UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NÍVEIS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA PARA COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO EM CRESCIMENTO

Autora: Ana Carolina Monteiro Motta
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

MARINGÁ
Estado do Paraná
abril – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NÍVEIS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA PARA COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO EM CRESCIMENTO

Autora: Ana Carolina Monteiro Motta
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
abril – 2011

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

M921n

Motta, Ana Carolina Monteiro, 1981-
Níveis de lisina e de metionina+cistina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento / Ana Carolina Monteiro Motta. – Maringá, 2011.
71 f. : il.
Tese (doutorado em Zootecnia)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Zootecnia, 2011.
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello.
1. Coelhos - Nutrição - Exigência de aminoácidos. 2. Coelhos - Nutrição - Balanço nitrogenado. 3. Coelho raça Nova Zelândia Branco - Ração balanceada. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

CDD 22. ed. -636.9322
NBR/CIP - 12899 AACR/2

Maria Salete Ribelatto Arita CRB 9/858
João Fábio Hildebrandt CRB 9/1140

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NÍVEIS DE LISINA E DE METIONINA+CISTINA PARA COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO EM CRESCIMENTO

Autora: Ana Carolina Monteiro Motta
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção Animal

APROVADA em 25 de fevereiro de 2011.

Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

Prof. Dr. Carlos Eduardo Furtado

Prof. Dr. Luís Daniel Giusti Bruno

Dr. Haroldo Garcia de Faria

Prof. Dr. Cláudio Scapinello
(Orientador)

"Escute os sábios e procure entender o que eles ensinam.

Sim, peça sabedoria e grite pedindo entendimento.

Procure essas coisas, como se procurasse prata ou um tesouro escondido.

Se você fizer isso, saberá o que quer dizer temer ao

Deus Eterno e aprenderá a conhecê-lo.

É o Senhor que dá sabedoria;

A sabedoria e o entendimento vêm Dele".

Provérbios 2:2-6

*Ao meu **Deus**... **Jesus Cristo**... Meu mestre maior...*
Toda a Honra e Toda a Glória

*A minha **mãe** Vera Lúcia Monteiro...*
Pela sua caminhada como educadora,
Sua garra e dedicação... Minha inspiração...

*Aos meus **avós**...*
Therezinha Monteiro e Nery Luzia Monteiro,
Meus exemplos, minha força, meu refúgio... Meu carinho...

*Aos meus **irmãos...***
Whylie, Dâmilie e Giusepe,
Sempre meus pequenos... Meus Tesouros...

*Ao meu **marido** Rangel,*
Pelo seu amor, compreensão e companheirismo... Incondicional...
Meu grande Amor...

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer o apoio, demonstrar o seu apreço por este e deixar claro que você sabe dar valor e considerar o que representa a pessoa ou pessoas que fazem isso por você.

A todos vocês que compartilharam deste sonho, ajudaram na conclusão desta etapa e tornaram mais leves as batalhas que vieram, meu carinho e respeito!!!

A Deus, que me deu o dom da vida...

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Scapinello, pela orientação e grande amizade, por me apoiar e auxiliar nos momentos difíceis que passei durante o curso como um “paizão”, entendendo minhas limitações e mostrando o caminho a ser seguido. Obrigada pela sua força e seu exemplo ímpar como pessoa e profissional, foi um privilégio aprender contigo!

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá- UEM, pelo suporte para a realização do trabalho, e pelas oportunidades proporcionadas pela instituição.

A todos os professores da Zootecnia, em especial: Drª. Alice Eiko Murakami, Dr. Antonio Cláudio Furlan, Dr. Carlos Eduardo Furtado, Dr. Ivan Moreira, Dr. Carlos A. Lopes de Oliveira e Dr. Elias Nunes Martins, que a cada dia de convivência me

surprenderam com seus ensinamentos, compartilhando seus conhecimentos, demonstrando ética e humanidade, meu respeito e admiração a vocês.

À Profª. Drª. Maria Raquel Marçal, obrigada pela ajuda profissional, carinho e amizade conquistada.

A minha chefe e coordenadora, Roberta Ribeiro Fernandes, por sua sensibilidade e compreensão durante o período final da execução desta tese.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Denílson dos Santos Vicentin e Rose Pepinelli, pela atenção prestada e disposição em ajudar sempre que solicitei um apoio.

Às técnicas do Laboratório de Histotécnica Animal: Maria Eurides Carlo Cancino e Maria dos Anjos e pela ajuda profissional e amizade conquistada.

Às técnicas do Laboratório de Nutrição Animal: LANA, Cleuza Volpato e Creuza de Souza Azevedo, pelo apoio nas analises laboratoriais e amizade conquistada.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial Pedro Barizão, Antônio Parma (Toninho dos coelhos) e Antônio Donizete (Toninho da ração), pela dedicação, carinho e cuidado durante toda execução da parte de campo desta tese.

A todos os estagiários e colegas do grupo de cunicultura que colaboraram na execução do projeto, em especial Livian Furuta, Joyce Sato, Caroline Stanquevis e Fernanda Catelan, foi um privilégio poder contar com esta equipe tão disposta a ajudar!

Às amigas de pós-graduação e para toda a vida, Andréia Fróes e Josianny Limeira, amigas queridas às quais sempre estiveram ao meu lado, com carinho, ajuda e amizade.

Às “meninas” da república: Ana Paula Ton, Fabiana Costa Maia, Karina F. Silva, obrigada pela companhia, e por me “acolherem” com tanto carinho!

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

BIOGRAFIA

ANA CAROLINA MONTEIRO MOTTA, filha de Vera Lúcia Monteiro e neta de Therezinha Monteiro e Nery Luzia Monteiro, nasceu em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, no dia 20 de agosto de 1981.

Em setembro de 2004, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS.

Em julho de 2007, obteve o títulode Mestre em Zootecnia na Área de Concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá- UEM

Em março de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá em nível de Doutorado - Área de Concentração Produção Animal.

Em agosto de 2008, iniciou sua carreira docente na Faculdade Integrado de Campo Mourão, Paraná, onde ministra aulas até o presente momento.

Em 25 de fevereiro de 2011, submeteu-se à defesa da tese para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

ÍNDICE

Página

LISTA DE TABELAS ix
RESUMO xi
ABSTRACT xiii
I. INTRODUÇÃO 15
1.1 Aspectos metabólicos da proteína 16
1.2 Exigências de proteína para coelhos em crescimento 17
1.3 Exigências de lisina para coelhos em crescimento 21
1.4 Exigências de metionina+cistina para coelhos em crescimento 22
1.5 Contribuição da cecotrofagia na nutrição proteica e aminoacídica 24
1.6 Excesso de nitrogênio no meio ambiente 26
Literatura citada 27
II. OBJETIVOS GERAIS 32
2.1 Objetivos específicos 32
III. NÍVEIS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA PARA COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO DOS 31 AOS 50 DIAS DE IDADE..... 33
Resumo 33
Abstract 34
Introdução 35
Material e métodos 36
Resultados e discussão 43
Conclusões 49
Literatura citada 50

IV. NÍVEIS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA PARA COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO DOS 51 AOS 70 DIAS DE IDADE 52
Resumo 52
Abstract 53
Introdução 54
Material e métodos 55
Resultados e discussão 62
Conclusões 68
Literatura citada 68
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS 71

LISTA DE TABELAS

Capítulo III		Página
Tabela 1.	Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos na fase inicial (31 a 50 dias)	42
Tabela 2.	Médias estimadas diárias (g) de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio retido (NR) em coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina + cistina (Met+Cis), avaliados no período de 31 a 50 dias de idade	43
Tabela 3.	Médias estimadas do peso vivo aos 50 dias (PV50) e ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) e custo das rações de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 31 a 50 dias de idade.....	45
Tabela 4.	Médias estimadas dos rendimentos de carcaça, quartos posteriores, lombo, membros anteriores, região tóraco-cervical e relação carne:osso de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados aos 50 dias de idade	47

Capítulo IV

Tabela 1. Composição percentual e química calculada das rações experimentais para coelhos na fase de 51 a 70 dias de idade 61

Tabela 2. Médias diárias (g) de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio retido (NR) em coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 50 a 70 dias de idade 62

Tabela 3. Médias estimadas do peso vivo aos 70 dias (PV70), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) e custo das rações de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 51 a 70 dias de idade 64

Tabela 4. Médias estimadas dos rendimentos de carcaça, quartos posteriores, lombo, membros anteriores, região tóraco-cervical e relação carne:osso de coelhos abatidos aos 70 dias de idade em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), abatidos aos 70 dias de idade 66

RESUMO

Foram conduzidos quatro experimentos, dois ensaios de balanços de nitrogênio (BN) e dois ensaios de crescimento, com o objetivo de estudar o efeito de diferentes níveis de lisina e metionina+cistina (Lis e Met+Cis) para coelhos no período de 31 a 50 e 51 a 70 dias de idade. Para cada ensaio de BN, foram utilizados 75 animais, distribuídos em um delineamento ao acaso, em esquema fatorial 5 x 3 (cinco níveis de Lis: 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% *versus* três níveis de Met+Cis: 0,5%; 0,6% e 0,7%), com 15 tratamentos e 5 repetições. Cada ensaio teve duração de 14 dias, sendo 10 dias de adaptação e quatro dias de coleta de fezes e urina. Para cada ensaio de crescimento, foram utilizados 180 animais, avaliados também em ambos os períodos de 31 a 50 e 51 a 70 dias de idade, distribuídos em um delineamento ao acaso, em esquema fatorial com as mesmas dietas do ensaio anterior, totalizando 15 tratamentos e 12 repetições, com um animal por unidade experimental. Para o período de 31 a 50 dias de idade, foram observados efeitos quadráticos dos níveis crescentes de Met+Cis sobre o nitrogênio excretado na urina (NU), com a menor excreção quando a ração apresentava 0,59% de Met+Cis e dos níveis crescentes de Lis sobre o NU e o nitrogênio retido diariamente (NR), com a menor NU com a ração contendo 0,728% de Lis e a máxima NR quando a ração apresentava 0,724%. O aumento dos níveis de Met+Cis nas rações não influenciaram o desempenho dos coelhos até os 50 dias de idade e as características de carcaça. Por outro lado, o peso vivo aos 50 dias de idade, o ganho de peso diário e a conversão alimentar até os 50 dias dos coelhos abatidos aos 50 dias de idade apresentaram efeito quadrático de acordo com o aumento dos níveis de Lis, com os melhores resultados nas rações contendo níveis de 0,750%; 0,738%; 0,736%,

respectivamente. Para o período de 51 a 70 dias de idade, foram observados efeitos quadráticos dos níveis crescentes de Lis e Met+Cis sobre o NU, com os menores valores de NU no nível de 0,602% de Lis e 0,603% de Met+Cis e de maior NR com a inclusão de 0,723% de Lis. Para o ensaio de crescimento, foram observados apenas efeitos quadráticos dos níveis crescentes de Lis para o peso vivo aos 70 dias de idade, ganho de peso e conversão alimentar no período de 51 a 70 dias de idade com os melhores resultados obtidos quando a ração apresentava 0,74%; 0,732%; 0,734% de Lis, respectivamente. Os resultados permitem concluir que os níveis mais adequados de Lis e de Met+Cis para coelhos no período de 31 a 50 dias de idade foram de 0,75% e 0,5% de inclusão na ração e para o período de 51 a 70 dias de idade são de 0,74% e 0,5%, respectivamente.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, aminoácidos, carcaça, desempenho.

ABSTRACT

Four experiments, two assays on nitrogen balance (NB) and two assays on growth, were undertaken to analyze the effect of different levels of Lysine and Methionine+Cystine (Lys and Met+Cys) on 31-50 and 51-70-day-old rabbits. For each NB assay, 75 animals were allotted to a 5 x 3 randomized design (five levels of Lys: 0.55; 0.65; 0.75; 0.85 and 0.95% versus three levels of Met+Cys: 0.5; 0.6 and 0.7%), with 15 treatments of five repetitions. Each assay lasted 14 days, comprising 10 days of adaptation and four days for feces and urine collection. Further, 180 rabbits aging 31-50 and 51-70 days were evaluated for growth, featuring randomized blocks and factorial scheme with the same diets as those of the previous assay, with a total of 15 treatments of 12 repetitions, and one animal for each experimental unit. Quadratic effects of increasing levels of Met+Cys on the nitrogen excreted in the urine (UN) for the 31-50-day-old rabbits were noticed. In fact, the lowest excretion occurred when the diet consisted of 0.59% Met+Cys. Increasing levels of Lys influenced the UN and the nitrogen retained daily (RN), the lowest UN when the diet consisted of 0.728% Lys and the maximal RN when it consisted of 0.724% Lys. Increases in the dietary levels of Met+Cys failed to affect either the performance of the rabbits up to 50 days old or the characteristics of the carcass. On the other hand, live weight of 50-day-old animals, daily weight gain, and food conversion up to 50 days of rabbits killed at that age showed a quadratic effect in proportion to the increasing levels of Lys. The best results were obtained at diet levels of 0.75, 0.738, 0.736% Lys, respectively. As for the 51-70-day-old rabbits, quadratic effects of increasing Met+Cys levels on the UN were recorded, with the lowest UN when the diet consisted of 0.603% Met+Cys, and of increasing levels of Lys on the UN and RN, with the lowest UN with the diet consisted of 0.602% Lys and the maximal RN

when the diet consisted of 0.723% Lys, respectively. As for the growth assay, quadratic effects were found only for increasing levels of Lys for live weight at 70 days, weight gain and food conversion in 51-70-day-old rabbits, with the best results when the diet consisted of 0.740, 0.732, 0.734% Lys, respectively. The results show that the most adequate Lys and Met+Cys levels for 31-50-day-old rabbits were 0.75% and 0.5% and for 51-70-day-old rabbits 0.74% and 0.5%, respectively.

Keywords: nitrogen balance; amino acids; carcass; performance.

I – INTRODUÇÃO

Várias são as características que demonstram que os coelhos podem ocupar um importante espaço na produção de carne para a alimentação humana, tendo em vista o rápido crescimento, precocidade reprodutiva, alta fertilidade, além da qualidade de sua carne, com baixo teor de gordura e boa relação de ácidos graxos polinsaturados, aspectos importantes para a saúde humana.

Apesar do Brasil não possuir uma tradição na produção de carne de coelho, a organização dos cunicultores tem demonstrado um aumento da produção nos últimos anos, passando de 31.266 cabeças, em 1997, para 85.867 coelhos vendidos para abate no ano de 2005 (Gilka, 2007). No entanto, estes valores são ainda pequenos quando comparado com a produção mundial de coelho, que possui cerca de 1.100.000 t de carcaças produzidas em cinquenta países (Xiccato & Trocino, 2007), correspondendo a 856.797.000 animais abatidos (EFSA, 2005).

O consumo da carne de coelho está presente em diversas culturas, fazendo parte também da dieta mediterrânea, considerada uma das mais completas e saudáveis na atualidade (Serra-Majem *et al.*, 2004).

O coelho é um herbívoro com alta capacidade de conversão de alimentos volumosos em produto com alto valor biológico, especialmente por possuir a estratégia digestiva que envolve processos de digestão química e fermentativa, aliada ao hábito da cecotrofagia. Lebas *et al.* (1997) descrevem que em sistemas eficientes de produção, o coelho consegue converter 20% das proteínas que ingere em proteína de origem animal, que é produzida para o consumo humano, ao passo que o bovino consegue converter entre 8% e 12% da proteína ingerida.

