7 – Razão carne/osso (RC/O), perdas por cozimento (PCo) e força de cisalhamento (FC) da carne de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

Parâmetros	FA	FL	FP
RC/O (%)	4,33 ± 0,43	4,36 ± 0,73	4,58 ± 0,36
PCo (%)	28,02 ± 1,61	30,60 ± 3,86	28,38 ± 3,72
FC (kgf)	1,90 <sup>a</sup> ± 0,17	2,33 <sup>b</sup> ± 0,32	1,63 <sup>a</sup> ± 0,15

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan (P<0,10).

A maior maciez verificada na carne dos animais que consumiram as dietas FA e FP talvez seja em função da melhor digestibilidade dos nutrientes destes ingredientes, mobilizando mais água para o músculo, deixando a carne mais tenra.

Pela análise sensorial (Tabela 8), as características de carne avaliadas não diferiram. Assim, nota-se ótima aceitação das carnes, ficando as mesmas entre os pontos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Analisando-se o parâmetro textura, verificou-se que tanto a análise da maciez objetiva (shear) quanto a subjetiva (teste sensorial), apontaram a carne dos tratamentos FA e FP como sendo a mais macia, devido à melhor digestibilidade dos nutrientes.

**Tabela 8 – Análise sensorial da carne de coelhos abatidos aos 89 dias de idade**

Parâmetros	FA	FL	FP
Aparência	3,00 ± 1,56	3,00 ± 1,85	2,85 ± 1,80
Odor	3,39 ± 1,73	3,30 ± 1,91	3,42 ± 1,64
Sabor	2,66 ± 1,12	3,09 ± 1,86	3,00 ± 1,78
Textura	2,91 ± 1,70	3,36 ± 2,23	2,85 ± 1,91

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

### Conclusões

O farelo proteinoso de milho pode substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos.

O farelo de linhaça, pela grande quantidade de fibra solúvel e alta capacidade higroscópica, prejudica o desempenho dos animais e a maciez da carne.

### Agradecimentos

À Giovelli & Companhia Ltda, de Guarani das Missões, pela doação do farelo de linhaça.

### Referências Bibliográficas

ALLEN, D. M.; GRANT, R. J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 83, p. 322-331, Feb. 2000.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16<sup>th</sup> ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018 p.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16<sup>th</sup> ed., Washington, DC, 1995.

AZEVEDO, D. M. S. Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves . Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996, 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

BLASCO, A.; OUHAYOUN, J.; MASOERO, G. **Status of rabbit meat and carcass: criteria and terminology**. Zaragoza (Spain). Options Méditerranéennes, 1992. p. 105-120. (Série Séminaires, n. 17).

BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917. 1959.

BRETT, C. T.; WALDRON, K.W. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge C&H Books, 1996.

DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. Feed Formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: Cab Publishing, p. 241-253. 1998.

DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: Cab Publishing, p. 241-253, 1998.

DELLA MODESTA, R. C. Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas. Tomo I, Tomo II e Tomo III. Rio de Janeiro: EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)- CTAA, 1994, 245 p.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Ann. Review Nutr.**, Palo Alto, v. 12, p. 19-35, 1992.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 85-113.

GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, Toulouse. **Invited papers...** Toulouse, AFC – INRA, 1996. p.13-28.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

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

KERTH, C. R.; MILLER, M. F.; RANSEY, C. B. Improvement of beef tenderness and quality with calcium chloride injection in beef loins 48 hours *post mortem*. **J. Food Sci.**, v. 73, p. 750-756, 1995.

LEBAS, F. Les recherches sur l'alimentation du lapin: Evolution au cours dernières années et perspectives d'avenir. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 2, 1980, Paris. **Proceedings...** Paris: WRSA, v. 2, p. 1-17, 1980.

LEBAS, F. Alimentación y funcionamiento digestivo del conejo. **Cuniculture**, v. 16, n. 92, p. 224-228, 1991.

LEITE, D. T. Farelo de arroz desengordurado e farelo de glúten de milho na suplementação de bovinos de corte. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

McBURNEY, M. I.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral-detergent fibres. **J. Sci. Food Agric.**, Mysore, v. 34, p. 910-916, 1983.

McCONNELL, A. A.; EASTWOOD, M. A.; MITCHELL, W. D. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. **J. Sci. Food Agric.**, Mysore, v. 25, p. 1457-1464, 1974.

