

Composição elementar do sangue, fígado, tíbia e músculo de láparos de 30 dias *Nova Zelândia variedade branca*

Elemental composition of blood, liver, tibia and muscle of 30 days-aged White New Zealand rabbits

Artur Canella Avelar^[a], Walter Motta Ferreira^[b]



doi: 10.7213/academica.7693 ISSN 0103-989X
Licenciado sob uma Licença Creative Commons

^[a] Engenheiro, DSc, MSc, pós-doutorando da Escola de Veterinária Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: avelara@ufmg.br

^[b] Zootecnista, professor titular do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), DSc, MSc, Escola de Veterinária Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: waltermf@ufmg.br

Resumo

A carne de coelho faz parte da dieta mediterrânea, considerada uma das dietas mais saudáveis do mundo. A produção de coelho para consumo humano tem crescido consideravelmente, em especial na Europa, Oriente Médio e China. Adicionalmente, os coelhos têm sido usados em estudos biológicos em diversas especialidades como a farmacologia, dermatologia, avaliação da toxicidade, nutrição, entre outras. O conhecimento do perfil mineral dos diversos tecidos desse modelo é fundamental para a interpretação apropriada dos resultados de testes biológicos aplicados a esse modelo animal. Neste estudo, foram abatidos dez coelhos (5 machos e 5 fêmeas) de 30 dias de idade. Amostras de sangue, fígado, tíbia e músculo foram coletadas de cada um dos láparos. A técnica nuclear de Análise por Ativação Neutrônica foi utilizada para obter as concentrações de diversos elementos presentes em cada amostra. Os resultados encontrados foram comparados com valores encontrados nos tecidos humanos, uma vez que na literatura não há dados sobre a maioria dos elementos encontrados nos tecidos de coelhos. Vários elementos químicos nos tecidos de coelho e nos tecidos humanos apresentam concentrações muito similares. Destaca-se uma exceção: o baixo teor de zinco observado no tecido muscular dos láparos.

Palavras-chave: Órgãos. Tecidos. Minerais. Dieta mediterrânea. Potássio.

Abstract

Rabbit meat is part of the Mediterranean diet, one of the healthiest diets known. Rabbit production has been raised in the last decade, particularly in Europe, Middle East and China. Additionally, rabbits are used in biological studies in many specialties such as: pharmacology, dermatology, toxicity evaluation, nutrition and so on. The knowledge of the mineral content of many tissues from this model is mandatory for an appropriate

interpretation of results in trials using this animal model. In this study, ten animals - 30 days-aged rabbits were abated (5 males and 5 females). Samples of blood, liver, tibia and muscle were collected from each young rabbit. It was used the nuclear technique Neutron Activation Analysis to assess the concentration of several elements present in each sample. Results obtained were compared to those from human tissues, once there is a lack of information about most of elements present in rabbit tissues. Rabbit and human tissues present very similar elemental concentrations. It is worth noting an exception: the very low Zn concentration in the young rabbit muscle samples.

Keywords: *Organs. Tissues. Minerals. Mediterranean diet. Potassium.*

Introdução

As técnicas analíticas multielementares têm evoluído intensamente nas últimas duas décadas, especialmente a Espectrometria de Massa e a Ativação Neutrônica (AVELAR et al., 2008; AVELAR et al., 2011; IYENGAR et al., 2000; MENEZES; JACIMOVIC, 2006; OLIVEIRA et al., 2006), o que tem beneficiado os estudos de vários minerais na saúde humana e animal.

A Análise por Ativação Neutrônica (AAN) foi empregada neste estudo. A maioria dos elementos com número atômico maior que oito é potencialmente determinada utilizando-se a Análise por Ativação Neutrônica. Tal análise ocorre de forma simultânea para os diversos elementos, o que a torna vantajosa seja pelos custos e pelo tempo de espera envolvidos (PARRY, 2003).