Contudo, para se obter bons índices de produtividade na exploração cunícola, como em outros sistemas de produção animal, deve-se considerar que o custo da

alimentação representa, aproximadamente, 70% do total dos custos de produção, portanto, o principal objetivo na formulação das dietas é suprir as exigências dos animais ao mais baixo custo e diminuir o excesso de alguns nutrientes, assim melhorando a produtividade e minimizando o impacto ambiental (Maertens *et al.*, 2003).

Entretanto, ao se formular as dietas, deve ser considerado que para o coelho ter seu crescimento e deposição de carne adequada necessita que as suas células recebam os nutrientes necessários ao metabolismo em quantidade e proporção adequadas. Dentre os nutrientes, destacam-se os aminoácidos, tanto os essenciais como os não essenciais, os quais são fundamentais para o suprimento das necessidades metabólicas destes animais, tendo variações nas suas quantidades e proporções, conforme a idade e a fase fisiológica em que o animal se encontra.

1.1 Aspectos metabólicos da proteína

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes nas células vivas, são moléculas através das quais a informação genética é expressa. Lehninger *et al.* (2002) a descrevem ainda como cadeias de aminoácidos unidos entre si por um tipo específico de ligação covalente. Do ponto de vista nutricional, porém, o que distingue uma proteína de outra é o seu aporte de aminoácidos. São conhecidos 22 aminoácidos que compõem as proteínas, no entanto apenas 10 são considerados dieteticamente essenciais para os animais monogástricos (Sakamoura & Rostagno, 2007).

Pela união dos aminoácidos que formam a cadeia protéica, as células podem produzir proteínas que têm propriedades e atividades extremamente diferentes. A partir destes blocos de construção distintos, os organismos podem sintetizar compostos largamente diferentes entre si, cada uma delas exibindo atividades biológicas características (Lehninger *et al.*, 2002).

As proteínas da dieta sofrem parcial digestão no estômago. No intestino delgado, são submetidas à ação das diferentes enzimas pancreáticas, que possuem diferentes especificidades, por exemplo, algumas atuam em ligações internas e outras nas extremidades das proteínas. Em consequência, são formados di e tripeptídeos que serão digeridos na membrana celular e também no interior das células intestinais e os aminoácidos que se originam serão absorvidos por diferentes transportadores, conforme o aminoácido.

A classificação dos animais em aminiotélicos, ureotélicos e uricotélicos baseia-se exclusivamente na predominância do metabolismo excretório de compostos nitrogenados. Mamíferos e aves apresentam metabolismo nitrogenado excretório distintos, sendo que as aves excretam o nitrogênio, preferencialmente na forma de ácido úrico, enquanto os mamíferos o fazem na forma de ureia (Leningher, 2002).

A digestão das proteínas, particularmente quando oriundas de fontes de alta qualidade e de fácil digestão, como o farelo de soja, ocorre, principalmente, no intestino delgado (Cheeke, 1988). Após os processos de digestão e absorção, apenas uma parte é metabolizada e retida na forma de tecidos estruturais de reserva ou, ainda, transformada em produtos para secreção exógena, endógena ou mista. Outra parte é perdida na forma de ureia ou calor resultante do metabolismo (Zanato *et al.*, 2008).

Portanto, o aminoácido que não é utilizado pelo organismo animal é excretado, sendo a ureia a principal forma de eliminação dos grupos amino oriundos dos aminoácidos e corresponde aproximadamente a 90% dos compostos nitrogenados da urina. Um átomo de nitrogênio da molécula de ureia é fornecido por NH_3 livre (amônia) e outro nitrogênio cedido pelo aspartato. O carbono e o oxigênio da ureia são derivados do CO_2 e a ureia é produzida pelo fígado e, então, transportada pelo sangue até os rins, para ser excretada na urina.

Com o crescimento da indústria de nutrição animal, as fontes de aminoácidos sintéticos tornaram-se comuns nas formulações de rações, sendo utilizados para evitar problemas decorrentes do desbalanço. Além de aumentar a eficiência produtiva dos animais, este produto diminui os custos de produção, reduz os níveis e aumenta a eficiência de utilização de proteína bruta, além de minimizar as perdas de nitrogênio através das excretas (Maertens *et al.*, 2003), com benefícios para o meio ambiente. O seu uso também é uma decisão econômica podendo estar ligada ao preço da soja, ingrediente produzido em grande escala no Brasil e que é uma das fontes de proteína de melhor qualidade (Butolo, 2002).

1.2 Exigências de proteína para coelhos em crescimento

Durante muitos anos, a formulação de rações para monogástricos baseou-se no conceito de proteína bruta, o que gerou inúmeros debates nas áreas científicas e comerciais. Pesquisas demonstraram que a digestibilidade da proteína bruta difere mais

entre as dietas devido aos seus ingredientes do que a sua composição química (Fraga *et al.*, 1984), razão pela qual se considera que a proteína digestível é um indicador mais preciso que a proteína bruta para avaliação da proteína de alimentos para coelhos. Segundo Jacob & Penz Jr. (1992), além da composição em aminoácidos, a digestibilidade influencia a quantidade de proteína a ser fornecida pela dieta.

Os coelhos, assim como outras espécies, não têm exigências específicas de proteína, mas sim de aminoácidos, a partir dos quais as proteínas corporais são sintetizadas, apesar de que, na prática, a proteína nas dietas de coelho ainda é expressa como proteína bruta (Maertens, 1998).

Para a síntese proteica, o coelho requer, simultaneamente, de todos os aminoácidos, porém alguns deles não são sintetizados pelo organismo do animal. Estes são definidos como aminoácidos essenciais, devendo ser supridos pela dieta (De Blas & Wiseman, 1998). Dessa forma, o nível dietético de proteína necessária para os coelhos varia de acordo com alguns aspectos, como o perfil de aminoácidos, o grau com que a proteína é digerida, quantidade de alimento ingerido e fase fisiológica do animal.

Dados da literatura demonstram variações nos níveis indicados de proteína bruta para coelhos, apresentando valores de 15,5%; 16%; 18% até 19% de proteína bruta (Lebas, 1989; Maertens, 1998; De Blas & Wiseman, 1998; Prasad & Karim, 1998; Lebas, 2004). Estes níveis ainda são relativamente baixos, comparados com suínos (20%) ou frangos (21%) em crescimento (Rostagno, 2005).

Algumas pesquisas indicam que as necessidades de proteína e de aminoácidos estão relacionadas com a idade na fase do crescimento (Maertens, 1998), sendo as necessidades proteicas maiores nos primeiros estágios de vida, propondo-se para láparos entre três e seis semanas de idade a utilização de uma dieta contendo em torno de 18% de proteína bruta (Ferreira *et al.*, 2008). Dessa forma, a retenção proteica no organismo do animal diminui de forma linear conforme aumenta a idade de abate. Para animais mais velhos, a velocidade do crescimento é menor, com consequente redução da eficiência de utilização da proteína bruta. (De Blas & Wiseman, 1998).

Apesar de alguns estudos demonstrarem que as necessidades proteicas podem mudar ao longo do período, sendo mais elevadas no período inicial, em seguida na desmama e, posteriormente, no período de crescimento (García-Palomares *et al.*, 2006), em geral as formulações de dietas para coelhos são estabelecidas para todo o período de produção, não considerando estas diferenças fisiológicas.

Para determinação das exigências nutricionais, Faria Filho & Torres (2007) descrevem que no método dose-resposta, as exigências são determinadas com base nas características zootécnicas como o ganho de peso e a conversão alimentar, e esta exigência, posteriormente, é expressa em porcentagem do nutriente nas dietas, sendo um dos métodos mais utilizados para a estimação de exigências nutricionais em aves, podendo ser estimada também nos demais monogástricos.

Portanto, alguns aspectos devem ser considerados ao se elaborar um plano nutricional. Santos *et al.* (2004) descrevem que o estudo da eficiência da utilização dos nutrientes de um alimento inicia-se com o conhecimento da sua composição química e do seu valor calórico, seguindo com a análise dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e do desempenho do animal. Os coeficientes de digestibilidade podem ser influenciados pelo tipo de alimento, se volumoso ou concentrado (Carabaño *et al.*, 2001), pela espécie ou variedade, quando forrageira (Pérez *et al.*, 1995), e pela forma física apresentada pelo alimento, se grosseira ou finamente moído (Gomes *et al.*, 2000). Outro aspecto a ser considerado é a fase fisiológica do animal. Deshmukh & Patak (1992) observaram que coelhos adultos utilizam com maior eficiência os nutrientes com valores melhores de digestibilidade da proteína bruta, comparados com animais jovens.

A contribuição nutricional de proteínas para os animais depende não apenas da composição aminoacídicas das dietas, mas também da eficiência com que são utilizados. A real utilização dos aminoácidos inclui os processos de digestão, absorção e metabolização (Sakamoura & Rostagno, 2007).

A proposta de usar aminoácidos sintéticos visa à diminuição nos custos de produção, em função da redução dos níveis de proteína bruta das dietas e um aumento na eficiência de utilização da mesma, pois objetiva o uso máximo dos aminoácidos na síntese proteica e um mínimo como fonte de energia, consequentemente gerando uma redução do excesso de nitrogênio excretado pelos animais no meio ambiente, diminuindo, assim, os níveis de poluição ambiental.

Atualmente, um conceito muito utilizado na nutrição de monogástricos é o da Proteína Ideal, sendo que, para ser ideal, a proteína ou a combinação dos aminoácidos não deve possuir aminoácidos em excesso (Penz Jr., 1996), estabelecendo que cada aminoácido é igualmente limitante e, como consequência, a excreção de nitrogênio pelo animal deve ser minimizada (Van Heugten & Van Kempem, 1999).

A Proteína Ideal foi provavelmente melhor definida há 30 anos, como uma mistura de aminoácidos ou proteínas de total disponibilidade na ingestão e metabolismo. Devia possuir uma composição idêntica ao requisito do animal para crescimento e mantença, não havendo falta ou excesso de aminoácidos. Dessa forma, é possível estabelecer um ótimo balanço de aminoácidos essenciais, fornecendo junto quantidade suficiente de nitrogênio para a síntese dos aminoácidos não essenciais (Cole e Van Lunen, 1994; Lipstein *et al*., 1975).

Para o conceito de Proteína Ideal ser utilizado de forma favorável, é importante que a digestibilidade dos aminoácidos seja considerada. Desse modo, dietas formuladas com base na proteína ideal, mas sem ênfase na digestibilidade, geralmente não alcançaram os requisitos dos animais por aminoácidos (McNab, 1994).

A contribuição nutricional de proteínas para os animais depende não apenas da composição aminoacídica das dietas, mas também da eficiência com que são utilizadas. Nem todos os aminoácidos que são fornecidos pela proteína dietética se tornam disponíveis para o animal durante o processo digestivo e metabólico. Sendo assim, é importante conhecer a proporção de aminoácidos ingeridos que são utilizados para funções metabólicas normais, suprindo sítios de síntese proteica (Braga, 2001).

Dentro do conceito de Proteína Ideal, os pesquisadores estabeleceram como aminoácido padrão a lisina e, desta maneira, todos os demais aminoácidos são expressos em relação à lisina, pois, uma vez estabelecida sua exigência, pode-se calcular as exigências dos demais aminoácidos (Chung & Baker, 1992).

Segundo Baker *et al.* (1994), a lisina é utilizada como aminoácido referência por três razões principais: sua análise nos alimentos é relativamente simples, diferente de triptofano e dos aminoácidos sulfurados; há grande quantidade de dados existentes sobre a digestibilidade da lisina; diferente de vários aminoácidos (metionina, cistina e triptofano), a lisina disponível no organismo é utilizada somente para acréscimo de proteína corporal.

A expressão das necessidades de proteína em suínos e aves está atualmente bem alicerçada no conceito de Proteína Ideal para cada função fisiológica e também no conhecimento da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos dos alimentos utilizados, permitindo formular dietas equilibradas para os diferentes aminoácidos essenciais, utilizando aminoácidos sintéticos (Cunha *et al.*, 2007).

No caso dos coelhos, apesar da situação ser teoricamente parecida às das demais espécies, em termos práticos as pesquisas ainda estão no início. As proporções ideais

que correspondem à proteína e aos aminoácidos que estão presentes nas quantidades e proporções idênticas ao dos tecidos ou dos produtos a serem formados foram avaliadas apenas para leite e composição corporal de animais com 53 dias de idade (Moughan *et al.*, 1988; García- Ruiz, 2004).

1.3 Exigências de lisina para coelhos em crescimento

O desempenho produtivo dos animais é diretamente dependente do suprimento de diversos nutrientes, entre eles os aminoácidos (Rutz, 2002). A lisina é considerada um aminoácido essencial, embora seja sintetizada nos tecidos em uma quantidade insuficiente para atender às necessidades dos coelhos. Há, portanto, que se recorrer à utilização de fonte sintética para o suprimento dessa sua necessidade aminoacídica.

A lisina é um aminoácido dietético essencial para todas as espécies (Ball *et al.*, 2007). É o aminoácido mais limitante para síntese de proteína corporal, o que explica a vasta literatura disponível a respeito do requerimento de lisina em diferentes espécies quando comparada com os outros aminoácidos.

Dentre todos os aminoácidos, a lisina é o único que exerce função específica na composição corporal, sendo seu principal papel relacionado à síntese proteica. Além da síntese de proteína muscular, ela possui outras funções importantes no organismo, como a síntese de carnitina, responsável pelo transporte de ácidos graxos do citosol para o interior das mitocondrias para posterior degradação a acetil - CoA (Champe & Harvey, 1997).

Outra função da lisina é na formação da matriz óssea em animais jovens (Ribeiro *et al.*, 2003), em que as ligações cruzadas dos resíduos de lisina e hidroxilisina estabilizam a estrutura fibrilar do colágeno e aumentam a força mecânica do osso, tornando o colágeno ósseo mais denso e menos solúvel que o colágeno da pele e dos tendões (Shith *et al.*, 1988).

Cuidados especiais, porém, devem ser tomados com os níveis de lisina na ração para que não causem antagonismo ou toxidez, necessitando, portanto, de se conhecer a real necessidade da inclusão dos níveis deste aminoácido nas rações.

Os níveis de inclusão de lisina recomendados na literatura para coelhos em crescimento são variados. Gomes *et al.* (1992), que trabalharam com dieta com nível subótimo de proteína bruta (13,30%) para coelhos em crescimento, verificaram tendência de melhores desempenhos produtivos quando a suplementação de lisina

aumentava de 0,55% até 0,85%. No entanto, em estudos realizados por Carregal (1998), avaliando níveis de lisina em dietas de coelhos em crescimento, há indicação de melhores resultados com a inclusão de 0,76% de lisina na ração.

Por outro lado, Scapinello *et al.* (1995a), com base nos melhores resultados de conversão alimentar, estimaram que a exigência de lisina, para coelhos de 35 a 70 dias, é de 0,70% na ração. Contudo, para o período de 35 a 90 dias de idade, o nível de 0,50% na ração atendeu às exigências dos animais. De Blas & Mateos (1998) recomendam valores de 0,75% a 0,84% e Lebas (2004) recomenda valores que variam de 0,75% a 0,85%.