OLIVEIRA, M. C.; LUI, J. F. Desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica de coelhos sexados abatidos em diferentes idades. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1149-1155, dez. 2006.

ORTIZ, L. T.; REBOLE, A.; ALZUETA, C. Metabolisable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. **British Poultry Sci.**, v. 42, p. 57-63, 2001.

PEREZ DE AYALA, P. et al. Effect of fiber source on diet digestibility and growth in fattening rabbits. **J. Appl. Rabbit Research**, v. 14, n. 1, p. 159-164, 1991.

PILES, M.; BLASCO, A.; PLA, M. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbit. **Meat Sci.**, v. 54, p. 347-355, 2000.

RAO, D. R. et al. Effect of weaning and slaughter ages on rabbit meat production. II. Carcass quality and composition. **J. Anim. Sci.**, v. 46, p. 578-583, Mar. 1978.

SANTOS, E. A.; LUI, J. F.; SCAPINELLO, C. Efeito dos níveis de fibra em detergente ácido sobre os coeficientes de digestibilidade das dietas e desempenho de coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum. Anim. Sci.**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 79-86, jan./mar. 2004.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, 29 (1), p. 232-237, jan./fev. 2005.

SCAPINELLO, C. et al. Fenos de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum. Anim. Sci.**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 301-306, jul./dez. 2003.

SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: the University of Georgia Press, 1975. 423 p.

SILVA, R. M. et al. Produção e qualidade da matéria seca de sete leguminosas estivais em Eldorado do Sul, RS. In: XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, p. 113-115. 1995.

SPSS PC+. (1997). **Statistical Package for the Social Sciences**. SPSS Inc. Chicago.

## 4 - DISCUSSÃO

A formulação das rações baseada somente nos níveis de FDA e FDN não é suficiente para garantir o máximo desempenho dos animais. Conhecer todas as frações da fibra do alimento, sua quantidade e, se possível, sua qualidade, é essencial para obter bons índices zootécnicos.

A capacidade de ligação catiônica mostra o potencial do alimento em “ligar” minerais no trato gastrintestinal, tornando-os indisponíveis à absorção. Por outro lado, essa alta capacidade quelante pode agir positivamente sobre os sais biliares produzidos, aumentando sua excreção nas fezes. Assim, animais podem ter seu nível de colesterol sanguíneo reduzido, uma vez que haverá maior mobilização de colesterol circulante para a produção de novos sais biliares. Essa característica é claramente vista no tratamento PC onde a fibra solúvel da polpa de citros possui alta capacidade de ligação catiônica, influenciando positivamente no nível sérico de colesterol dos animais.

As diferentes frações e quantidades da fibra da polpa de citros e casca de soja, além de influírem no desempenho e nos parâmetros sanguíneos dos animais, também deixam sua característica na carne. A carne dos animais que consumiram a dieta com casca de soja, na qual existe alto teor de celulose e hemicelulose, foi mais macia que a carne dos animais dos tratamentos FA e PC em função da melhor digestibilidade dos nutrientes.

Dentro do fracionamento da fibra, é importante conhecer a capacidade de hidratação da fração solúvel dos ingredientes testados. Alimentos com grande quantidade de fibra solúvel e alta capacidade em reter água, como o farelo de linhaça, irão permanecer muito mais tempo no trato gastrintestinal do animal, dificultando a ação das enzimas e, conseqüentemente, influenciando negativamente na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, no desempenho dos animais.

O farelo proteínoso de milho, por conter grande quantidade de hemicelulose, pouca lignina e baixa capacidade higroscópica, proporcionou aos animais desempenho semelhante ao feno de alfafa. Além disso, os coeficientes de digestibilidade desta dieta foram superiores aos demais tratamentos e a maciez da carne não apresentou diferença quando comparada à carne dos animais do tratamento FA.

Assim, mesmo que as dietas contenham os mesmos teores de FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina, as inúmeras possibilidades de interação entre estes polímeros, porém de diferentes fontes alimentares (folhas, frutos, grãos e fermentados), conferem ampla diversidade estrutural e definem as propriedades físico-químicas das paredes

celulares, as quais são responsáveis por diversos efeitos na digestão e absorção de nutrientes, bem como alterações em outros processos metabólicos.

## **5 – CONCLUSÕES**

As diferentes frações da fibra advindas da polpa de citros e casca de soja não afetam o desempenho dos animais aos 89 dias, o peso e rendimento de carcaça, mostrando que estes ingredientes podem substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos.

