

Análise mineral da carne de coelho produzida em Belo Horizonte, Brasil

Mineral analysis of rabbit meat produced in Belo Horizonte, Brazil

AVELAR, Artur Canella¹; FERREIRA, Walter Motta²; MENEZES, Maria Ângela de Barros Correa³

¹Engenheiro, Mestre e Doutorando do Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²Zootecnista, Mestre e Doutor, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³Engenheira Química, Mestre e Doutora, CDTN-CNEN, UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: avelara@ufmg.br

RESUMO

Muitos autores têm chamado atenção para a falta de dados mais abrangentes sobre a composição mineral de produtos usados na alimentação humana e animal. O objetivo com este trabalho foi avaliar a composição mineral da carne de coelho, fonte de proteínas comum na dieta mediterrânea, considerada uma das dietas mais completas e saudáveis do mundo. Noventa e cinco coelhos de 72 dias de vida foram abatidos e seus tecidos *Longissimus dorsi* foram coletados. A técnica nuclear de análise por ativação neutrônica foi empregada no intuito de serem obtidas as concentrações de diversos elementos presentes nas amostras de músculo de coelho usadas na alimentação humana. Uma porção comestível de 100 g apresenta: Cl = $52,2 \pm 13,2$; Cr = $0,118 \pm 0,020$; Cs = $0,0079 \pm 0,0016$; K = 485 ± 65 ; Mg = $39,4 \pm 4,0$; Na = $36,0 \pm 8,0$; Rb = $1,18 \pm 0,17$; Zn = $1,03 \pm 0,19$. Os resultados para a presença de Cs e Rb em músculo de coelhos são inéditos na literatura mundial. Ba, Br, Ce, U e As também foram analisados, e suas concentrações encontravam-se abaixo dos limites de detecção. O conjunto de dados de muitos elementos pode servir de ferramenta na formulação de dieta humana. A carne de coelho é, certamente, uma opção menos calórica, com menos sódio e mais potássio que a carne bovina.

Palavras-chave: ativação neutrônica, macronutrientes, micronutrientes, *Oryctolagus cuniculus*

SUMMARY

Many authors have pointed out that there is a lack of more comprehensive database on mineral composition of ingredients used in man and animal nutrition. The goal with this project was to evaluate the mineral composition of the rabbit meat, which is an usual protein source in the Mediterranean diet, considered one of the most complete and healthy diet in the whole world. Ninety five rabbits with 72 days of life were slaughtered and the *Longissimus dorsi* tissues were collected. Neutron Activation Analysis of each sample was performed to assess the elements content in the rabbit muscle samples. Sample of 100g presented: Cl = 52.2 ± 13.2 ; Cr = 0.118 ± 0.020 ; Cs = 0.0079 ± 0.0016 ; K = 485 ± 65 ; Mg = 39.4 ± 4.0 ; Na = 36.0 ± 8.0 ; Rb = 1.18 ± 0.17 ; Zn = 1.03 ± 0.19 . Results for Cs and Rb are new among studies. Ba, Br, Ce, U e As were also analyzed, and their contents were below of detection limits. Database of several elements is a helpful tool to formulate human diet. Rabbit meat certainly is a low caloric choice, with less sodium and more potassium than beef meat.

Keywords: macronutrients, micronutrients, neutron activation, *Oryctolagus cuniculus*

INTRODUÇÃO

Por muito tempo, a nutrição focou-se quase que exclusivamente nas necessidades de proteína e energia, no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos. Os elementos químicos eram lembrados apenas em casos clínicos como raquitismo, bócio, fluorose, entre outros (LIPPMANN, 1992; WHO, 1996; MORES et al., 1999).

Com o avanço espetacular das tecnologias analíticas, especialmente da Espectrometria de Massa de alta resolução e da Ativação Neutrônica, observa-se o avanço dos estudos dos elementos na nutrição animal e humana (FÁVARO et al., 2000; AVELAR et al., 2002; COMBES, 2004; HERMIDA et al., 2006). Destacam-se trabalhos sobre a composição dos alimentos, a essencialidade de alguns elementos, a toxicidade de outros, metabolismo dos macross elementos como Ca e P e deficiências de diversos elementos (WHO, 1996; AHOLA et al., 2004; HERMIDA et al., 2006).