1.4 Exigências de metionina+cistina para coelhos em crescimento

Considerando a composição em aminoácidos da maioria dos ingredientes utilizados na elaboração de dietas para coelhos, formuladas para atender aos níveis recomendados de proteína bruta, vários são os autores que descrevem que o primeiro aminoácido limitante é a metionina, seguido pela lisina (Santomá *et al.*, 1989; Scapinello *et al.*, 1995b; Oliveira Neto *et al.*, 2000), devendo esta dieta ser suplementada com estes aminoácidos para suprir as exigências dos animais.

As rações de coelhos apresentam significativa inclusão de forragens, que representam, aproximadamente, 35% a 40% do seu volume. Em geral, os alimentos volumosos são pobres em aminoácidos, principalmente os sulfurados, o que pode ocasionar um déficit de proteína de alto valor biológico, levando a desbalanços dos aminoácidos essenciais que prejudicam o desempenho do animal (Suida, 2001).

Outra questão importante a ser avaliada é que nem todos os aminoácidos que são fornecidos pela proteína dietética se tornam disponíveis para o animal durante o processo digestivo e metabólico (Braga, 2001). Sendo assim, é importante conhecer a proporção de aminoácidos ingeridos que são utilizados para funções metabólicas normais, suprindo sítios de síntese proteica.

Pelo seu papel chave no crescimento dos tecidos, na formação da pele e no catabolismo dos aminoácidos, Mateos & Vidal (1996) consideram importantes os níveis adequados de lisina, metionina e arginina. Para estes autores, um fornecimento inadequado de proteína e/ou um desequilíbrio entre aminoácidos provoca redução no consumo, agravando ainda mais o desbalanço entre os aminoácidos.

A deficiência de metionina retarda o crescimento e, quando fornecida em quantidades acima do exigido pelo animal, pode ser tóxica e causar baixo desenvolvimento (Ojewola *et al.*, 2006). Portanto, cuidados no fornecimento da dosagem adequada deste aminoácido na ração para coelhos é muito importante, uma vez que níveis inadequados dos aminoácidos podem causar, além da toxidez, antagonismo.

A metionina tem um papel importante no metabolismo de fosfolipídios e sua deficiência é conhecida por causar prejuízos renais e hepáticos. Por outro lado, a administração de doses excessivas deste aminoácido representa risco de fígado gorduroso (Parr & Summers, 1991).

A metionina tem importantes funções metabólicas, principalmente por ser o primeiro aminoácido da cadeia na síntese proteica. Na forma de S-adenosilmetionina, é o mais importante doador de radicais metil no organismo e está envolvida na biossíntese de muitos componentes importantes para o crescimento e desenvolvimento dos animais, como a creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina (Baker, 1991), que são componentes corporais fundamentais ao crescimento normal dos animais (Corrêa *et al*., 2006).

Inicialmente, a cistina foi considerada um aminoácido essencial, no entanto pesquisas posteriores demonstraram que é possível obter este aminoácido em uma ração que não falte metionina. Quando a cistina está presente na ração, a necessidade de conversão de metionina diminui economizando a quantidade deste aminoácido essencial na alimentação diária (Teixeira, 1998). A cistina tem importante função na estrutura de muitas proteínas como o hormônio insulina, as imunoglobulinas e a queratina, interligando cadeias polipeptídicas por ponte dissulfeto (Baker, 1991).

A cistina é um aminoácido glicogênico e não essencial produzido a partir da metionina no organismo e interage com a cisteína em uma reação de transformação mútua do tipo oxirredução. Assim, a ingestão de cistina ou cisteína pode reduzir as necessidades nutricionais de metionina. Em condições normais, a metionina pode ser catabolizada e convertida em cistina, entretanto este processo não é reversível, pois a cistina não pode ser convertida em metionina, e, por isso, torna-se necessário determinar os níveis desses aminoácidos a fim de se atender a esta inter-relação (Barbosa *et al.*, 2002).

A cistina é necessária para a formação da pele e pelos. Além do mais, estimula o sistema hematopoiético e promove a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada, a cistina fornece o enxofre, que reage com outras substâncias para ajudar a desintoxicar o sistema orgânico. Contribui também com o processo de cicatrização, diminuindo a dor causada pela inflamação e fortalece a formação de tecido conjuntivo.

A cisteína é produzida no organismo a partir da metionina+serina ou a partir da cistina. Por isso, ao se balancear rações, há necessidade do atendimento de metionina e do total de aminoácidos sulfurosos, metionina+cistina (Lana, 2005; Oliveira Neto *et al.*, 2000). O enxofre necessário para a biossíntese da cisteína provém do aminoácido essencial metionina.

Indicações encontradas na literatura para as exigências de metionina+cistina são bastante variadas. Scapinello *et al.* (1995b) demonstraram que coelhos entre 35 e 70 dias de idade necessitam de 0,60% dos aminoácidos na dieta. No entanto, Pinto & Carregal (1994), trabalhando com coelhos da linhagem Selecta dos 35 aos 78 dias, atribuíram valor de 0,52%. Valores próximos foram encontrados por Parigi Bini & Xiccato (1998) que indicaram 0,50% nas rações de coelhos em crescimento.

Gomes *et al.* (2005), trabalhando com quatro níveis de metionina na ração para coelhos até 80 dias de idade, concluíram que o nível de 0,464% foi suficiente para atender às exigências desta fase. Trabalhando com coelhos em fase reprodutiva em ambiente tropical, Ojewola *et al.* (2006) concluíram que o nível ideal de metionina não deve ultrapassar 0,61%, e que valores acima de 0,71% são prejudiciais aos animais.

1.5 Contribuição da cecotrofagia na nutrição proteica e aminoacídica

Espécies herbívoras não ruminantes com o ceco funcional, como os coelhos, possuem a característica de acomodar em seu trato digestório uma população microbiana simbiótica, com funções digestivas nas quais o hospedeiro é incapaz de realizar (De Blas & Wiseman, 1998). Estes animais apresentam o hábito da cecotrofagia, responsável, entre outros benefícios, por fornecer um volume significativo de proteína ao animal, podendo representar de 15% a 20% das exigências de mantença (Gomes & Ferreira 1999).

O intestino grosso tem um importante papel na digestão do coelho, devido à fermentação cecal, excreção seletiva da fibra e à reingestão do conteúdo cecal

(cecotrofia), podendo ser dividido em ceco, colo e reto. O ceco dos coelhos é bastante volumoso, medindo cerca de 40 cm, com capacidade aproximada de 600 ml.

O coelho é capaz de utilizar a ureia circulante para a síntese de proteínas, através dos microrganismos cecais e da cecotrofia. A ureia cecal é oriunda do material ileal e do sangue. A ureia vinda da dieta tem importância menor, visto que grande parte da mesma é degradada antes de atingir o ceco. A mucosa cecal apresenta a enzima urease, que hidrolisa a ureia em amônia. Parte desta amônia é utilizada no ceco, para a síntese de proteína microbiana, e parte é difundida através da mucosa cecal, indo ao sangue e depois ao fígado, onde é reconvertida à ureia. Há referências de que o nitrogênio não proteico pode substituir até 21,5% do nitrogênio total utilizado para a mantença (Ferreira, 2008).

Como resultado da síntese microbiana, o conteúdo em aminoácidos totais e essenciais é superior ao fornecido, normalmente, na dieta. Grande parte destes aminoácidos pode ser reaproveitado pelos coelhos, através da cecotrofia, sendo que esta suplementação equivale a 13,8 gramas de proteína bruta por kg / peso vivo / dia.

A proteína dos cecotrofos é rica em aminoácidos como lisina, aminoácidos sulfurados e treonina (Proto, 1976; Spreadury, 1978). No entanto, a disponibilidade destes aminoácidos aos animais no processo da cecotrofagia depende da eficiência da síntese de proteína microbiana. (Garcia *et al.*, 1995).

Os microorganismos cecais possuem baixa quantidade de material nitrogenado digestível disponível em comparação aqueles do rúmen, em função da maior parte da proteína bruta dietética ser digerida antes de chegar ao ceco. Proteínas fermentadas pela microbiota cecal são convertidas à amônia que representa a principal fonte de nitrogênio para a síntese de proteína bacteriana (Santomá *et al.*, 1989). Quando a ingestão de proteína excede à exigência nutricional, há aumento da ureia circulante do sangue para o ceco, conduzindo a uma elevação da concentração de NH_3 cecal (Fraga, 1998).

A amônia (NH_3) é o principal produto do catabolismo do nitrogênio no ceco, bem como a principal fonte de nitrogênio para a síntese de proteína bacteriana, ingerida com os cecotrofos. Os níveis de NH_3 cecal descritos na literatura apresentam grande variação, 6,6 mg% a 30 mg% (Gidenne, 1986), 7,5 mg% a 10 mg% (Fraga, 1998) e 8,79 mg% a 14,26 mg% (Santiago, 2001), demonstrando que a concentração de NH_3 pode variar com o tipo da dieta.

Apesar da prática da cecotrofia, esta não supre todas as necessidades proteicas ou aminoacídicas dos animais. Alguns trabalhos têm demonstrado que a excreção de cecotrofos e a contribuição nutritiva podem variar com a natureza da dieta. Carabaño *et al.* (1988) citam valores de excreção que variam de 14,98 g a 29,50 g de matéria seca por dia. Quanto à contribuição de proteína bruta e matéria seca pelos cecotrofos, Gomes & Ferreira (1999) citam valores de 21,35% a 28,55% e de 15,34% a 18,48%, respectivamente.

Portanto, apesar da disponibilidade de nutrientes com a ingestão de cecotrofos, há necessidade de suplementação extra de aminoácidos limitantes na ração, para coelhos criados em condições intensivas (Carabanõ & Piquer, 1998).

1.6 Excesso de nitrogênio no meio ambiente

A produção de animais monogástricos, como aves, suínos e coelhos, se desenvolvem principalmente em sistemas de produção intensivo, ou seja, em confinamento. Dessa forma, todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento do animal têm que estar contidos na ração.

Um excesso do nutriente fornecido aos animais não será aproveitado pelo organismo, como no caso do excesso de proteína, ou seja, dos aminoácidos que, fornecidos em excesso, contribuirão para aumentar a poluição ambiental através da excreção do nitrogênio.

O nitrogênio excretado pode ser transformado em nitrato e ser lixiviado para o lençol freático. A toxicidade dos nitratos é principalmente atribuível à sua redução a nitrito, e o maior efeito biológico dos nitritos em humanos é o seu envolvimento na oxidação da hemoglobina, podendo provocar severos problemas fisiológicos (Who, 2004).

A redução da concentração de nitrogênio nas dietas pode ser obtida pelo balanceamento de rações de acordo com o conceito de proteína ideal. Segundo esse conceito, as dietas devem ser suplementadas com uma mistura de aminoácidos ou proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de atender, sem excessos nem deficiências, às necessidades absolutas de todos os aminoácidos exigidos para o desenvolvimento do animal (Oliveira *et al.*, 2005).

São escassas, entretanto, as pesquisas sobre exigências nutricionais aminoacídicas para coelhos no Brasil, particularmente quando se considera as

exigências por fase fisiológica, sendo as formulações de rações ainda baseadas, na sua maioria, em dados obtidos em outros países, particularmente europeus, pouco condizentes com as condições brasileiras, o que, certamente, compromete a produtividade dos animais.

Literatura citada

BAKER, D. H. Partitioning of Nutrients for Growth and Other Metabolism Funcions. **Poultry Science,** v. 70, p. 1.797-1.805. 1991.

BAKER, D. H.; HAN, Y. Ideal Amino Acid Profile for Chicks During the First Three Weeks Posthatching. **Poultry Science,** v. 73, n. 9, p. 1.441-1.447, 1994.

BALL, R. O.; URSSHEL, K. L; PENCHARZ, P. B. Nutritional Consequences of Interspecies Differences in Arginine and Lysine Metabolism. **Journal of Nutrition**; 137(6): 1.626-1.641, 2007.

BARBOSA, M. J. B.; JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O. *et al.* Exigência de lisina e metionina+cistina digestíveis para frangos de corte na fase final. **Acta Scientiarum**. v. 24 , n. 4, p. 1.001-1.006, 2002.

BRAGA, J. P; BAIÃO, N. C. O conceito de proteína ideal na formulação de ração para frangos de corte. **Caderno Técnico de Zootecnia.** n. 34, p. 29-37, 2001.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. ed. Campinas: Agro Comunicação, 2002. 430p.

CARABAÑO, R.; GARCÍA, J.; De BLAS, J. C. Effect of Fibre Source on Ileal Apparent Digestibility of Non-Starch Polisaccharides in Rabbits. **Animal Science,** v. 72, n. 2, p. 343-350, 2001.

CARABAÑO, R.; PIQUER, J. The Digestive System of the Rabbit. **In: The Nutrition of the Rabbit** (C. De Blas and J. Wiseman, Ed.) CABI Publishing. Wallingford, 1998. p. 1-16.

CARABAÑO, R. M.; FRAGA, M. J.; SANTOMÁ, G.; DE BLAS, J. C. Effect of Diet on Composition of Cecal Contents and on Excretion and Composition of Soft and Hard Feces of Rabbits. **Journal Animal Science**, v. 66, n. 4, p. 901-910, 1988.

CARREGAL, R. D. Níveis de lisina em dietas de coelhos em crescimento, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p. 413 – 415.

CHAMPE, P.; HARVEY, R. **Bioquímica Ilustrada**. 2. ed. Editora Artes Médicas, 1977. 446 p.

CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Methionine Requirement of Pigs Between 5 and 20 Kilograms Body Weight. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 1.857-1.863, 1992.

COLE, D. J. A; VAN LUNEN, T. A. Ideal Amino Acid Patterns. In: **Amino Acid in Animal Farm Nutrition**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 91-112.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B. *et al.* Exigência de metionina+cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 3, p. 414-420, 2006.

CUNHA, L. F.; GARCIA, J.; BLAS, H. Biotecnologia na criação do coelho. In: II CONGRESSO IBÉRICO DE CUNICULTURA, 2007, Vila Real. **Procedings...**Vila Real, Trás-os-Montes, Portugal. Junho de 2007. p. 140-150.

De BLAS, J. C.;MATEOS, G. G. Feed Formulation. In: De BLAS, C., WISEMAN, J. (Eds.) **The Nutrition of the Rabbit**. Cambrigde: University Press – CAB International, 343 p., 1998.

DESHMUKH, S. V., PATHAK, N. N. Effects of Age and Dietary Protein and Energy Levels on Dry Matter Intake, Digestibility and Nutritive Value of Feeds in New Zealand White Rabbits. **Journal of Applied Rabbit Reseach,** v. 15, p. 1.263 – 1.269, 1992.

EFSA. The Impact of the Current Housing and Husbandry Systems on the Health and Welfare of Farmed Domestic Rabbits. **The EFSA** Journal v. 267, p. 1-31, 2005.

FARIA FILHO, D. E.;TORRES, K. A. A. Proteína ideal para frangos de corte. **Revista Aveworld.** p. 58- 63, 2007.

FERREIRA, W. M.; SAAD, F. M. O. B.; PEREIRA, R. A. N. [2008] Fundamentos da nutrição de coelhos, 2008. Disponível em: http://www.coelhoecia.com.br/zootecnia/trabalhos.htm. Acesso em 15 jan. 2009.