A qualidade de fibra da polpa de citros reduz os níveis séricos de triglicérideo e colesterol dos animais. A baixa quantidade de lignina em relação à celulose e hemicelulose da dieta da casca de soja propicia melhores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e carne mais macia.

O farelo proteinoso de milho pode substituir o feno de alfafa na dieta de coelhos.

O farelo de linhaça, pela grande quantidade de fibra solúvel e alta capacidade higroscópica, prejudica o desempenho dos animais e a maciez da carne.

## REFERÊNCIAS

- ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal. Disponível em: [www.abiove.com.br](http://www.abiove.com.br). Acesso em: 28 abr. 2007.
- AKIN, D. E.; BURDICK, D. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. **Crop Sci.**, Madison, v. 15, n. 5, p. 661-668, Sep./Oct. 1975.
- ALLEN, D. M.; GRANT, R. J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 322-331, Feb. 2000.
- ANNISON, G. The role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition. **Aust. J. Agric. Res.**, Victoria, v. 44, n. 2, p. 405-422, 1993.
- ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides – their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM, 10., 1994, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: University Press, 1994. p. 51-56.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16<sup>th</sup> ed., Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018 p.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16<sup>th</sup> ed., Washington, DC, 1995.
- ARGENZIO, R. A. Motilidade gastrintestinal. In: SWENSON, M. J. Ed. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 263 p.
- ARRUDA, A. M. V. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes de rações contendo diferentes fontes de fibra e níveis de amido com coelhos em crescimento. **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1166-1175, jun. 2002.
- ARRUDA, A. M. V. et al. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 181-190, jan./jun. 2003.
- ARRUDA, A. M. V.; CARREGAL R. D.; PEREIRA E. S. Uso do farelo de glúten e casca do grão de milho em rações para coelhos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiás, 2005.
- AZEVEDO, D. M. S. Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- BEDFORD, M. R.; CLASSEN, H. L. An *in vitro* assay for prediction of broiler intestinal viscosity and growth when fed rye-based diets in the presence of exogenous enzymes. **Poult. Sci.**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 137-143, Jan. 1992.

- BELLIER, R.; GIDENNE, T. Caecal cannulation in five week old rabbit. An *in vivo* study of the circadian variations of the fermentation patter. **J. Appl. Rabbit Research**, Corvallis, v. 15, n. 2, p. 922- 930, Jul. 1992.
- BELLIER, R.; GIDENNE, T. Consequences of reduced fiber intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbit. **British J. Nutr.**, n. 75, p. 353-363, 1996.
- BLASCO, A.; OUHAYOUN, J.; MASOERO, G. **Status of rabbit meat and carcass: criteria and terminology**. Zaragoza (Spain). Options Méditerranéennes, 1992. p. 105-120. (Série Séminaires, n. 17).
- BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917. 1959.
- BRETT, C. T.; WALDRON, K. W. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge C&H Books, 1996.
- BURNS, J. C., et al. Changes in forages quality, ingestive mastication and ingesta kinetics resulting from switchgrass maturity. **J. Anim. Sci.**, v. 75, n. 5, p. 1368-1379, May. 1997.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1 ed. Campinas, SP, 2002. 430 p.
- BUXTON, D. R.; CASLER, M. D. Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. In: JUNG, H.D. et al. **For Cell Wall Struc. Digest.**, Madison, p. 685-708. 1993.
- CARABAÑO, R. et al. Substitution of sugarbeet pulp for alfalfa hay in diets for growing rabbits. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 65, p. 249-256, Apr. 1997.
- CARABAÑO, R.; PÍQUER, J. The digestive system of the rabbit. In: **The Nutrition of the rabbit**, CABI Publishing, 1998. p. 1-16.
- CARVALHO, M. P. Citros. In: **6 Simpósio Sobre Nutrição de Bovinos**. Piracicaba, São Paulo. Brasil. p.171-214. 1995.
- CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares. **R. Nutr.**, PUCCAMP, Campinas, v. 2, n. 1, p. 88-97, jan./jun. 1989.
- CHEEKE, P. R. **Rabbit feeding and nutrition**. Oregon: Academic Press, 1987. 380 p.
- CHEEKE, P. R. Produção e alimentação de coelhos em sistema de produção agrícola tropical e subtropical. **Inf. Agropec.** Belo Horizonte, 14 (159), 9-13, abr. 1989.
- CHESSON, A. Plant degradation by ruminants: parallels with litter decomposition in soils. In: CADISCH, G.; GILLER, K.E. **Driven by nature: plant litter quality and decomposition**, London: Unwin Hyman, p. 47-66, 1997.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Soja Series Hist., CONAB 2005. <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos\\_08.09.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos_08.09.pdf)> Acesso em: 21/12/2008.