Impulsionando tais pesquisas, estão a necessidade de se produzir proteínas de alta qualidade para uma população crescente e o aumento da consciência da sociedade para a ingestão de alimentos saudáveis e produzidos de maneira sustentável. As modificações nas técnicas de produção animal, com o uso de alimentos geneticamente modificados e alteração do meio-ambiente por atividades antropogênicas, somam-se às necessidades de se conhecer a composição dos alimentos no intuito de que sejam oferecidos alimentos saudáveis à população (KOLLURU et al., 1996; LOPEZ ALONSO et al., 2000).

Uma classificação bastante conhecida divide os elementos químicos entre essenciais e não essenciais (IYENGAR et al., 1978). Para esses autores, os elementos essenciais presentes no organismo animal são aqueles que apresentam uma ou mais das seguintes características:

1. o organismo não se desenvolve, nem mesmo completa seu ciclo de vida, se o elemento não lhe é fornecido em quantidade suficiente.
2. o elemento não pode ser substituído por nenhum outro elemento.
3. o elemento tem influência direta sobre o organismo e sobre metabolismos relacionados a este.

Os elementos restantes são considerados elementos não essenciais, sendo divididos em duas categorias. A primeira categoria engloba os elementos que ocorrem naturalmente em altas concentrações sobre superfície terrestre, como: Al, Ba, La, Nb, Ti, e Zr. Na segunda categoria dos não essenciais estão os elementos cujos ciclos naturais foram ou são suscetíveis às atividades humanas, modificando suas concentrações, como exemplo: Ag, Be, Cd, Hg, Pb e Sb (IYENGAR et al., 1978).

Para a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1996), os elementos traços são divididos em três grupos, segundo a significância nutricional:

Grupo I- elementos essenciais: Zn, Se, Cu, Mo, Cr, Fe e Co.

Grupo II- elementos provavelmente essenciais: Mn, Si, Ni, Rb, B e V.

Grupo III- elementos potencialmente tóxicos, mas que podem apresentar funções essenciais, quando em baixos teores: F, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li, Ce e Sn.

O coelho é um herbívoro com alta capacidade de conversão alimentar, especialmente por possuir a estratégia nutricional da ingestão dos cecotrofos (cecotrofia). 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% em proteína de origem animal (LEBAS et al., 1997). Além disso, sua carne possui a mesma quantidade de proteína que a bovina (COMBES, 2004) contudo, apresenta quantidades menores de gordura total e energia (Tabela 1), tornando-a especialmente atraente em dietas com

restrição de energia. 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 objetivo com este trabalho foi avaliar a composição mineral da carne de coelho, utilizando-se a técnica de ativação neutrônica no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN, Belo Horizonte-MG).

Tabela 1. Características da carne de coelho (*Longissimus dorsi*) e bovina (*Psoas major*)

Valores e Unidades	Coelho, <i>Longissimus dorsi</i>	Bovino, <i>Psoas major</i>
Umidade [%]	70,8 ± 0,8 ¹ (n=95)	69,0 ± 0,3 (n=20)
Proteína [%]	21,8 ± 0,2 (n=32)	22,0 ± 0,2 (n=20)
Energia Bruta[kcal]	114	166
Gorduras totais [%]	2,32 ± 0,40 (n=30)	7,93 ± 0,39 (n=20)

Fonte: USDA, 2007-exceção umidade carne de coelho, dados do experimento¹

MATERIAIS E MÉTODOS:

Este experimento foi autorizado pela CETEA (Comissão de Ética na Experimentação Animal) da UFMG, protocolo 044/04 aprovado em 03/11/2004. O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal – área de coelhos e animais silvestres do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, entre setembro e outubro de 2005, seguindo princípios éticos de cuidados e do abate dos animais (NRC, 1996). Foram selecionados 95 (noventa e cinco) coelhos – 50 machos e 45 fêmeas – *Oryctolagus cuniculus* Nova Zelândia – variedade branca recém-desmamados. Ao chegarem no laboratório, cada um dos coelhos de 30 dias de vida foi colocado individualmente em uma gaiola de arame galvanizado com dimensões de 60 x 30 x 45 cm (comprimento, largura e altura). Cada gaiola possuía comedouro e bebedouro (tipo chupeta automática) próprios. A distribuição dos animais nas

gaiolas disponíveis foi inteiramente ao acaso. Os coelhos receberam dieta *ad-libitum*, cuja composição respeitava todas as necessidades nutricionais propostas por Lebas et al. (1997), para coelhos em desenvolvimento no período de 30 a 72 dias de vida, cujos valores estão apresentados na Tabela 2.