FRAGA, M. J. BARRENCO, C.; CARABAÑO, R. *et al.* Efecto de los níveis de fibra y proteína del pienso sobre la velocidad de crecimiento y los parámetros digestivos de los conejos. In INIA. **Ser. Producción Animal**, v. 21, p. 91–110, 1984.

FRAGA, M. J. Protein Digestion. In: De BLAS, C., WISEMAN, J. (Eds.). **The Nutrition of the Rabbit.** Cambridge, 1998. p. 39-53.

GARCÍA-PALOMARES J.; CARABAÑO R.; GARCÍA-REBOLLAR. P.; DE BLAS J. C.; CORUJO A.; GARCÍA-RUIZ A. I. Effects of a Dietary Protein Reduction and Enzyme Supplementation on Growth Performance In The Fattening Period. **World Rabbit Science.** v. 14, p. 231-236, 2006.

GARCÍA-RUIZ, A. I. **Rabbit Feeding System:** Assemente of Differents Digestible Units of Nitrogen and Amino Acid in Feedstuffs for Rabbits. Tesis Doctoral, Universidad Polotécnica de Madrid. E. T. S. I. A., 2004.

GARCÍA, J. J. C.; De BLAS, R.; CARABAÑO, GARCÍA, P. Effect of Type of Lucerne Hay on Caecal Fermentation and Nitrogen Contribution Through Caecotrophy in Rabbits. **Reproduction Nutrition and Development** v. 35, p. 267-275, 1995.

GIDENNE, T. Evaluation nyethérmérale des produts de la fermentetion bactériene dans le tube digestif du lapin en croissance. Relations avec la teneur en liguines de la ration. **Annales Zootechnie**, v. 53, n. 2, p. 121-136, 1986.

GILKA, M. A. C. A. [2007] Valor bruto da produção agropecuária paranaense de 2005. **SEAB/DERAL/DEB**, 2007. 84p. Disponível em: <www.pr.gov.br/**seab**/**deral**/ VBP_**2005_GILKA**_FINAL_2303.doc > Acesso em: 24 set. 2009.

GOMES, A. V. C.; CRESPI, M. P. A. L.; COLL, J. F. C.; GONÇALVES, A. S. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 522.

GOMES, A. V. C.; FERREIRA, W. M. Composição química e contribuição nutritiva de cecotrofos de diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1.297-1.301, 1999.

GOMES, A. V. C.; ROCHA, J. C. C.; VIEIRA, A. A.; CRESPI, M. P. A. L. Effect of Particle Size of Coast Cross Hay (Cynodon Dactylon) on Performance and Diet Digestibility in Growing Rabbits. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 7, 2000, Valencia, España. **Proceedings…** Valencia: World Rabbit Congress, 2000. p. 249- 254.

GOMES, A. V. C.; CRESPI, M. P. A. L.; COLL, J. F. C. *et al.*, Desempenho produtivo de coelhos da raça Nova Zelândia Branca submetidos a diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiania. **Anais…** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005]. (CD-ROM).

JACOB, D. V.; PENZ Jr., A. M. Efeito de diferentes níveis de proteína sobre o crescimento de coelhos Nova Zelândia Branco. II. Digestibilidade dos nutrientes das dietas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 21 n. 4 p. 570-4, 1992.

LANA, Rogério de Paula**. Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades).** Viçosa: UFV, 2005. p. 86-87.

LEBAS, F.; COUDERT, P.; DE ROCHAMBEAU, H.; THEBAULT, R. G. **The Rabbit: Husbandry, Health and Production**. FAO: Roma, 1997. 205 p.

LEBAS, F. Nutrient Requeriments of Rabbits. **Cuniculture Science**, v. 5, n. 2, p. 128, 1989.

LEHNINGER, A. L. **Princípios da Bioquímica.** 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.

LIPSTEIN, B; BORSTEIN, S; BARTOV, I. The Replacement of Some of the Soybean Meal by the First-Limiting Amino Acids in Pratical Broiler Diets. 3. Effects of Protein Concentration and Amino Acid Suplementation in Broiler Finisher Diets on Fat Deposition in the Carcass. **British Poultry Science**, v 16, p 627-635, 1975.

MAERTENS, L. Nutrición cunícula: Necesidades y estrategias de alimentación. In: CONGRESO DE CUNICULTURA DE LAS AMERICAS, 1., 1998, Montecillo. **Anais...** México: World Rabbit Science Association, 1998, p. 33.

MATEOS, G. G.; VIDAL, J. P. **Diseño de programas para conejos: aspectos teóricos y formulación práctica.** Cunicultura, v. 21, n. 119, p. 27-42, 1996.

MAERTENS, L.; PEREZ, J. M.; VILLAMIDE, M. *et al.* Nutritive value of raw materials for rabbits. **World Rabbit Science,** v. 10, p. 157-166, 2003.

MOUGHAN, P. J.; SHULZE, W. E.; SMITH, W. C. Amino Acid Requeriments of Growing Meet Rabbit. **Animal Producion.** v. 55, p. 153-162, 1998.

OJEWOLA, G. S.; ABASIEKONG, S. F.; UKO M. U.; AKOMAS, S. Reproductive Performance of Rabbits Fed Graded Levels of Methionine in a Tropical Environment. **Journal of Animal and Veterinary Advances,** v**.** 5, n. 2, p. 118-121, 2006.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F.; DONZELE, J. L. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 216-218.

PARIGI BINI, R.& XICCATO, G. Energy Metabolism and Requirements. In: DE BLAS, C. & WISEMAN, J. (Eds.) **The nutrition of the rabbit**. CAB Publishing, p. 103-31, 1998.

PARR, J. F.; SUMMERS, J. D. The Effect of Minimizing Amino Acid Excesses in Broiler Diets. **Poultry Science**, v. 70, p. 1.540-1.549, 1991.

PENZ Jr., A. M. O conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Congresso Nacional de Zootecnia, 1996, p. 71-84.

PÉREZ, J. M.; LEBAS, F.; GIDENNE, T. European Reference Method for *in vivo* Determination of Diet Digestibility in Rabbits. **World Rabbit Science,** v. 3, p. 41-43, 1995.

PINTO, H. F.; CARREGAL, R. D. Efeito da adição de DL-Metionina na ração de coelhos Selecta, em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 23, n. 5, p. 813-822, 1994.

PRASSAD, R.; KARIM, S. A. Effect of Dietary Energy Levels on Performance and Digestibility Parameters in Pregnancy and in Lactating Rabbit Does Under Tropical Environment**. World Rabbit Science,** v. 6, p. 271-279, 1998.

PROTO, V.; Fisiologia della nutrizione del coniglio com particulare riguardo alla ciecotrofia. **Rivista di Conigliocoltura,** v. 7, p. 15-33, 1976.

RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, J. H. V.; DANTAS, M. O. *et al.* Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 156-161, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. *et al*. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Exigência de lisina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 972-980, 1995.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Exigência de metionina+cistina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 981-991, 1995b.

SAKOMURA, N. K., ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SANTIAGO, G. S.; FERREIRA, W. M.; DIAS, J. C. C. A. *et al.* Características do sistema digestório e composição química do conteúdo cecal de coelhos em crescimento alimentados com dietas suplementadas com enzima. **ARS Veterinaria**, v. 17, n. 1, p. 51-57, 2001.

SANTOMÁ, G.; DE BLAS, J. C.; CARABAÑO, R. *et al.* Nutrition of Rabbits. In: Nothigan Conference, Nothigan. **Prosseding...,** p. 109–138, 1989.

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 Scientiarun Animal Sciences**, n. 26, p**.** 79-86, 2004.

SERRA-MAJEM, L.; RIBAS, L.; NGO, M.; ORTEGA, A. G.; PEREZ-RODRIGO, C.; ARANCETA J. Food Youth and the Mediterranean Diet in Spain. **Public Health Nutrition**, v. 7, n. 7, p. 931–935, 2004.

SPREADBURY, D. A Study of The Protein and Amino Acid Requirements of the Growing New Zeland White Rabbit With Emphasis on Lisine and Sulphur Containing Amino Acids. **British Journal of Nutrition.** v. 39, p. 601-613, 1978.

SUIDA, D. Aminoácidos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas**,** 2001, p. 273-294.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais.** Lavras: UFLA-FAEPE, 1998, 402 p.

VAN HEUGTEN, C.; VAN KEMPEN, T. Methods May Exist to Reduce Nutrient Excretion. **Feedstuffs**, v. 71, n. 17, p. 12-19, 1999.

WHO. Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, Draft for Review and Comments. Nitrates and Nitrites in Drinking-Water. Genebra: WHO, 2004. Disponível em: // www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/nitratesfull.pdf/ Acesso em 23 dez. 2010.

XICCATO, G.; TROCINO, A. **Italy, A System of Integrated Rabbit Production**. Livro de Comunicações do II Congresso Ibérico de Cunicultura, 175-184, 2007.

ZANATO, J. A. F.; LUI1, J. F.; OLIVEIRA, M. C.; NETO, A. C.; JUNQUEIRA, O. M.; MALHEIROS, E. B.; SCAPINELLO, C. Digestibilidade de dietas contendo antibiótico, probiótico e prebiótico para coelhos em crescimento. **Biotemas,** v. 21, n. 4, p. 131-136, 2008.

II - OBJETIVOS GERAIS

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar níveis dos aminoácidos lisina e metionina+cistina na dieta de coelhos da raça Nova Zelândia Branco (NZB) em duas fases fisiológicas (31-50 e 51-70 dias de vida), sobre as características produtivas.

2.1. Objetivos específicos

A) Estimar os níveis de lisina e de metionina+cistina para o desempenho produtivo de coelhos em duas fases de crescimento (31-50 e 51-70 dias de vida);

B) Determinar, por meio do ensaio de Balanço de Nitrogênio, os níveis de lisina e de metionina+cistina que minimizem a excreção de nitrogênio;

C) Estimar o melhor nível de lisina e de metionina+cistina sobre as características de carcaça de coelhos.

D) Estimar a viabilidade econômica e os custos dos tratamentos utilizados nas rações experimentais.

III - Níveis de lisina e de metionina+cistina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco dos 31 aos 50 dias de idade

RESUMO: Foram conduzidos dois experimentos, um ensaio de balanço de nitrogênio (BN) e um ensaio de crescimento, com o objetivo de estudar o efeito de diferentes níveis de lisina e de metionina+cistina (Lis e Met+Cis) para coelhos no período de 31 a 50 dias de idade. Para o ensaio de BN, foram utilizados 75 animais, distribuídos em um delineamento ao acaso, em esquema fatorial 5 x 3 (cinco níveis de Lis: 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,98% *versus* três níveis de Met+Cis: 0,5%; 0,6% e 0,7%), com 15 tratamentos e 5 repetições. O ensaio teve duração de 14 dias, sendo 10 dias de adaptação e quatro dias de coleta de fezes e urina. Foram observados efeitos quadráticos dos níveis crescentes de Met+Cis sobre o nitrogênio excretado na urina (NU), com a menor excreção quando a ração apresentava 0,59% de Met+Cis e dos níveis crescentes de Lis sobre a NU e o nitrogênio retido diariamente (NR), com a menor NU com a ração contendo 0,728% de Lis e a máxima NR, quando a ração apresentava 0,724% de Lis. O aumento dos níveis de Met+Cis nas rações não influenciaram o desempenho dos coelhos até os 50 dias de idade e as características de carcaça. Por outro lado, o peso vivo aos 50 dias de idade, o ganho de peso diário e a conversão alimentar até os 50 dias de idade apresentaram efeito quadrático de acordo com o aumento dos níveis de Lis, com os melhores resultados, com níveis de 0,750%; 0,738%; 0,736% na ração, respectivamente. Com base nestes resultados, recomendam-se níveis de Lis e de Met+Cis de 0,75% e 0,5%, respectivamente, na ração para coelhos dos 31 aos 50 dias de idade.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, carcaça, desempenho, aminoácidos.

III –Lysine and methionine+cystine levels for 31-50-day-old White New Zealand rabbits

ABSTRACT: Two experiments, one assay on nitrogen balance (NB) and another on growth, were undertaken to analyze the effect of different levels of Lysine and Methionine+Cystine (Lys and Met+Cys) on 31-50-day-old rabbits. Seventy-five animals, randomly distributed in 5 x 3 blocks (five levels of Lys: 0.55; 0.65; 0.75; 0.85 and 0.95% versus three levels of Met+Cys: 0.5; 0.6 and 0.7%), with 15 treatments and five repetitions, were employed for NB assay. The assay extended for 14 days, being 10 days of adaptation and four days for feces and urine collection. Quadratic effects of increasing Met+Cys levels were reported for the nitrogen loss in urine (UN), the lowest loss with the diet consisting of 0.59% Met+Cys, and of increasing Lys levels on UN and nitrogen retained daily (RN), with the lowest UN with the diet consisting of 0.728% Lys and maximum RN with diet consisting of 0.724% Lys. Increases in Met+Cys levels in the diets affected neither the performance of rabbits up to 50 days old nor the characteristics of the carcass. On the other hand, live weight at 50 days, daily weight gain and food conversion of rabbits killed at the age of 50 days had a quadratic effect in proportion to the Lys levels. The best results were at levels of 0.75, 0.738 and 0.736% Lys. Lys and Met+Cys levels of 0.75 and 0.5% in the diet are recommended for 31-50-day-old rabbits.

Keywords: nitrogen balance; carcass; performance; amino acids.

Introdução

Assim como outras espécies de animais não ruminantes, os coelhos não têm exigências específicas de proteína, mas de aminoácidos, a partir dos quais as proteínas corporais são sintetizadas (Maertens, 1998). Para a síntese proteica corporal e demais produtos, o coelho requer, simultaneamente, todos os aminoácidos, porém alguns deles não são sintetizados, ou são sintetizados em quantidade insuficiente pelo organismo do animal, sendo definidos como aminoácidos essenciais, devendo ser supridos pela dieta (De Blas & Wiseman, 1998).

As dietas dos coelhos são formuladas, basicamente, com alimentos de origem vegetal, tendo o farelo de soja como a principal fonte de proteína. A adição de volumosos, incluindo gramíneas e leguminosas, representa, aproximadamente, 35% a 40% do volume das rações, e devido às características nutricionais destes ingredientes, existe, normalmente, a necessidade de uma suplementação dos aminoácidos mais limitantes. Scapinello *et al.* (1995a) citam, particularmente, a metionina e, às vezes, lisina e treonina, tanto para animais em crescimento como em reprodução.

Dentre todos os aminoácidos, a lisina é a única que exerce função específica na composição corporal, sendo seu principal papel relacionado à síntese proteica, ou seja, para a deposição da carne (Champe & Harvey, 1997). Em condições normais, a metionina pode ser catabolizada e convertida em cistina, entretanto este processo não é reversível, pois a cistina não pode ser convertida em metionina, e, por isso, torna-se necessário determinar os níveis desses aminoácidos a fim de se atender a esta inter-relação (Barbosa *et al.*, 2002).