COSGROVE, D. J. Relaxation in a high-stress environment: the molecular bases of extensible cell walls and cell enlargement. **Plant Cell**, Rockville, v. 9, p. 1031-1041, Jul. 1997.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal Parte I – Células e tecidos**. 2. ed. São Paulo: Roca, 1988, 304 p.

DE BLAS, J. C. et al. Units for feed evaluation and requirements for commercially growth rabbits. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 60, n. 4, p. 1021-1027, Jul. 1985.

DE BLAS, J. C., SANTOMÁ, G., CARABAÑO, R. Fibre and starch levels in fattening rabbits diets. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 63, n. 6, p. 1897-1904, Dec. 1986.

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

DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. Feed Formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: Cab Publishing, p. 241-253. 1998.

DE BLAS, C.; TABOADA, E.; MÉNDEZ, J. Avances en necesidades de nutrientes de conejos de alta productividad. Madrid: Fedna. 1994. 25 p.

DE BLAS, C.; VILLAMIDE, M. J. Nutritive value of beet and citrus pulps for rabbits. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 31, n. 3/4, p. 239-246, Dec. 1990.

DE BLAS, C.; WISEMAN, J. **The nutrition of the rabbit**. London: Cab Publishing, p. 241-253. 1998.

DELLA MODESTA, R. C. Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas. Tomo I, Tomo II e Tomo III. Rio de Janeiro: EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)- CTAA, 1994, 245 p.

DESCHAMPS, F. C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1178-1189, nov./dez. 1999.

DIERICK, N. A. et al. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Anim. Feed. Sci. Technol.**, v. 23, p. 141-167, 1989.

EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Ann. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v. 12, p. 19-35, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Tabuleiros Costeiros. Aracaju. SE, 2002. Disponível em: [www.cpatc.embrapa.br](http://www.cpatc.embrapa.br). Acesso em: 28 abr. 2007.

ESPÍNDOLA, G. B. Valor fisiológico e nutricional da fibra vegetal para coelhos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA E TECNOLOGIA EM CUNICULTURA, 3., 1999, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 1999.

ESPÍNDOLA, G. B. et al. Parâmetros reprodutivos e desenvolvimento ponderal dos láparos das raças Nova Zelândia e Califórnia no Brasil. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v. 20, n. 1, p. 01-04, jan./mar. 2007.

FEGEROS, K. et al. Nutritive value of dried citrus pulp and its effects on milk yield and milk composition of lactating ewes. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 78, p. 1116-1121, May. 1995.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza, 1993. 1095 p.

FERREIRA, W. M. Matérias-primas utilizadas na formulação de rações para coelhos: restrições e alternativas. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 14, n. 159, p. 16-24, abr. 1989.

FERREIRA, W. M. In: **Digestión de los hidratos de carbono en monogástricos**. UPM/ETSIA, 1990a. 39 p. (Mimeografiado).

FERREIRA, W. M. Efecto de la sustitución parcial de heno de alfalfa por orujo de uva o pulpa de remolacha sobre utilización de la dieta y los rendimientos productivos en conejos en crecimiento. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1990b. 251p. Tesis. (Doutorado) – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1990b.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 85-113.

FRAGA, M. J. et al. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft feces to nutrient intake of finishing rabbits. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 69, n. 4, p. 1566-1574, Apr. 1991.

GALYEAN, M. L.; GOETSCH, A. L. Utilization of forage by ruminants. In: JUNG, H.D. et al. **For Cell Wall Struct. Digest.**, Wisconsin: ASA-CSSA-SSSA, p. 685-708, 1993.

GARCIA, G.; GALVEZ, J. F.; DE BLAS, J. C. Effect of substitution of sugar beet pulp in diets for finishing rabbits on growth performance and nitrogen efficiency. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1823-1830, Jul. 1993.

GARCIA, J.; VILLAMIDE, M. J.; DE BLAS, J. C. Energy, protein and fibre digestibility of sunflower hulls, olive leaves and NaOH-treated barley straw for rabbits. **W. Rabbit Sci.**, Lempdes, v. 4, n. 4, p. 205-209, 1996.