A média de peso (vivo) dos animais no momento do abate (72º dia de vida) foi de 1.984 ± 210 gramas. Todos animais foram abatidos e suas carcaças foram acondicionadas em freezer e mantidos a -10°C. O músculo *Longissimus dorsi* de cada animal foi retirado e liofilizado no Laboratório de Preparação de Amostras do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN, Belo Horizonte), seguindo instruções do fabricante do sistema liofilizador (LABCONCO, 1996). O músculo de cada um dos 95 animais foi liofilizado individualmente. Foram retiradas e pesadas alíquotas do músculo *Longissimus dorsi* de cada animal, com massa próxima a 0,40 gramas de material liofilizado.

Tabela 2. Composição da dieta experimental para coelhos em desenvolvimento dos 30 dias aos 72 dias

Nutriente	Peso seco
Matéria Seca	88,80
Proteína Bruta	17,02
FDA	17,53
Cálcio	1,33
Fósforo	0,88
Lisina	0,75
Metionina + Cistina	0,55
Energia digestível	2590 kcal

O método analítico escolhido foi a Análise por Ativação Neutrônica, uma técnica multielementar capaz de quantificar grande parte dos elementos com número atômico maior que 8 ($Z > 8$), com apenas uma amostra (FÁVARO et al., 2000). Todas as amostras foram irradiadas na mesa giratória do reator de pesquisas IPR-R1, do tipo TRIGA MARK IPR-R1 no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear de Belo Horizonte, Minas Gerais (CDTN/CNEN), cujas principais características são: potência térmica máxima do reator 100 KW e fluxo médio de nêutrons térmicos para as 40 posições da mesa giratória: $6,69 \cdot 10^{11}$ neutrôns.cm⁻².s⁻¹.

Procedeu-se a irradiação das amostras do músculo de cada animal e da medida das radioatividades da amostra, segundo a metodologia de ativação neutrônica (AVELAR et al., 2002).

As medidas das atividades das radiações gama emitidas pelos diversos radioisótopos, produzidos na irradiação das amostras, foram realizadas com o uso de um espectrômetro de raios gama, constituído por um detector HPGe CANBERRA® modelo GC1020, cápsula de blindagem e eletrônica associada. A resolução desse sistema foi de 0,77 keV para ⁵⁷Co de 122 keV, e 1,63 keV para ⁶⁰Co de 1332 keV. Para a análise dos espectros, foi utilizado o programa Hyperlab®. O cálculo dos teores dos diversos elementos foi realizado

utilizando-se o software kay-Zero/Solcoi® da Universidade de Gent, Bélgica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi usado o pacote estatístico Minitab® para o cálculo das variáveis descritivas, média e desvio-padrão, para as concentrações de cada um dos elementos quantificados nas amostras de *Longissimus dorsi* dos noventa e cinco coelhos do experimento.

A concentração de elementos químicos nos tecidos animais é dependente de variáveis que nem sempre são reportadas nos estudos. São fontes de variação da composição mineral dos tecidos analisados: idade de abate do animal, dieta adotada para o desenvolvimento do animal, corte (músculo) analisado, entre outros. Isso explica, em parte, a variação dos resultados obtidos nos diversos trabalhos revisados e nos dados produzidos (Tabela 3). Dentre todos os elementos quantificados, o potássio foi o mais abundante. O valor encontrado é compatível com a literatura que é de $401,0 \pm 19,5$ mg/100 g (HERMIDA, 2006). Trabalhos recentes reconhecem que a carne de coelho possui concentração de potássio superior àquele apresentado pela carne bovina (COMBES, 2004), contudo não pode ser considerada uma fonte de potássio como são os vegetais, folhas e grãos, que apresentam

teores de K, até 100 vezes superiores aos encontrados em produtos de origem animal (NRC, 1980).

A carne de coelho possui concentração de sódio inferior à da carne bovina, já o teor de magnésio é superior ao encontrado em carne de boi, o que constitui uma vantagem, visto que o Mg participa na obtenção do equilíbrio ácido-base do organismo (NRC, 1980).