As exigências nutricionais de lisina e de metionina+cistina para coelhos em crescimento indicadas na literatura são muito variáveis. Para lisina, os valores variam de 0,5% a 0,85% de inclusão na ração (Gomes *et al.*, 1992; Scapinello *et al.*, 1995a;

Carregal, 1998; De Blas e Mateos, 1998; Lebas, 2004). Para os aminoácidos metionina+cistina, as indicações variam de 0,464% a 0,61% de inclusão na ração (Scapinello *et al.*, 1995b; Pinto & Carregal, 1994; Parigi Bini & Xiccato, 1998; Gomes *et al.*, 2005; Ojewola *et al.*, 2006), o que dificulta os nutricionistas na elaboração de um plano nutricional para cada fase do animal.

A maior parte dos estudos de exigências nutricionais foi conduzida considerando o período total de produção, desde a desmama (31-35 dias) até o abate (60-70 dias), sem considerar que os animais apresentam exigências e velocidade de crescimento diferente, conforme a fase fisiológica, mesmo em período tão curto de vida.

Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de diferentes níveis de lisina e de metionina+cistina nas dietas para coelhos da raça Nova Zelândia Branco (NZB) na fase inicial do crescimento de 31 a 50 dias de idade, por meio de ensaio de balanço de nitrogênio e ensaio de desempenho.

Material e métodos

Os experimentos de balanço de nitrogênio e de crescimento no período de 31 a 50 dias de idade foram conduzidos no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no Estado do Paraná (23°25’S, 51º57’W e em uma altitude de 550 metros), no período de agosto a setembro de 2008. As temperaturas, mínimas e máximas médias, registradas no período experimental foram de 16,5 ± 2,8ºC e 24,9 ± 3,4ºC, respectivamente.

Para o ensaio de balanço de nitrogênio, foram utilizados 75 animais da raça NZB, com 31 dias de idade, alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro automático, comedouro semiautomático e dispositivo para coleta de fezes e urina em separado.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 5x3 (níveis de lisina: 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% e níveis de metionina+cistina: 0,5%; 0,6% e 0,7%).

Todos os animais foram desmamados no mesmo período (31 dias de idade) e posteriormente receberam as rações (Tabela 1) que foram formuladas de acordo com as recomendações de De Blas & Wiseman (1998), calculadas de forma a serem isoenergéticas e isonutritivas, com exceção dos níveis de lisina e metionina+cistina, objeto de estudo. As rações foram peletizadas a seco e o seu fornecimento e o de água foram à vontade.

O experimento teve a duração de 14 dias, sendo 10 dias para adaptação às gaiolas e às dietas e quatro dias para coleta de fezes e urina, seguindo o Método de Referência Europeu para Experimentos de Digestibilidade *in vivo* (EGRAN, 1999). As fezes de cada animal foram coletadas, na sua totalidade, uma vez ao dia, no período da manhã, acondicionada em sacos plásticos e armazenada em *freezer* à temperatura de -10ºC.

Posteriormente, as fezes de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55ºC, durante 72 horas para determinação de pré-secagem. Após a pré-secagem, foram moídas e encaminhadas ao laboratório para quantificação do teor de nitrogênio. O teor de nitrogênio das rações experimentais e das excretas foi obtido pelo Método de Kjeldahl, segundo Silva e Queiroz (2002).

A urina excretada de cada animal foi coletada em recipiente de vidro, contendo 10 mL de solução de HCl: H_2O, 1:1, para evitar proliferação bacteriana e possíveis perdas por volatilização. A determinação da composição química das fezes, urina e das rações foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de

Maringá (LANA-DZO/UEM), segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os valores de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF) e nitrogênio excretado na urina (NU) foram obtidos pela multiplicação dos teores de nitrogênio pelas quantidades de ração consumida, de fezes e de urina excretadas, respectivamente, e, a partir destes valores, foi calculado o N retido (NR = NC - NF - NU).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (1997), da Universidade Federal de Viçosa. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + M_j + LM_{ij} + e_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo k, recebendo a ração com nível i de lisina e j de metionina+cistina; μ = constante geral; L_i = efeito do nível i de lisina, sendo i = 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% de inclusão na ração; M_j = efeito do nível j de metionina+cistina, sendo j = 0,5%; 0,6% e 0,7% de inclusão na ração; LM_{ij} = efeito da interação entre os níveis i de lisina e j de metionina+cistina; e_{ijk} = erro-aleatório associado a cada observação.

Como covariável, foi considerado o peso vivo inicial dos animais aos 31 dias de idade. Os graus de liberdade referentes aos níveis de lisina e de metionina+cistina foram desdobrados em polinômios. No caso das variáveis que apresentaram efeito quadrático, foram feitas as derivações das equações, para obtenção do melhor nível de lisina e de metionina+cistina.

Para o ensaio de desempenho, foram utilizados 180 animais da raça NZB, de 31 a 50 dias de idade, em um delineamento fatorial inteiramente casualizado com quinze

tratamentos (Tabela 1), já descritos no ensaio anterior e doze repetições, com um animal em cada unidade experimental.

Os animais foram pesados no início (31 dias de idade) e no final (50 dias de idade) do experimento, quando foram abatidos e avaliados o ganho de peso, consumo de ração, custo médio da ração, conversão alimentar, o peso e rendimento de carcaça e dos cortes comerciais e relação carne:osso.

Para calcular os custos das rações experimentais, foram utilizados os preços dos insumos da região de Maringá/PR, durante o mês de novembro de 2010: feno capim *coast cross*, R$ 0,37/kg; milho, R$ 0,40/kg; farelo de trigo, R$ 0,43/kg; alfafa, R$ 0,80/kg; farelo de soja, R$ 0,78/kg; glúten 60%, R$ 0,76/kg; óleo de soja, R$ 2,16/kg; calcário, R$ 0,20/kg; sal comum, R$ 0,51/kg; fosfato bicálcico, R$ 1,67/kg; suplemento mineral, R$ 4,25/kg; suplemento vitamínico, R$ 4,25/kg; DL-Metionina, R$ 11,80/kg; L-lisina HCl, R$ 5,80/kg e coccidiostático, R$ 10,75/kg.

Para verificar a viabilidade econômica dos tratamentos utilizados nas rações, foi determinado o custo médio em ração por quilograma de peso vivo durante o período experimental (Y*i*), conforme Bellaver *et al.* (1985):

$$Yi = \frac{Qi \; x \; Pi}{Gi},$$

em que: Y*i* = custo médio em ração por kilograma ganho no *i*-ésimo tratamento; Q*i* = quantidade média de ração consumida na *i*-ésimo tratamento; P*i* = preço médio por kilograma da ração utilizada no *i*-ésimo tratamento; G*i* = ganho médio de peso do *i*-ésimo tratamento.

Os pesos e rendimento das carcaças foram obtidos com as carcaças quentes com cabeça e sem as vísceras comestíveis (coração, fígado e rins) que foram pesadas à parte.

Para a obtenção da relação carne:osso, pesou-se e descarnou-se o membro posterior direito (quartos posteriores), segundo a metodologia descrita por Rao *et al.*, (1978):

$$RCO = \frac{PC}{PO},$$

em que: R*CO* = relação carne:osso; PC = peso da carne (g); PO = peso dos ossos (g).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (1997), da Universidade Federal de Viçosa. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + L_j + M_k + LM_{ij} + e_{ijkl}$$

em que: Y_{ijkl} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo l, alocado no bloco ik, recebendo a ração com nível j de lisina e k de metionina+cistina; μ = constante geral; B_i = efeito do Bloco i, sendo i = 1, 2 e 3 (animais leves, médios e pesados – classe de peso); L_j = efeito do nível j de lisina, sendo j = 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% na ração; M_k = efeito do nível k de metionina+cistina, sendo k = 0,5%; 0,6% e 0,7% na ração; LM_{jk} = efeito da interação entre os níveis j de lisina e k de metionina+cistina; e_{ijkl} = erro-aleatório associado a cada observação.

Como covariável, foi considerado o peso vivo inicial dos animais aos 31 dias de idade. Os graus de liberdade referentes aos níveis de lisina e de metionina+cistina foram desdobrados em polinômios. No caso das variáveis que apresentaram efeito quadrático, foram feitas as derivações das equações, para obtenção do melhor nível de lisina e de metionina+cistina.

A Tabela 1 apresenta a composição percentual e química das rações experimentais para coelhos Nova Zelândia Branco na fase inicial de 31 a 50 dias de idade e seus respectivos custos.

Tabela 1 – Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos na fase inicial (31 a 50 dias)

Níveis de Met+Cis (%)	0,5					0,6					0,7				
Níveis de Lis (%)	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Ingredientes (%)															
Feno Capim *Coast Cross*	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30
Milho Grão	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30
Farelo de Trigo	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Alfafa Peletizada	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57
Soja Farelo 45%	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10
Glúten 60%	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Óleo soja	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Calcário 38%	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Inerte (areia)	0,73	0,60	0,47	0,35	0,22	0,63	0,50	0,37	0,25	0,12	0,53	0,40	0,27	0,14	0,02
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato bicálcico 18%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Min – Coelho[1]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Vit – Coelho[1]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L - Lisina 78%	0,00	0,13	0,26	0,38	0,51	0,00	0,13	0,26	0,38	0,51	0,00	0,13	0,26	0,38	0,51
Coccidiostático[2]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
DL – Metionina 98%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Custo/kg (R$)[5]	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,60	0,61	0,61	0,63	0,64
Valores															
Matéria seca (%)[4]	92,79	91,85	91,88	92,42	92,84	91,88	92,58	92,22	93,03	92,78	91,24	91,98	91,81	93,17	92,68
Proteína (%)[4]	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Fibra bruta (%)[4]	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
FDN (%)[4]	34,41	39,24	43,38	38,94	38,27	36,96	38,27	34,78	38,29	37,22	37,39	38,71	36,40	38,35	38,80
FDA (%)[4]	17,53	19,15	20,01	19,68	19,01	17,70	18,89	17,55	19,68	19,59	17,72	19,36	18,30	19,41	19,40
ED (kcal/kg)[3]	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600
Lis total(%)[3]	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Met+Cis total(%)[3]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo total(%)[4]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cálcio(%)[4]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; antioxidante -20.000 mg. [2]Princípio ativo à base de robenidina (6,6%) [3]Valores calculados de acordo com De Blas & Wiseman (1998).[4]Valores analisados. [5]Valor por kg de produto em real (R$).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para o ensaio de balanço de nitrogênio (BN), no qual foi avaliado o nitrogênio retido (NR), encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias estimadas diárias (g) de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio retido (NR) em coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 31 a 50 dias de idade.

Níveis de Met+Cis (%)	Níveis de Lis (%)						CV (%)
	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95		
	NC (g/dia)					Média	
0,5	3,38	3,20	3,36	3,23	3,10	3,25	
0,6	3,20	3,26	3,17	3,10	3,14	3,17	
0,7	3,22	3,25	3,17	3,44	3,38	3,29	
Média	3,27	3,23	3,23	3,26	3,21		8,9
	NF (g/dia)					Média	
0,5	0,91	0,80	0,82	0,85	0,85	0,85	
0,6	0,85	0,86	0,72	0,88	0,78	0,82	
0,7	0,88	0,88	0,86	0,96	0,91	0,90	
Média	0,88	0,85	0,80	0,90	0,85		15,1
	NU (g/dia)					Média[1]	
0,5	0,69	0,57	0,53	0,58	0,69	0,61	
0,6	0,61	0,53	0,56	0,58	0,62	0,58	
0,7	0,62	0,59	0,54	0,61	0,75	0,62	
Média[2]	0,64	0,56	0,54	0,59	0,69		9,2
	NR (g/dia)					Média	
0,5	1,78	1,82	2,02	1,81	1,57	1,80	
0,6	1,74	1,87	1,89	1,65	1,73	1,78	
0,7	1,71	1,78	1,76	1,87	1,71	1,77	
Média[3]	1,74	1,82	1,89	1,78	1,67		9,5

[1]$Y= 12,3 – 0,0295X + 0,025X^2$, $R^2 = 0,98$, (Met+Cis = 0,59). [2]$Y= 13,255 – 0,027057X + 0,01857X^2$, $R^2 = 0,99$, (Lis = 0,728). [3]$Y= -1,4675 + 0,0362X + 0,025X^2$, $R^2 = 0,94$, (Lis = 0,724).

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para quaisquer das características ligadas ao estudo do balanço de nitrogênio em coelhos no período de 31 a 50 dias de idade, indicando que os níveis de lisina e de metionina+cistina atuaram de maneira independente.

Foram observados efeitos quadráticos (P<0,05) dos níveis crescentes de lisina sobre a quantidade diária de nitrogênio excretado na urina (NU) e sobre o nitrogênio

retido diariamente (NR), estimando com menor NU a ração contendo 0,728% de lisina e o máximo NR quando a ração apresentava 0,724% de lisina.

Os resultados obtidos se aproximam dos encontrados por Gomes *et al.* (1992), que verificaram melhores desempenhos produtivos quando a suplementação de lisina aumentava de 0,55% até 0,85%, porém estes autores trabalharam com nível subótimo de proteínas (13,30% PB) nas dietas.

No entanto, no presente trabalho foi observado efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis crescentes de metionina+cistina sobre o NU, com a menor excreção quando a ração apresentava um nível de 0,59% de inclusão deste aminoácido na dieta, indicando um melhor aproveitamento do aminoácido e consequentemente menor excreção do produto na urina.

O efeito quadrático observado dos níveis de lisina e de metionina+cistina está provavelmente associado com o fornecimento dos níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades animais permitindo assim aumento na eficiência de utilização proteica e maximização do uso dos aminoácidos para síntese proteica, minimizando o seu uso como fonte de energia (Pinto & Carregal, 1994).

Os resultados encontrados neste ensaio (0,59%) aproximam-se dos encontrados por Scapinello *et al.* (1995b), que estimaram uma necessidade de 0,6% de metionina+cistina na dieta, porém estes foram avaliados em dois períodos (35 a 70 e 35 a 90 dias de idade).

Conforme é ajustado o fornecimento dos aminoácidos em proporção adequada à exigência do animal, sua excreção é minimizada, permitindo melhor utilização do nitrogênio, consequentemente melhorando a desempenho produtivo do animal e minimizando a quantidade de excretas que será lançada no meio ambiente.

Os resultados de desempenho de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina e de metionina+cistina, avaliados no período de 31 a 50 dias de idade, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias estimadas do peso vivo aos 50 dias (PV50) e ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e custo das rações de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 31 a 50 dias de idade.

Níveis de Met+Cis %	Níveis de Lis%						CV
	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95		
	PV50 (g)					Média	
0,5	1420	1460	1491	1439	1426	1447	
0,6	1457	1370	1568	1533	1469	1479	
0,7	1497	1544	1487	1437	1460	1485	
Média[1]	1458	1458	1515	1470	1452		8,1
	GPD (g)					Média	
0,5	35,5	35,8	36,2	34,9	32,3	35,0	
0,6	35,7	31,7	39,6	39,1	34,2	36,1	
0,7	32,5	39,6	36,1	34,8	33,8	35,4	
Média[2]	34,6	35,7	37,3	36,3	33,4		9,3
	CRMD (g)					Média	
0,5	103,9	99,8	96,3	105,1	100,0	101,0	
0,6	101,4	95,0	95,2	101,8	99,8	98,6	
0,7	97,2	103,7	99,3	92,4	98,6	98,2	
Média	100,8	99,5	96,9	100,1	99,3		13,0
	CA (g/g)					Média	
0,5	2,9	2,8	2,7	3,0	3,1	2,9	
0,6	2,8	3,0	2,4	2,6	2,9	2,7	
0,7	3,0	2,6	2,8	2,7	2,9	2,8	
Média[3]	2,9	2,8	2,6	2,8	3,0		10,7
	Custo (R$/kg)					Média	
0,5	1,67	1,62	1,57	1,78	1,86	1,70	
0,6	1,65	1,77	1,44	1,59	1,81	1,65	
0,7	1,79	1,60	1,68	1,67	1,87	1,72	
Média	1,70	1,66	1,56	1,67	1,84		8,3

[1] $y= 935,85 + 1,47857X - 0,986X^2$; $R^2= 0,52$, (Lis=0,75). [2] $y= -4,265 + 0,111771X - 0,07571X^2$; $R^2= 0,91$, (Lis = 0,738). [3] $y= 6,545 – 0,010514X + 0,007143X^2$; $R^2= 0,86$, (Lis = 0,736).