GARCIA, J.; VILLAMIDE, M. J.; DE BLAS, J. C. Energy, protein and fiber digestibility of soybean hulls for rabbits. **W. Rabbit Sci.**, v. 5, n. 3, p. 111-115, 1997.

GENTILINI, F. P., LIMA, G. J. M. M. Análise microscópica e determinação da atividade ureática dos componentes do subproduto casca de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 33, 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 260-262, 1996.

GIARDINI, W.V. Polpa de Citros. **Revista dos Criadores**. 1994; 64 (771) (Supl.):5.

GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6. 1996, Toulouse. **Proceedings...** Toulouse: World Rabbit Science Association, 1996. p. 13-28. GLORE, S.R., TREECK, D.V., KNEHANS, A.W. et al. Soluble fiber and serum lipids: a literature review. **J. Am. Dietetic Assoc.**, v. 94, p. 425-436, 1994.

- GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6. 1996, Toulouse. **Proceedings...** Toulouse: World Rabbit Science Association, p. 13-28. 1996.
- GIDENNE, T. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. **Livestock Production Sci.**, Amsterdam, v. 51, n. 1, p. 73-88, Nov. 1997.
- GIDENNE, T.; PEREZ, J. M. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. I. Effects on digestion, rate of passage and retention of nutrients. **Ann. Zootech.**, Paris, v. 49, n. 4, p. 357-377, Jul./Aug. 2000.
- GIDENNE, T.; ARVEUX, P.; MADEC, O. The effect of the quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of growing rabbit. **Anim. Sci.**, London, v. 73, n. 1, p. 97-104, Aug. 2001.
- GIGER-REVERDIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: inters and limits for ruminants. **Ani. Feed Sci. Techol.**, v. 55, p. 295-334, 1995.
- GLORE, S. R. et al. Soluble fiber and serum lipids: a literature review. **J. Am. Dietetic Assoc.**, 94:425-436, 1994.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).
- GOHL, B.; GOHL, I. The effect of viscous substances on the transit time of barley digesta in rats. **J. Sci. Food Agric.**, v. 28, n. 9, p. 911-915, 1977.
- GOODWIN, T. W.; MERCER, E. I. **Introduction to plant biochemistry**. 2<sup>nd</sup> ed. Aberystwyth: Pergamon, 1988. 677 p.
- GRENET, E.; BESLE, J. M. Microbes and fiber degradation. In: JOUANY, J.P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: p. 107-129, 1991.
- GUENTER, W. Impact of feed enzymes on nutrient utilization of ingredients in growing poultry. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 2, n. 1, p. 82-84, 1993.
- GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres and consequences of processing on human physiology. **Food Res. Int.**, Ontario, v. 33, n. 3-4, p. 233-245, 2000.
- HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. Institute of Food and Agricultural Sciences: University of Florida, 2000. 42 p.
- HATFIELD, R. D. Structural polysaccharides in forages and their degradability. **Agron. J.**, Madison, v. 81, n. 1, p. 39-46, Jan./Feb. 1989.
- HERRERA, A. P. N. Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento. 2003. 104 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

HOOVER, W. H.; HEITMANN, R. N. Effects of dietary fiber levels on weight gain, cecal volume and volatile fatty acid production in rabbits. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 102, n. 3, p. 375-380, Mar. 1972.

JERACI, J. L.; VAN SOEST, P. J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. **Adv. Exp. Med. Biol.**, New York, v. 270, p. 245-263, 1990.

JIMENEZ-VERGARA, M.; FURR, H.; FERNANDEZ, M. L. Pectin and psyllium decrease the susceptibility of LDL to oxidation in guinea pigs. **J. Nutr. Biochem.**, v. 10, n. 2, p. 118-124, 1999.

JORGENSEN, H. et al. The influence of dietary fiber source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **Br. J. Nutr.**, v. 75, n. 3, p. 379-395, 1996.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, Sep. 1995.

KERTH, C. R.; MILLER, M. F.; RANSEY, C. B. Improvement of beef tenderness and quality with calcium chloride injection in beef loins 48 hours *post mortem*. **J. Food Sci.**, v. 73, p. 750-756. 1995.

KLOPFENSTEIN, T.; OWEN, F. Soybean hulls – an energy supplement for ruminants. **Anim. Health & Nutr.**, Abr. p. 28-32, 1987.