A concentração de céσιο encontrada no músculo do coelho é compatível com valores encontrados na literatura, para músculo humano (esquelético) ($0,015 < Ce < 0,34$) em $\mu\text{g.g}^{-1}$ (IYENGAR et al, 1978). Para alguns elementos traços, não existe consenso sobre os valores recomendáveis em uma dieta saudável (LIPPMANN, 1992; WHO, 1996).

Tabela 3. Composição mineral do músculo de coelho *Longissimus dorsi* e músculo bovino *Psoas major* em mg/100 g de tecido fresco (porção comestível)

Elemento	Dados experimentais	Espanha ¹	França ²	EUA ³	EUA ³
K	485 ± 65	401,0 ± 19,5	431,0	378,0	349,0
Cl	52,2 ± 13,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mg	39,4 ± 4,0	27,0 ± 1,2	n.d.	29,0	24,0
Na	36,0 ± 8,0	60,0 ± 3,5	37,0	50,0	60,0
Rb	1,18 ± 0,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zn	1,03 ± 0,19	n.d.	0,69	n.d.	n.d.
Cr	0,12 ± 0,02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cs	0,08 ± 0,02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ba	< 9*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Br	< 0,4*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ce	< 0,1*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
U	< 0,06*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As	< 0,02*	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

¹HERMIDA, 2006 (técnica experimental: espectrometria de massa ICPMS)

²COMBES, 2004 (técnica experimental: absorção atômica)

³FOOD, 2007 (técnica experimental: não informada)

*limite de detecção da técnica para o elemento, n.d. = não disponível.

A técnica permite a identificação e quantificação de diversos elementos tóxicos: As, Ba, Br, Ce e U. Nenhum desses elementos tóxicos foi identificado nas amostras (concentração abaixo do limite de detecção da técnica).

O arsênio é um elemento considerado tóxico, devendo ser evitada qualquer ingestão pelo animal. O valor máximo admissível para o gado de corte é de 50 mg.g^{-1} (NRC, 2000), para que não haja nenhum efeito deletério no animal ou presença de resíduos na carne produzida.

O bário, apenas em suas formas solúveis - é um elemento considerado tóxico, capaz

de causar fraqueza muscular e distúrbios gastrintestinais em casos de ingestão acidental (efeitos agudos). Em caso de ingestão prolongada em níveis de 2 ppm, é capaz de causar elevação da pressão arterial (CONSUMER, 2007).

Os lantanídeos (como o Ce) e os actinídeos (como U) são elementos que apresentam uma ampla faixa de redox e são capazes de formar vários complexos tóxicos, além de apresentarem diversos isótopos radioativos que representam uma grande ameaça à saúde humana e animal (DUFFUS, 2002).

O Rb é encontrado no sangue humano em uma concentração de 3,15 mg/L

(IYENGAR et al., 1978). Esse elemento possui propriedades químicas semelhantes às do potássio (NRC, 1980), porém suas funções metabólicas não são bem conhecidas. O Rb não é considerado um elemento potencialmente tóxico (WHO, 1996).

A técnica de análise por ativação neutrônica mostrou-se uma ferramenta útil para a análise mineral de tecidos liofilizados. A técnica apresentou resultados semelhantes aos obtidos em outros estudos, fornecendo dados que outras técnicas não apresentam, como as concentrações de Cs e Rb, pouco comuns na literatura.

O músculo de coelho é um produto que apresenta menor quantidade de sódio do que o *Psoas major* bovino. As concentrações de potássio e magnésio no músculo de coelho são maiores que os valores reportados para o músculo bovino. Por estas características, o músculo de coelho pode ser recomendado em dietas hiposódicas. O músculo de coelho também é uma fonte adicional de outros elementos, como: cloro, cromo, magnésio e zinco.

Os elementos tóxicos que poderiam ser detectados e quantificados pela técnica de ativação neutrônica, como arsênio, bário, cézio e urânio, não foram encontrados nos músculos *Longissimus dorsi* analisados (respeitando-se os limites de detecção da técnica).

AGRADECIMENTOS

Este projeto conta com apoio do CNPq, através de bolsa de doutorado do autor principal, da CAPES e Fapemig (apoio a projetos relacionados aos laboratórios onde se realizaram o experimento e as análises). Agradecemos ao Professor Dr. Edmundo Benedetti da Escola de Veterinária da FV-UFU, que forneceu o fosfato empregado para a formulação da dieta do experimento, e ao Prof. Dr. Décio Souza Graça (EV-UFMG) que disponibilizou alguns dos ingredientes da formulação.