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para quaisquer das características de desempenho avaliadas até os 50 dias de idade, assim como o aumento dos níveis de metionina+cistina nas rações não influenciaram (P>0,05) o desempenho dos coelhos até os 50 dias de idade.

Contudo, o peso vivo aos 50 dias de idade, o ganho de peso diário e a conversão alimentar apresentaram efeito quadrático (P<0,05) de acordo com o aumento dos níveis de lisina, com os melhores resultados com níveis de 0,75%; 0,738% e 0,736%, respectivamente.

Champe & Harvey (1997) relatam que a lisina tem sua utilização específica na deposição de proteína corporal. Dessa forma, o efeito quadrático observado dos níveis de lisina neste trabalho, está relacionado com a melhora do perfil aminoacídico da dieta, permitindo maior absorção, retenção e utilização da proteína, quando estes são fornecidos ao animal conforme a sua exigência, observando, assim, melhor desempenho dos animais (GPD, PV50 e CA).

Resultados semelhantes foram encontrados por Scapinello *et al.* (1995a), que com base nos melhores resultados de conversão alimentar, estimaram que a exigência de lisina, para coelhos de 35 a 70 dias, é de 0,70% na ração. Entretanto, estes autores consideraram uma fase única de crescimento, entre a desmama e o abate. No entanto, Carregal (1998) estimou níveis superiores de lisina para dietas de coelhos em crescimento, obtendo o maior ganho de peso diário, quando os animais foram alimentados com 0,76% de lisina.

Sakomura & Rostagno (2007) descrevem que o método dose-resposta é baseado na resposta do animal ao aumento da ingestão de um determinado nutriente. Segundo Euclydes & Rostagno (2001), a adição de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove crescimento do animal até que sua exigência seja atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente, poderá ocorrer uma perda de peso do animal.

Não foram observadas diferenças (P>0,05) no custo de ração por quilo de peso de coelho, entre os tratamentos estudados, porém a relação de custo benefício entre os

tratamentos é, entretanto, flexível. Os valores dos insumos variam continuamente, conforme época do ano (safra e entressafra) e alguns insumos sofrem oscilações decorrentes da cotação do dólar, já que têm sua base proveniente de importação.

Os resultados de rendimento de carcaça, cortes comerciais e relação carne:osso em função dos níveis de lisina e de metionina+cistina, de coelhos abatidos aos 50 dias de idade, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Médias estimadas dos rendimentos de carcaça, quartos posteriores, lombo, membros anteriores, região tóraco-cervical e relação carne:osso de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados aos 50 dias de idade.

Níveis de Met+Cis %	Níveis de Lis %						
	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95		CV
	Rendimento de Carcaça %					Média	
0,5	50,1	50,3	50,1	50,6	49,7	50,2	
0,6	50,8	49,9	50,8	49,8	51,7	50,6	
0,7	50,1	50,6	51,0	48,6	50,7	50,2	
Média	50,3	50,2	50,6	49,6	50,7		3,7
	Rendimento dos Quartos Posteriores %					Média	
0,5	33,1	33,9	33,9	33,1	33,1	33,4	
0,6	33,6	33,7	34,0	32,9	33,4	33,5	
0,7	33,9	33,0	33,0	33,2	30,6	32,7	
Média	33,5	33,5	33,6	33,1	32,4		5,5
	Rendimento de Lombo %					Média	
0,5	22,3	21,6	21,1	22,0	21,5	21,7	
0,6	21,2	20,6	20,7	21,6	21,6	21,1	
0,7	20,5	22,0	21,9	21,1	21,6	21,4	
Média	21,3	21,4	21,2	21,6	21,6		5,3
	Rendimento dos Membros Anteriores %					Média	
0,5	12,2	12,3	12,6	12,3	12,2	12,3	
0,6	12,2	12,3	12,3	11,8	12,5	12,2	
0,7	12,3	12,0	11,8	11,7	12,0	12,0	
Média	12,2	12,2	12,2	12,0	12,2		3,7
	Rendimento da Região Tóraco-cervical %					Média	
0,5	21,9	21,4	21,4	21,6	21,6	21,6	
0,6	22,0	21,7	22,0	23,1	21,4	22,0	
0,7	22,3	22,0	21,8	22,1	21,7	22,0	
Média	22,1	21,7	21,7	22,2	21,6		4,2
	Relação Carne:Osso					Média	
0,5	2,81	2,93	2,82	3,12	2,87	2,91	
0,6	3,21	2,98	2,89	3,11	2,85	3,01	
0,7	2,54	2,65	2,89	2,98	3,1	2,83	
Média	2,85	2,85	2,86	3,07	2,94		5,7

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para as características de carcaça avaliadas de coelhos abatidos aos 50 dias de idade.

Da mesma forma, não foram observados efeitos (P>0,05) dos níveis de lisina sobre os rendimentos de carcaça de coelhos abatidos aos 50 dias de idade (Tabela 4). Portanto, os resultados obtidos sugerem que o menor nível estudado (0,55%) é suficiente para atender ao desempenho dos animais. Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Scapinello *et al.* (1995a), em que demonstraram que, para a fase de 35 a 90 dias de idade, o menor nível de lisina, de 0,50% na ração, atendeu às exigências dos animais.

Para o aminoácido metionina+cistina não se observou influência isolada (P>0,05) dos níveis nas rações para os rendimentos de carcaça de coelhos abatidos aos 50 dias de idade, sugerindo que não há diferenças entre os tratamentos utilizados (0,5; 0,6% e 0,7% de inclusão na ração) ou que as diferenças não foram suficientes para afetarem o desempenho, indicando que o menor nível do aminoácido utilizado (0,5%) atende às exigências dos coelhos nesta idade.

Estes resultados concordam com os encontrados por Parigi Bini & Xiccato (1998), que indicam 0,50% de metionina+cistina nas rações de coelhos em crescimento. Contudo, diferem de Ojewola *et al.* (2006), que concluíram que o nível ideal de metionina não deve ultrapassar 0,61%, e que valores acima de 0,71% são prejudiciais aos animais.

Da mesma maneira, não foram observadas diferenças (P>0,05) entre os tratamentos para a relação carne:osso, sugerindo que o depósito de proteína muscular manteve-se constante em todos os tratamentos propostos.

Comparando os resultados do ensaio de balanço de nitrogênio com o ensaio de desempenho, pode-se observar que os níveis de lisina (0,728% e 0,75%) e de metionina+cistina (0,59% e 0,5%), respectivamente, estimados para ambas as variáveis, são muito próximos, sugerindo que até este nível os animais aproveitam de forma eficiente os aminoácidos presentes na dieta e, a partir deste ponto, os coelhos não apresentam maior crescimento ocorrendo perda do nitrogênio ingerido em excesso, podendo acarretar inclusive perdas no desempenho animal.

Esta piora pode ser explicada pela diminuição da retenção de nitrogênio pelos coelhos, assim, aumentando a excreção deste produto no meio ambiente, e aproveitando em menor quantidade a proteína que foi fornecida na dieta do animal. Desta forma, o nível de proteína bruta utilizado nas dietas, de 17%, pode ser reduzido, diminuindo a excreção dos aminoácidos em excesso recebidos na dieta, melhorando a eficiência e o aproveitamento da proteína fornecida, consequentemente, resultando em melhor desempenho produtivo do animal.

Embora os níveis dos aminoácidos obtidos tenham sido diferentes à de alguns trabalhos citados, estão, provavelmente, relacionadas ao estágio fisiológico dos animais, bem como seu fator genético.

Moreira (1998), trabalhando com nutrição de suínos, descreve que as possíveis diferenças existentes nas recomendações encontradas nos experimentos e nos valores da literatura provavelmente estão ligadas às diferenças, tanto em termos de proteína e energia, bem como no potencial genético para deposição de carne dos animais.

Conclusões

Com base nos resultados do ensaio de balanço de nitrogênio e nos dados de desempenho de coelhos entre a desmama e os 50 dias de idade, as recomendações de lisina e metionina+cistina são de 0,75% e 0,5% de inclusão na ração, respectivamente.

Literatura citada

BARBOSA, M. J. B.; JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O. *et al.* Exigência de lisina e metionina+cistina digestíveis para frangos de corte na fase final. **Acta Scientiarum**. v. 24, n. 4, p. 1.001-1.006, 2002.

BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Rio de Janeiro, v. 20, n. 8, p. 969-74, 1985.

CARREGAL, R. D. Níveis de lisina em dietas de coelhos em crescimento, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 413-415.

CHAMPE, P.; HARVEY, R. **Bioquímica Ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1977. 446p.

De BLAS, C.; WISEMAN, J. **The Nutrition of the Rabbit**. Cambridge: CABI Publishing, 1998. 344 p.

EUCLYDES, R. F.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: Ajinomoto Biolatina, 2001. p. 77-88.

EUROPEAN GROUP ON RABBIT NUTRITION - EGRAN. Harmonization in Rabbit Nutrition Research: Recommendations to Analise Some Basic Chemical Components of Feeds and Faeces. In: WORKSHOP OF EGRAM, 1999, Madrid. **Proceedings...** Madrid: European Group on Rabbit Nutrition, 1999. p. 10.

GOMES, A. V. C.; CRESPI, M. P. A. L.; COLL, J. F. C. *et al.* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 522.

GOMES, A. V. C.; CRESPI, M. P. A. L.; COLL, J. F. C. *et al.*, Desempenho produtivo de coelhos da raça Nova Zelândia Branca submetidos a diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais…** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005]. (CD-ROM).

MAERTENS, L. Nutrición cunícula: Necesidades y estrategias de alimentación. In: CONGRESO DE CUNICULTURA DE LAS AMERICAS, 1, 1998, Montecillo. **Anais...** México: World Rabbit Science Association, 1998. p. 33.

MAERTENS, L.; PEREZ, J. M.; VILLAMIDE, M. *et al.* Nutritive Value of Raw Materials for Rabbits. EGRAN TABLES, 2002. **World Rabbit Science,** v. 10, p. 157-166, 2003.

MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos de suínos geneticamente melhorados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2, 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 1998. p. 177-183.

OJEWOLA, G. S.; ABASIEKONG, S. F.; UKO, M. U. *et al.* Reproductive Performance of Rabbits Fed Graded Levels of Methionine in a Tropical Environment. **Journal of Animal and Veterinary Advances,** v**.** 5, n. 2, p. 118-121, 2006.

PARIGI-BINI, R.; XICCATO, G. Energy Metabolim and Requirements. In: De BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed.). **The Nutrition of the Rabbit.** Wallingford: CABI Publishing, 1998. p. 103-131.

PINTO, H. F.; CARREGAL, R. D. Efeito da adição de DL-Metionina na ração de coelhos Selecta, em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 23, n. 5, p. 813-822, 1994.

RAO, D. R.; CHEN, C. P.; SUNKI, G. R. *et al.* Effect of Weaning and Slaughter Ages on Rabbit Meat Production. II. Carcass Quality and Composition. **Journal Animimal Science.** v. 46, p. 578-583, 1978.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Exigência de lisina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 972-980, 1995 a.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Exigência de metionina+cistina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 981-991, 1995b.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; REGAZZI, A. J. *et al.* Níveis de proteína bruta e de energia digestível em dietas para coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 992-1.000, 1995c.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG.** Versão 5.0, Viçosa, MG, 1997. 142 p.

IV – Níveis de lisina e metionina+cistina para coelhos da raça nova Zelândia Branco dos 51 aos 70 dias de idade

RESUMO: Foram conduzidos dois experimentos, um ensaio de balanço de nitrogênio (BN) e um ensaio de crescimento, com o objetivo de estudar o efeito de diferentes níveis de lisina e metionina+cistina (Lis e Met+Cis) para coelhos no período de 51 a 70 dias de idade. Para o ensaio de BN, foram utilizados 75 animais, distribuídos em um delineamento ao acaso, em esquema fatorial 5 x 3 (cinco níveis de Lis: 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,98% *versus* três níveis de Met+Cis: 0,5%; 0,6% e 0,7%), com 15 tratamentos e cinco repetições. O ensaio teve duração de 14 dias, sendo 10 dias de adaptação e quatro dias de coleta de fezes e urina. Foram observados efeitos quadráticos dos níveis crescentes de Met+Cis sobre o nitrogênio excretado na urina (NU), com a menor excreção quando a ração apresentava 0,603% de Met+Cis e dos níveis crescentes de Lis sobre o NU e o nitrogênio retido diariamente (NR), com a menor NU com a ração contendo 0,602% de Lis e a máxima NR quando a ração apresentava 0,723% de Lis. Para o ensaio de crescimento, foram utilizados 180 animais no período de 51 a 70 dias de idade, distribuídos em um delineamento em esquema fatorial com as mesmas dietas do ensaio de BN, com 12 repetições. Foram observados apenas efeitos quadráticos dos níveis crescentes de Lis para o peso vivo aos 70 dias de idade, ganho de peso e conversão alimentar no período de 51 a 70 dias de idade com os melhores resultados obtidos quando a ração apresentava 0,74%; 0,732%; 0,734% de Lis, respectivamente. Os resultados permitem concluir que os níveis mais adequados de Lis e Met+Cis nas rações para coelhos no período de 51 a 70 dias de idade foram de 0,74% e 0,5%, respectivamente.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, carcaça, desempenho, aminoácidos

IV – Lysine and methionine+cystine levels for 51-70-day-old white new Zealand rabbits

ABSTRACT: Two experiments, one assay on nitrogen balance (NB) and another on growth, were undertaken to analyze the effect of different levels of Lysine and Methionine+Cystine (Lys and Met+Cys) on 51-70-day-old rabbits. Seventy-five animals, randomly distributed in 5 x 3 blocks (five levels of Lys: 0.55; 0.65; 0.75; 0.85 and 0.95% versus three levels of Met+Cys: 0.5; 0.6 and 0.7%), with 15 treatments and 5 repetitions, were employed for NB assay. The assay extended for 14 days, comprising 10 days of adaptation and 4 days for feces and urine collection. Quadratic effects of increasing Met+Cys levels were reported on the nitrogen loss in urine (UN), the lowest loss occurring when diet consisted of 0.603% Met+Cys, and of increasing Lys levels on UN and nitrogen retained daily (RN), with the lowest RN with diet of 0.602% Lys and maximum RN with diet of 0.723% Lys. The growth assay consisted of 180 51-70-year-old animals distributed in a randomized block with factorial scheme featuring the same diets as those of NB and with 12 repetitions. Quadratic effects were found only with increasing Lys levels for live weight of 70-day-old animals, weight gain and food conversion in 51-70-day-old animals, with the best results when the diet consisted of 0.740; 0.732 and 0.734% Lys. The results show that the most adequate Lys and Met+Cys levels on the diet for 51-70-year-old rabbits were 0.74 and 0.5%, respectively.