LANG, J. The nutritional of commercial rabbit. Part 1 – Physiology, digestibility and nutrient requirements. **Nutr. Abst. Reviews**, CAB International, Serie-B, v. 51, n. 4, p. 197-221, 1981.

LAPLACE, J. P. Le transit digestif chez les monogastriques. III. Comportement (prise de nourriture - caecotrophie), motricité et transit digestif, et pathogénie des diarrées chez le Lapin. **Ann. Zootech.**, Paris, v. 27, n. 2, p. 225- 265, Mar./Apr. 1978.

LEBAS, F. Les recherches sur l'alimentation du lapin: Evolution au cours dernières années et perspectives d'avenir. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 2, 1980, Paris. **Proceedings...** Paris: WRSA, 1980. v. 2, p. 1-17.

LEBAS, F. Alimentación y funcionamiento digestivo del conejo. **Cuniculture**, v. 16, n. 92, p. 224-228, 1991.

LEE, S. C.; PROSKY, L. International survey on dietary fiber: definition, analysis, and reference materials. **J. Assoc. Off. Anal. Chem. Int.**, Washington, v. 78, n. 1, p. 22-36, 1995.

LEITE, D. T. Farelo de arroz desengordurado e farelo de glúten de milho na suplementação de bovinos de corte. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

LLEONART, F.R. **Tratado de cunicultura. Anatomía y fisiología del aparato digestivo.** Barcelona: Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura, v. 1, p. 61-84, 1980.

- MANZANO, A. et al. Polpa de citros peletizada na alimentação de equinos. **Rev. Brasileira Zootec.**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1327-1332, nov./dez. 1999
- MATEOS, G. G.; VIDAL, J. P. Diseño de programas alimenticios para conejos: aspectos teóricos y formulación práctica. **Cuniculture**, Barcelona, v. 21, n. 119, p. 27-42, Feb. 1996.
- McBURNEY, M. I.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral-detergent fibres. **J. Sci. Food Agric.**, Mysore, v. 34, p. 910-916, 1983.
- McCONNELL, A. A.; EASTWOOD, M. A.; MITCHELL, W. D. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. **J. Sci. Food Agric.**, Mysore, v. 25, p. 1457-1464, 1974.
- McDOUGALL, G. J. et al. Plant cell walls as dietary fiber: range, structure, processing and function. **J. Sci. Food Agric.**, London, v. 70, p. 133-150, 1993.
- McDOUGALL, G. J. et al. Plant fibers: chemistry and processing for industrial use. **J. Sci. Food Agric.**, London, v. 62, n. 4, p. 1-20, 1996.
- MEJÍA, A. M. G. Estratégias para avaliação nutricional da polpa cítrica seca em suínos em terminação. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- MENDEZ, J.; DE BLAS, J. C.; FRAGA, M. J. The effects of diet and remating interval after parturition on the reproductive performance of the commercial rabbit. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v. 62, n. 6, p. 1624, Jun. 1986.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG., 1992.
- MOURÃO, D. M.; SALES, N. S.; PINHEIRO-SANTANA, H. M. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 529-539, jul./ago. 2005.
- NARANJO, A. P. Avaliação nutricional de dietas com polpa cítrica seca para coelhos em crescimento. 2000. 36 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J. B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures, Santa Lucia, Queensland.** Farnham Royal: CSIRO, p. 89-110, 1984.
- OLIVEIRA, M. C.; LUI, J. F. Desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica de coelhos sexados abatidos em diferentes idades. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1149-1155, dez. 2006.
- OLSON, A.; GRAY, M. G.; CHIU, M. C. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. **Food Tech.**, Chicago, v. 41, n. 2, p. 71-82, 1987.