REFERENCIAS

AHOLA, J.K.; BAKER, D.S.; BURNS, P.D.; MORTIMER, R.G.; ENNS, R.M.; WHITTIER, J.C.; GEARY, T.W.; ENGLE, T.E. Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2375–2383, 2004.

AVELAR, A.C.; VEADO, J.C.C.; MENEZES M.A.B.C. Study of essential elements in cattle tissues from a tropical country using neutron activation analysis. **Food And Nutrition Bulletin**, v.23, p.237-240, 2002.

COMBES, S. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. **INRA Productions Animales**, v.17, n.5, p.373-383, 2004.

CONSUMER factsheet on: barium. EPA United States Environment Protection Agency, 2007. Disponível em: <(http://www.epa.gov/safewater/contaminants/dw_contamfs/barium.html)> Acesso em: 02 jan. 2007.

DUFFUS, J.H. Heavy Metals: a meaningless term? **Pure and Applied Chemistry**, v.74, n.5, p.793-807, 2002.

FÁVARO, D.I.T.; AFONSO, C.; VASCONCELLOS, M.B.A.; COZZOLINO, S.M.F. Determinação de elementos minerais e traços por ativação neutrônica, em refeições servidas no restaurante da Faculdade de Saúde Pública/USP. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 176-182, 2000.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA - Food and Nutrition Information Center. Disponível em: <(http://riley.nal.usda.gov/NDL)>. Acesso em: 04 maio 2007.

HERMIDA M.; GONZALEZ M.;
MIRANDA M.; RODRYGUEZ-OTERO
J.L. Mineral analysis in rabbit meat from
Galicia (NW Spain). **Meat Science**, v.73,
p.635–639, 2006.

IYENGAR, G.V.; KOLLMER, W.E.;
BOWEN, H.J.M. **The elemental
composition of human tissues and body
fluids**: a compilation of values for adults.
New York: Verlag, 1978. 151 p.

KOLLURU, R.V.; BARTELL, S.M.;
PITBLADO, R.M.; STRICOFF, R.S. **Risk
assessment and management handbook
for environmental health and safety
professionals**. New York: McGraw-Hill,
1996. 324 p.

LABCONCO **Instruction manual of
FreeZone® 6 Liter Benchtop, freeze
dry system, model 77520**. EUA:
Labconco Corporation, 1996. 37 p.

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

LIPPMANN, M. **Environmental
Toxicants**: human exposures and their
health effects. Van Nostrand Reinhold,
New York, 1992. 543 p.

LOPEZ ALONSO, M.; BENEDITO, J.L.;
MIRANDA. M.; CASTILLO, C.;
HERNANDEZ, J.; SHORE, R.F. Toxic
and trace elements in liver, kidney and
meat from cattle slaughtered in Galicia
(NW Spain) **Food Additives and
Contaminants**, v.17, n..6, p.447-457,
2000.

MORES, N.; BARBOSA, H.P.;
BARIONI, W.J. Efeito de diferentes
fontes de fósforo na dieta sobre as
características dos ossos de porcas e
suas proles, **Pesquisa Veterinária
Brasileira**, v.19, n. 1, p.1-6, 1999.

NATIONAL RESEARCH
COMMITTEE – NRC. **Mineral
tolerance of domestic animals**
Washington: Library of Congress in
Publication Data, 1980. 577p.

NATIONAL RESEARCH
COUNCIL– NRC. Subcommittee on
Beef Cattle Nutrition: Committee on
Animal Nutrition Board on
Agriculture National Research
Council - **Nutrient Requirements of
Beef Cattle: Seventh Revised
Edition: Update 2000**, USA: NRC,
2000. 248 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL -
NRC. **Guide for the Care and Use of
Laboratory Animals**. National Academy
Press: Washington, D.C., 1996. 128 p.

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.

WORLD HEALTH ORGANIZATION
- WHO. **Trace Elements in Human
Nutrition and Health**,
Geneva:WHO, 1996. 343 p.

Data de recebimento: 10/12/2007
Data de aprovação: 29/04/2008