Keywords: Nitrogen balance; carcass; performance; amino acids.

Introdução

Os níveis recomendados de aminoácidos nas dietas são em virtude das elevadas necessidades de alguns aminoácidos essenciais, devido a sua deficiência na matéria-prima das rações para coelhos, em geral formada em grande parte de forragens, permitindo, assim, uma melhora na taxa de crescimento e conversão alimentar. Por outro lado, estes níveis encontram-se algumas vezes acima das exigências dos animais, aumentando os custos da ração e gerando desperdícios de aminoácidos não limitantes.

Alguns trabalhos demonstram que a exigência aminoacídica para coelhos pode ser diferenciada conforme a fase fisiológica em que o animal se encontra. Gomes *et al.* (1992), que trabalharam com dieta com nível subótimo de proteínas (13,30% PB), verificaram tendência de melhores desempenhos produtivos quando a suplementação de lisina aumentava de 0,55% até 0,85%. Scapinello *et al.* (1995a), com base nos melhores resultados de conversão alimentar, estimaram que a exigência de lisina, para coelhos de 35 a 70 dias, é de 0,70% na ração, porém no período total do experimento, de 35 a 90 dias de idade, o menor nível de lisina estudado, de 0,50% na ração, atendeu às exigências dos animais.

Ao relatarem seus estudos de necessidades de metionina com coelhos da linhagem Selecta, Pinto & Carregal (1994) atribuíram valor de 0,52%. Com base nos melhores resultados de desempenho dos coelhos de 35 a 70 dias e de 35 a 90 dias de idade, a exigência média de metionina+cistina na ração obtida foi de 0,60% para ambas as fases de crescimento (Scapinello, 1995b).

Outra questão que também foi observada em trabalhos de exigências nutricionais para coelhos é que a maior parte dos estudos executada considera o período total de produção, desde a desmama (31 dias) até o abate (70 dias), não considerando que os

animais podem ter variações de exigências destes aminoácidos conforme a sua fase de vida.

A literatura demonstra que há grande variação nos resultados finais dos trabalhos conforme a idade ou a fase fisiológica que o animal se encontra, além da maioria das tabelas existentes nos direcionarem a um nível de recomendação nutricional, em que seus experimentos normalmente foram realizados em continentes frios, bem diferentes de nossa realidade tropical (NRC, 1977; Lebas, 1989; García *et al.*, 1992; Motta Ferreira *et al.*, 1996; Fernández & Fraga, 1996; De Blas & Wiseman, 1998), o que dificulta a elaboração de dietas com níveis nutricionais condizentes à realidade de nossos animais.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito de diferentes níveis de lisina e de metionina+cistina sobre o balanço de nitrogênio e o ensaio de desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branco (NZB) na fase de 51 a 70 dias de idade.

Material e métodos

Os experimentos de balanço de nitrogênio (BN) e de crescimento no período de 51 a 70 dias de idade foram conduzidos no Setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no Estado do Paraná (23°25’S, 51º57’W e em uma altitude de 550 metros), no período de novembro a dezembro de 2008. As temperaturas, mínimas e máximas médias, registradas no período experimental foram de 17,3±3,1ºC e 28,5±4,4ºC, respectivamente.

Para ambos os experimentos foram formuladas 15 rações com cinco níveis de lisina e três níveis de metionia+cistina. As rações (Tabela 1) foram formuladas de acordo com as recomendações de De Blas & Wiseman (1998), calculadas de forma a

serem isoenergéticas e isonutritivas, com exceção dos níveis de lisina e de metionina+cistina, objeto de estudo. As rações foram peletizadas a seco e o seu fornecimento e o de água foram à vontade.

Para o ensaio de BN, foram utilizados 75 animais da raça NZB, com 51 dias de idade, alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, providas de bebedouro automático, comedouro semiautomático e dispositivo para coleta de fezes e urina.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 5x3 (níveis de lisina: 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% e níveis de metionina+cistina: 0,5%; 0,6% e 0,7%).

Todos os animais foram desmamados no mesmo período (31 dias de idade) e posteriormente receberam uma mesma ração até os 50 dias de idade, sendo esta idade o início do experimento.

O experimento teve a duração de 14 dias, sendo 10 dias para adaptação às gaiolas e às dietas e quatro dias para coleta de fezes e urina, seguindo o Método de Referência Europeu para Experimentos de Digestibilidade *in vivo* (EGRAN, 1995). As fezes de cada animal foram coletadas, na sua totalidade, uma vez ao dia, no período da manhã, acondicionada em sacos plásticos e armazenada em *freezer* à temperatura de -10ºC.

Posteriormente, as fezes de cada animal foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55ºC, durante 72 horas para determinação de pré-secagem. Após a pré-secagem, foram moídas e encaminhadas ao laboratório para quantificação do teor de nitrogênio. O teor de nitrogênio das rações experimentais e das excretas foi obtido pelo Método de Kjeldahl, segundo Silva e Queiroz (2002).

A urina excretada de cada animal foi coletada em recipiente de vidro, contendo 10 mL de solução de HCl: H_2O, 1:1, para evitar proliferação bacteriana e possíveis perdas por volatilização. A determinação da composição química das fezes, urina e das rações foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-DZO/UEM), segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os valores de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF) e excretado na urina (NU) foram obtidos pela multiplicação dos teores de nitrogênio pelas quantidades de ração consumida, de fezes e de urina excretadas, respectivamente, e, a partir destes valores, foi calculado o N retido (NR = NC - NF - NU).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (1993), da Universidade Federal de Viçosa. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + M_j + LM_{ij} + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo k, recebendo a ração com nível i de lisina e j de metionina+cistina; μ = constante geral;

L_i = efeito do nível i de lisina, sendo i = 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% de inclusão na ração; M_j = efeito do nível j de metionina+cistina, sendo j = 0,5%; 0,6% e 0,7% de inclusão na ração; LM_{ij} = efeito da interação entre os níveis i de lisina e j de metionina+cistina; e_{ijk} = erro-aleatório associado a cada observação.

Como covariável, foi considerado o peso vivo inicial dos animais aos 51 dias de idade. Os graus de liberdade referentes aos níveis de lisina e de metionina+cistina foram desdobrados em polinômios. No caso das variáveis que apresentaram efeito quadrático,

foram feitas as derivações das equações, para obtenção do melhor nível de lisina e de metionina+cistina.

Para o ensaio de desempenho, foram utilizados 180 animais da raça NZB, dos 51 aos 70 dias de idade, em um delineamento fatorial inteiramente casualizado com 15 tratamentos (Tabela 1), já descritos no ensaio anterior, e 12 repetições, com um animal em cada unidade experimental. Todos os animais utilizados no experimento, até os 50 dias de idade, receberam rações com a mesma composição nutricional, evitando assim efeito residual do tratamento utilizado.

Os animais foram pesados no início (51 dias de idade) e no final (70 dias de idade) do experimento, quando foram abatidos e avaliados o ganho de peso, consumo de ração, custo médio da ração, conversão alimentar, peso e rendimento de carcaça e dos cortes comerciais e relação carne:osso.

Para calcular os custos das rações experimentais, foram utilizados os preços dos insumos da região de Maringá/PR, durante o mês de novembro de 2010: feno capim *coast cross*, R$ 0,37/kg; milho, R$ 0,40/kg; farelo de trigo, R$ 0,43/kg; alfafa, R$ 0,80/kg; farelo de soja, R$ 0,78/kg; glúten 60%, R$ 0,76/kg; óleo de soja, R$ 2,16/kg; calcário, R $0,20/kg; sal comum, R$ 0,51/kg; fosfato bicálcico, R$ 1,67/kg; suplemento mineral, R$ 4,25/kg; suplemento vitamínico, R$ 4,25/kg; DL-Metionina, R$ 11,80/kg; L-lisina HCl, R$ 5,80/kg e coccidiostático, R$ 10,75/kg.

Para verificar a viabilidade econômica dos tratamentos utilizados nas rações, foi determinado o custo médio em ração por quilograma de peso vivo durante o período experimental (Y*i*) conforme Bellaver *et al.* (1985):

$$Yi = \frac{Qi \; x \; Pi}{Gi},$$

em que : Yi = custo médio em ração por kilograma ganho no i-ésimo tratamento; Q*i* = quantidade média de ração consumida na *i*-ésimo tratamento; P*i* = preço médio por

kilograma da ração utilizada no *i*-ésimo tratamento; G*i* = ganho médio de peso do *i*-ésimo tratamento.

Os pesos e rendimento das carcaças foram obtidos com as carcaças quentes com cabeça e sem as vísceras comestíveis (coração, fígado e rins) que foram pesadas à parte.

Para a obtenção da relação carne:osso, pesou-se e descarnou-se o membro posterior direito (quartos posteriores), segundo a metodologia descrita por Rao *et al.* (1978):

$$RCO = \frac{PC}{PO},$$

em que: R*CO* = relação carne:osso; PC = peso da carne (g); PO = peso dos ossos (g).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (1993), da Universidade Federal de Viçosa. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + L_j + M_k + LM_{ij} + e_{ijkl}$$

em que: Y_{ijkl} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo l, alocado no bloco ik, recebendo a ração com nível j de lisina e k de metionina+cistina; μ= constante geral; B_i = efeito do Bloco i, sendo i = 1, 2 e 3 (classe de peso - animais leves, médios e pesados); L_j = efeito do nível j de lisina, sendo j = 0,55%; 0,65%; 0,75%; 0,85% e 0,95% na ração; M_k = efeito do nível k de metionina+cistina, sendo k = 0,5%; 0,6% e 0,7% na ração; LM_{jk} = efeito da interação entre os níveis j de lisina e k de metionina+cistina; e_{ijkl} = erro-aleatório associado a cada observação.

Como covariável, foi considerado o peso vivo inicial dos animais aos 51 dias de idade. Os graus de liberdade referentes aos níveis de lisina e de metionina+cistina foram desdobrados em polinômios. No caso das variáveis que apresentaram efeito quadrático,

foram feitas as derivações das equações, para obtenção do melhor nível de lisina e de metionina+cistina.

A Tabela 1 apresenta a composição percentual e química das rações experimentais para coelhos Nova Zelândia Branco na fase de 51 a 70 dias de idade e seus respectivos custos.

Tabela 1 – Composição percentual e química das rações experimentais para coelhos na fase de 51 a 70 dias de idade.

Níveis de Met+Cis (%)	0,5					0,6					0,7				
Níveis de Lis (%)	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Ingredientes (%)															
Feno Capim *Coast Cross*	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30
Milho Grão	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30
Farelo de Trigo	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Alfafa Peletizada	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57	19,57
Soja Farelo 45%	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10	5,10
Glúten 60%	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Óleo soja	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Calcário 38%	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Inerte (areia)	0,73	0,60	0,47	0,35	0,22	0,63	0,50	0,37	0,25	0,12	0,53	0,40	0,27	0,14	0,02
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato bicálcico 18%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Min – Coelho[1]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Vit – Coelho[1]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L - Lisina 78%	0,00	0,13	0,26	0,38	0,51	0,00	0,13	0,26	0,38	0,51	0,00	0,13	0,26	0,38	0,51
Coccidiostático[2]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
DL – Metionina 98%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Custo/kg (R$)[5]	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,60	0,61	0,61	0,63	0,64
Valores															
Matéria seca (%)[4]	92,79	91,85	91,88	92,42	92,84	91,88	92,58	92,22	93,03	92,78	91,24	91,98	91,81	93,17	92,68
Proteína (%)[4]	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Fibra bruta (%)[4]	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
FDN (%)[4]	34,41	39,24	43,38	38,94	38,27	36,96	38,27	34,78	38,29	37,22	37,39	38,71	36,40	38,35	38,80
FDA (%)[4]	17,53	19,15	20,01	19,68	19,01	17,70	18,89	17,55	19,68	19,59	17,72	19,36	18,30	19,41	19,40
ED (kcal/kg)[3]	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600
Lis total(%)[3]	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Met+Cis total(%)[3]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo total (%)[4]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cálcio(%)[4]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; antioxidante -20.000 mg. [2]Princípio ativo à base de robenidina (6,6%) [3]Valores calculados de acordo com De Blas & Wiseman (1998).[4]Valores analisados. [5]Valor por kg de produto em real (R$).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para o ensaio de balanço de nitrogênio (BN), de acordo com os níveis crescentes de lisina e de metionina+cistina, para coelhos no período de 51 a 70 dias de idade, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias diárias (g) de nitrogênio consumido (NC), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio retido (NR) em coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 50 a 70 dias de idade.

Níveis de Met+Cis (%)	Níveis de Lis (%)						CV (%)
	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95		
	NC (g/dia)					Média	
0,5	3,74	3,53	4,06	4,03	3,46	3,76	
0,6	3,60	3,63	3,90	3,73	3,46	3,66	
0,7	3,68	3,70	3,95	3,90	3,62	3,76	
Média	3,68	3,62	3,97	3,89	3,50		12,2
	NF (g/dia)					Média	
0,5	0,98	0,93	1,04	1,07	0,91	0,99	
0,6	0,96	0,94	0,98	0,99	0,98	0,98	
0,7	0,94	0,96	1,01	1,06	0,86	0,96	
Média	0,96	0,94	1,01	1,04	0,91		13,5
	NU (g/dia)					Média[1]	
0,5	0,85	0,86	0,82	0,96	0,91	0,88	
0,6	0,77	0,66	0,72	0,86	0,72	0,75	
0,7	0,85	0,70	0,86	0,93	0,99	0,86	
Média[2]	0,82	0,74	0,8	0,91	0,88		22,1
	NR (g/dia)					Média	
0,5	1,92	1,74	2,21	2,00	1,63	1,90	
0,6	1,87	2,03	2,21	1,87	1,76	1,95	
0,7	1,89	2,00	2,10	1,90	1,76	1,92	
Média[3]	1,89	1,92	2,16	1,90	1,71		15,9

[1] $y=32,0–0,0905X+0,000075X^2$ R2=0,99, (Met+Cis=0,603). [2] $y= 7,2425 – 0,0077429X + 0,0000064285X^2$ R2= 0,56, (Lis=0,602). [3] $y= -9,1575 + 0,060914X - 0,00004214X^2$ R2= 0,76, (Lis=0,723).

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para quaisquer das características ligadas ao estudo do balanço de nitrogênio em coelhos no período de 51 a 70 dias de idade, indicando que os níveis de lisina e de metionina+cistina atuaram de forma independente sobre o ensaio de balanço de nitrogênio dos animais.

Foram observados efeitos quadráticos (P<0,05) dos níveis crescentes de lisina sobre a excreção diária do nitrogênio na urina (NU) e o nitrogênio retido diariamente (NR), com o menor NU com a ração contendo 0,602% de lisina e a máxima NR, quando a ração apresentava 0,723% de lisina e dos níveis crescentes de metionina+cistina sobre o NU, com a menor excreção quando a ração apresentava 0,603%.