- ORTIZ, L. T.; REBOLE, A.; ALZUETA, C. Metabolisable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. **British Poult. Sci.**, 42, 57-63. 2001.
- PEETERS, J. E.; MAERTENS, L. L'alimentation et les entérites post-sevrage (Feeding and post-weaning enteritis). **Cuniculture**, Lempdes, v. 83, p. 224- 229, 1988.
- PEETERS, J.E. et al. Influence of dietary beet pulp on the caecal VFA, experimental colibacillosis and iota-enterotoxaemia in rabbits. **Anim. Feed Sci. Technol.**, n. 51, p. 123-139, 1995.
- PEREZ DE AYALA, P. et al. Effect of fiber source on diet digestibility and growth in fattening rabbits. **J. App. Rabbit Research**, v. 14, n. 1, p. 159-164, 1991.
- PILES, M.; BLASCO, A.; PLA, M. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbit. **Meat Sci.**, v. 54, p. 347-355, 2000.
- RANCHO DOS GAUDÉRIOS, Casa de Carnes, Santa Maria. Consulta dia: 28 jan. 2009.
- RAO, D. R. et al. Effect of weaning and slaughter ages on rabbit meat production. II. Carcass quality and composition. **J. Anim. Sci.**, v. 46, n.2, p. 578-583, Mar. 1978.
- RAVEN, P. H. et al. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728 p.
- REFSTIE, S. et al. Nutrient digestibility in atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soybean products. **Anim. Feed Sci. Techn.**, Amsterdam, v. 79, n. 2, p. 331-345, 1999.
- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 1993, 26 p.
- RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1009-1015, jul./ago. 2004.
- SANTOMÁ, G. et al. **Nutrition of rabbits**. Madrid: Cyanamid Ibérica, 1993.
- SANTOS, E. A.; LUI, J. F.; SCAPINELLO, C. Efeito dos níveis de fibra em detergente ácido sobre os coeficientes de digestibilidade das dietas e desempenho de coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum. Anim. Sci.**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 79-86, jan./mar. 2004.
- SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na universidade federal de lavras. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, 29 (1), p. 232-237, jan./fev. 2005.
- SCAPINELLO, C. et al. Fenos de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum. Anim. Sci.**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 301-306, jul./dez. 2003.
- SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: the University of Georgia Press, 1975. 423 p.

- SERRANA, Nutrição Animal. Casca de soja na alimentação de ruminantes. Fev. 2006. <[http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/PDF/Fevereiro\\_2006.pdf](http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/PDF/Fevereiro_2006.pdf)> Acesso em: 23 jan. 2009.
- SHOWALTER, A. M. Structure and function of plant cell wall proteins. **Plant Cell**, v. 5, p. 9-23, 1993.
- SILVA, R. M. et al. Produção e qualidade da matéria seca de sete leguminosas estivais em Eldorado do Sul, RS. In: XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, p. 113-115. 1995.
- SILVA, A. G. et al. Ruminal digestion kinetics of citrus peel. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 68, n. 3-4, p. 247- 257, Oct. 1997.
- SPSS PC+. (1997). **Statistical Package for the Social Sciences**. SPSS Inc. Chicago.
- STARK, A.; MADAR, Z. Dietary fiber. In: **Functional foods**. Goldberg I (Ed). Chapman and Hall, New York, p. 183-201. 1994.
- TAVARES, R. S. et al. Processamento e aceitação sensorial do hambúrguer de coelho (*Oryctolagus cunicullus*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 633-636, jul./set. 2007.
- TEIXEIRA, J. C. **Alimentação de bovinos leiteiros**. Lavras, UFLA - FAEPE, 1997. 267 p.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. O. & B. Books, Inc., Corvallis, OR, 1982.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, Cambridge, v. 74, p. 358, 1991.
- VAN SOEST, P. J. Carbohydrates. In: \_\_\_\_\_. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. Cap. 11, p. 156-176.
- XICCATO, G. et al. Influence de l'effectif et de la densité par cage sur les performances productives, la qualité bouchère et le comportement chez le lapin. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE CUNICOLE, 8, 1999, Paris. **Anais...** Paris: INRA, 1999. p. 59-62.
- WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutr. Abstr. Rev.** (Series 'B'), Farnham Royal, v. 51, n. 12, p. 789-975, 1981.
- WARPECHOWSKI, M. B. Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal. 1996. 125p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- WATANABE, P. H. et al. Avaliação biológica da polpa cítrica para suínos em terminação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal. 2007. CD-ROM.

WENK, C. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. **An. Feed Sci. Tech.**, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 21-33, 2001.

WHETTEN, R.; SEDEROFF, R. Lignin Biosynthesis. **Plant Cell**, v.7, p.1001-1013, 1995.

WILSON, J. R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. 1997. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 173-208. 1997.

ZHAO, X.; JORGENSEN, H.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fiber on body composition, visceral, organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **Br. J. Nutr.**, Cambridge, v. 73, n. 5, p. 687-699, 1995.

ZINSLY, C. F. Situação atual e perspectiva da Cunicultura. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, 14 (159), 49-53, abr. 1989.