O efeito quadrático observado dos níveis de lisina e de metionina+cistina está associado ao fornecimento dos níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades animais, permitindo assim aumento na eficiência de utilização proteica e maximização do uso dos aminoácidos para síntese proteica, minimizando o seu uso como fonte de energia (Pinto & Carregal, 1994). Conforme é ajustado o fornecimento dos aminoácidos em proporção adequada à exigência do animal, sua excreção é minimizada, permitindo melhor utilização do nitrogênio, consequentemente melhorando a performance produtiva do animal.

Na Tabela 3, estão apresentados os dados de desempenho dos coelhos, em função dos níveis de lisina e de metionina+cistina, avaliados no período de 51 a 70 dias de idade.

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para quaisquer das características de desempenho em coelhos no período de 50 a 70 dias de idade (Tabela 3), indicando que os níveis de lisina e de metionina+cistina atuaram de forma independente sobre o desempenho dos animais.

No entanto, foram observados efeitos quadráticos (P<0,05) dos níveis crescentes de lisina para o peso vivo aos 70 dias de idade e ganho de peso e conversão alimentar no período de 51 a 70 dias de idade com os melhores resultados obtidos quando a ração apresentava 0,74%; 0,732% e 0,734%, respectivamente.

Tabela 3 – Médias estimadas do peso vivo aos 70 dias (PV70), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) e custo da ração de coelhos da raça NZB em função dos níveis de lisina (Lis) e de metionina+cistina (Met+Cis), avaliados no período de 51 a 70 dias de idade.

Níveis de Met+Cis%	Níveis de Lis %						CV (%)
	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95		
	PV70 (g)					Média	
0,5	2120	2203	2255	2144	2094	2163	
0,6	2123	2214	2242	2265	2146	2198	
0,7	2118	2247	2155	2166	2087	2155	
Média[1]	2120	2221	2217	2192	2109		10,1
	GPD (g)					Média	
0,5	31,9	36,7	36,6	33,0	29,6	33,6	
0,6	32,1	36,0	36,1	35,4	31,3	34,2	
0,7	30,8	37,0	35,7	34,2	30,3	33,6	
Média[2]	31,6	36,6	36,1	34,2	30,4		10,1
	CRD (g)					Média	
0,5	131	125	119	123	124	124	
0,6	127	132	125	137	129	130	
0,7	130	128	133	127	134	132	
Média	133	128	126	129	126		13,3
	CA (g/g)					Média	
0,5	4,1	3,4	3,2	3,7	4,2	3,7	
0,6	3,9	3,7	3,5	3,9	4,1	3,8	
0,7	4,2	3,5	3,7	3,7	4,4	3,9	
Média[3]	4,1	3,5	3,5	3,8	4,2		12,2
	Custo (R$/kg)						
0,5	2,34	1,97	1,91	2,19	2,50	2,18	
0,6	2,29	2,16	2,07	2,36	2,56	2,28	
0,7	2,53	2,11	2,27	2,33	2,83	2,41	
Média	2,39	2,08	2,08	2,29	2,63		15,9

[1]$Y= 702,675 + 4,11686X – 0,0027786X^2$ $R^2 = 0,96$, (Lis= 0,74). [2] $Y= -36,245 + 0,198771X - 0,0001357X^2$ $R^2 = 0,94$, (Lis= 0,732). [3]$Y= 12,3575 – 0,024143X + 0,00001643X^2$ $R^2 = 0,94$, (Lis= 0,734).

Champe & Harvey (1997) relatam que a lisina tem sua utilização específica na deposição de proteína corporal. Dessa forma, o efeito quadrático observado dos níveis de lisina está provavelmente relacionado com a melhora do perfil aminoacídico da dieta, permitindo maior absorção, retenção e utilização da proteína, quando estes são fornecidos ao animal conforme a sua exigência, observando, assim, melhor desempenho dos animais (GPD, PV e CA).

Os resultados encontrados neste trabalho, aproximam-se dos encontrados por Scapinello *et al.* (1995a) em que estimaram que a exigência de lisina é de 0,70% na ração, porém trabalharam com coelhos de 35 a 70 dias. Ferreira & Pereira (2010) descrevem que experimentos com lisina têm demonstrado em coelhos de engorda rendimentos adequados com níveis de 0,75%. No entanto, Gomes *et al.* (1992) verificaram melhores desempenhos produtivos quando a suplementação de lisina aumentava de 0,55% até 0,85%.

Moreira (1998), trabalhando com nutrição de suínos, descreve que as possíveis diferenças existentes nas recomendações encontradas nos experimentos e nos valores da literatura provavelmente estão ligadas às diferenças, tanto em termos de proteína e energia, bem como no potencial genético para deposição de carne dos animais.

O aumento dos níveis de metionina+cistina nas rações não afetaram (P>0,05) o desempenho neste período, sugerindo que o menor nível estudado (0,5%) responde às necessidades dos animais. Contudo, estes resultados diferem dos encontrados por Scapinello *et al.* (1995b), que demonstraram que coelhos entre 35 e 70 dias e 35 e 90 dias de idade necessitam de 0,6% de metionina+cistina na dieta.

Os resultados obtidos para os rendimentos de carcaça (RC) e cortes comerciais de coelhos da raça NZB, abatidos aos 70 dias de idade, em função dos níveis de lisina e de metionina+cistina, encontram-se na Tabela 4.

Não houve interação (P>0,05) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para quaisquer dos parâmetros de rendimento de carcaça e cortes comerciais de coelhos abatidos aos 70 dias de idade. Semelhantemente, o aumento dos níveis de lisina e de metionina+cistina nas rações não afetaram (P>0,05) os rendimentos de carcaça.

Dessa forma, os resultados obtidos sugerem que o menor nível estudado de lisina (0,55% de inclusão na dieta) é suficiente para atender ao desempenho dos

animais. Estes resultados aproximam-se aos encontrados por Scapinello *et al.* (1995a), que, estudando a fase total de produção (35 a 90 dias de idade), indicaram que o menor nível de lisina, de 0,50% na ração, atendeu às exigências dos animais.

Tabela 4 - Médias estimadas dos rendimentos de carcaça, quartos posteriores, lombo, membros anteriores, região tóraco-cervical e relação carne:osso de coelhos abatidos aos 70 dias de idade em função dos níveis de lisina (Lis) e metionina+cistina (Met+Cis), abatidos aos 70 dias de idade.

Níveis de Met+Cis (%)	Níveis de Lis (%)						
	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	Média	CV (%)
	Rendimento de Carcaça %						
0,5	54,0	55,2	54,6	55,2	55,8	55,0	
0,6	55,1	54,9	54,9	54,7	54,6	54,8	
0,7	54,5	54,3	54,9	54,6	53.7	54,4	
Média	54,5	54,8	54,8	54,8	54,7	NS	3,1
	Rendimento dos Quartos Posteriores %						
0,5	33,5	33,7	33,0	32,9	33,2	33,3	
0,6	33,3	33,5	34,0	33,0	33,0	33,4	
0,7	33,7	33,0	33,3	33,4	32,6	33,2	
Média	33,5	33,4	33,4	33,1	32,3		8,2
	Rendimento de Lombo %						
0,5	24,0	23,3	23,5	22,9	23,3	23,4	
0,6	23,7	23,7	23,6	23,8	23,6	23,7	
0,7	23,0	24,3	23,9	23,5	22,6	23,5	
Média	23,6	23,8	23,7	23,4	23,2		6,2
	Rendimento dos Membros Anteriores %						
0,5	11,9	12,2	12,5	12,1	12,0	12,1	
0,6	12,2	12,1	12,7	11,9	12,2	12,3	
0,7	12,4	12,3	12,1	12,0	11,7	12,1	
Média	12,2	12,2	12,4	12,0	12,0		4,9
	Rendimento da Região tóraco-cervical %						
0,5	21,7	21,7	21,5	21,9	22,0	21,8	
0,6	22,1	21,9	21,9	22,1	21,9	22,0	
0,7	22,3	21,8	21,7	22,3	22,6	22,1	
Média	22,0	21,8	21,7	22,1	22,2		7,1
	Relação carne:osso						
0,5	3,98	3,76	3,97	3,65	3,34	3,74	
0,6	2,96	3,56	3,78	3,90	2,78	3,40	
0,7	3,84	2,98	3,89	3,67	2,96	3,47	
Média	3,59	3,43	3,88	3,74	3,02		6,8

Quanto aos aminoácidos metionina+cistina, os resultados sugerem que o menor nível de inclusão utilizado na ração (0,5%) é suficiente para atender às necessidades dos animais. Estes resultados aproximam-se dos encontrados por Pinto & Carregal (1994),

que atribuíram valor de 0,52% de metionina na ração para coelhos dos 35 a 78 dias de idade, e dos resultados encontrados por Gomes *et al.* (2005), que não observaram diferenças entre os tratamentos, indicando como exigência o menor nível estudado, que foi de 0,464%.

Da mesma maneira, não foram observadas diferenças (P>0,05) entre os tratamentos para a relação carne:osso, sugerindo que o depósito de proteína muscular manteve-se constante em todos os tratamentos propostos.

Comparando os resultados de balanço de nitrogênio com o de desempenho, pode-se observar que os níveis de lisina (0,723% e 0,74%) e de metionina+cistina (0,6% e 0,5%), respectivamente, estimados para ambas as variáveis, são próximos, sugerindo que até este nível os animais aproveitam de forma eficiente os aminoácidos presentes na dieta e, a partir deste ponto, os coelhos não apresentam maior crescimento, ocorrendo perda do nitrogênio ingerido em excesso, podendo acarretar inclusive perdas no desempenho animal.

Os resultados encontrados demonstram que, ocorre uma diminuição no nível exigido de lisina para o máximo desempenho dos coelhos de engorda relacionada com o avanço da idade, o que está diretamente ligado ao menor ganho de peso nesta fase final de produção.

Apesar dos dados obtidos não apresentarem diferenças entre consumo e conversão alimentar dos animais nos diferentes tratamentos utilizados, foi observado piora no desempenho, com relação ao peso vivo e ao ganho de peso diário.

Esta piora pode ser explicada pela diminuição da retenção de nitrogênio pelos coelhos, assim, aumentando a excreção deste produto no meio ambiente, e aproveitando em menor quantidade a proteína que foi fornecida na dieta do animal. Desta forma, o nível de proteína bruta utilizado nas dietas, de 17%, pode ser reduzido, diminuindo a

excreção dos aminoácidos em excesso recebidos na dieta, melhorando a eficiência e o aproveitamento da proteína fornecida, consequentemente, resultando em melhor desempenho produtivo do animal.

Conclusões

Com base nos melhores resultados de desempenho dos coelhos no período de 51 a 70 dias de idade, estimou-se que as rações devem apresentar 0,74% de lisina e 0,5% de metionina+cistina.

Literatura citada

De BLAS, C.; WISEMAN, J. **The Nutrition of the Rabbit**. Cambridge: CABI Publishing, 1998. 344 p.

EUROPEAN GROUP ON RABBIT NUTRITION - EGRAN. Harmonization in Rabbit Nutrition Research: Recommendations to Analise Some Basic Chemical Components of Feeds and Faeces. In: WORKSHOP OF EGRAM, 1999, Madrid. **Proceedings...** Madrid: European Group on Rabbit Nutrition, 1999. p. 10.

FERNÁNDEZ, C.; FRAGA, M. J. Effect of Fat Inclusion in Diets for Rabbits on the Efficiency of Digestible Energy and Protein Utilization. **World Rabbit Science**, v. 4, p. 19-23, 1996.

FERREIRA, W. M.; SAAD, F. M. O. B.; PEREIRA, R. A. N. **Fundamento da Nutrição de Coelhos.** Disponível em: <http://www.coelhoecia.com.br /Zootecnia/Recentes%20Avancos%20Energeticos%20e%20Proteicos%20na%20Nutricao% 20de%20Coelhos.pdf> Acesso em 13 fev. 2010.

GÁRCIA, G.; GÁLVEZ, J. F.; AND DE BLAS, J. C. Substituition of Barley Grain by Suggar-beet Pulp in Diets for Finishing Rabbits 1. Effect on Energy and Nitrogen Balance. **Journal of Applied Rabbit Research**. v. 15, p. 1.008-1.016, 1992.

GOMES, A. V. C.; CRESPI, M. P. A. L.; COLL, J. F. C. *et al.* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 522.

GOMES, A. V. C.; CRESPI, M. P. A.L.; COLL, J. F. C. *et al.* In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia, **Anais...**Goiânia, 2005 (recurso eletrônico-CD).

LEBAS, F. Nutrients Requirements of Rabbit. **Cuniculus Science**, v. 5, n. 2, p. 128, 1989.

MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos de suínos geneticamente melhorados. In. SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2, 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 1998. p. 177-183.

MOTTA FERREIRA, W.; FRAGA, M. J.; CARABANÕ, R. Inclusion of Grape Pomace, in Substituition for Lucene Hay, in Diets for Growing Rabbits. **Animal Science,** v. 63, p. 167-174, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrients Requeriment of Rabbits.** Washington: National Academy of Science, 1977. 30 p.

OJEWOLA, G. S.; ABASIEKONG, S. F.; UKO, M. U. *et al.* Reproductive Performance of Rabbits Fed Graded Levels of Methionine in a Tropical Environment. **Journal of Animal And Veterinary Advances,** v**.** 5, n. 2, p. 118-121, 2006.

PINTO, H. F.; CARREGAL, R. D. Efeito da adição de DL-Metionina na ração de coelhos Selecta em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 23, n. 5, p. 813-822, 1994.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Exigência de lisina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 972-980, 1995a.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Exigência de metionina+cistina para coelhos da raça Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 981-991, 1995b.

SCAPINELLO, C.; TAFURI, M. L.; REGAZZI, A. J. *et al.* Níveis de proteína bruta e de energia digestível em dietas para coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 992-1.000, 1995c.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG.** Versão 5.0, Viçosa, MG, 1997. 142 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atuais níveis dos aminoácidos lisina e de metionina+cistina (0,8% e 0,6%, respectivamente) utilizados na nutrição de coelhos para produção de carne na fase de crescimento podem ser podem ser reduzidos sem prejudicar o desempenho produtivo dos animais.

Os dados indicam, com base nas respostas dos ensaios de balanço de nitrogênio, desempenho e rendimento de carcaça, para coelhos entre a desmama e os 50 dias de idade, recomendações de 0,75% e 0,50% de lisina e metionina+cistina, respectivamente, e, para coelhos no período de 51 a 70 dias de idade, as rações devem apresentar 0,74% e 0,5% de lisina e metionina+cistina, respectivamente.

Os resultados permitem concluir que a diferença entre as duas fases de crescimento foi muito pequena, sugerindo que possa ser fornecido aos animais apenas um tipo de dieta nas duas fases de crescimento sem problemas produtivos.

A formulação de rações para coelhos, considerando o adequado fornecimento dos níveis dos aminoácidos lisina e de metionina+cistina para cada fase fisiológica, proporciona a melhor utilização do nitrogênio, consequentemente melhor desempenho dos animais, assim como reduz a excreção de nitrogênio no meio ambiente e reduz custos de produção com a dieta dos animais.

Pesquisas centradas nas respostas produtivas dos animais, bem como nas respostas fisiológicas em trabalhos que avaliem desempenho, e balanço nitrogenado, devem ser mais exploradas futuramente, extrapolando níveis de utilização destes aminoácidos, demonstrando, assim, possivelmente, resultados diferenciados nas fases de crescimento.