O estudo multielementar dos tecidos e órgãos é um instrumento na avaliação da saúde do animal, no estabelecimento de relações entre carência ou intoxicação e o aparecimento de sintomas clínicos e sub-clínicos, na formulação de dietas que satisfaçam as exigências nutricionais, no controle de qualidade dos produtos de origem animal, e na garantia da saúde do consumidor: somente um animal saudável poderá tornar-se uma fonte eficiente e segura de nutrientes para o homem (AVELAR et al., 2008; IYENGAR et al., 2000).

De forma particular, o estudo dos tecidos de coelhos é de grande utilidade para pesquisadores que adotam a espécie como modelo biológico em diversos estudos nas áreas de farmacologia, dermatologia, avaliação de toxicidade, nutrição, dentre outras.

O coelho é um herbívoro com alta capacidade de conversão alimentar, especialmente por possuir a estratégia nutricional da ingestão dos cecótrofos –

as fezes moles de elevada presença bacteriana produzidas pelo coelho – fenômeno chamado de cecotrofia (CHEEKE, 1987).

Em sistemas eficientes de produção, o coelho consegue, por meio da ingesta dos cecótrofos, converter 20% das proteínas que ingere em proteína de origem animal (parte comestível) para consumo humano, ao passo que alguns ruminantes conseguem converter até 12% (LEBAS et al., 1997).

O consumo da carne de coelho está presente historicamente em diversas culturas, fazendo parte também da dieta mediterrânea, considerada uma das dietas mais completas e saudáveis. A população que a consome apresenta elevada quantidade de HDL. Acredita-se que a maior longevidade dessas populações está relacionada ao consumo dessa dieta, bastante popular nos países banhados pelo Mar Mediterrâneo (daí seu nome): Sul da Europa, Norte da África e Oriente Médio (SERRA-MAJEM et al., 2004). A maioria das fontes de proteínas, vitaminas e minerais presentes na Dieta Mediterrânea possuem uma menor densidade de energia bruta por porção alimentar (kcal/100 g de alimento) que dietas humanas mais simplificadas e de menor custo (DARMON et al., 2004).

O objetivo deste estudo foi o de determinar a concentração de diversos elementos minerais nos tecidos (tíbia, sangue, músculo e fígado) de lâparos *Nova Zelândia variedade branca* de 30 dias, recém-desmamados que receberam o leite materno como única fonte alimentar. Os dados produzidos neste experimento podem ser vistos como o ponto de partida de estudos nutricionais que determinem as mudanças das concentrações dos minerais ao longo da vida do animal, seja pela mudança de dieta, de ambiente, ou pela presença de diversas formas de *stress* aos quais o animal será submetido. Secundariamente, os dados poderão ser de grande valia para os pesquisadores

que adotam esse modelo em seus experimentos de laboratório, especialmente em trabalhos biotecnológicos, que envolvam produção de fluidos e tecidos para uso na saúde humana.

Materiais e métodos

Animais

Este experimento foi autorizado pela Comissão de Ética CETEA UFMG 044/04. O delineamento experimental foi completamente casualizado: foram abatidos dez lârapos uniformemente distribuídos por sexo e peso, da raça *Nova Zelândia variedade branca*. Os animais eram recém-desmamados de 30 dias de vida, oriundos do Setor de Cunicultura da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. O abate ético-humanitário foi realizado no setor de Cunicultura da Escola de Veterinária da UFMG em Igarapé (MG). O método de abate empregado foi composto pela narcose prévia por inalação de CO₂ seguido de sangria por punção na jugular, realizada rapidamente, com entrada individual no local de abate, mitigando ao máximo o sofrimento animal (NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC, 1996).

Amostras de sangue, fígado, tibia e músculo foram colhidas no momento do abate. Os tecidos foram liofilizados por um período de 24 horas em liofilizador da marca Labconco®, modelo 77520. Nesse experimento, respeitaram-se os parâmetros de operação do fabricante do liofilizador; para tecidos animais foram seguidos os seguintes valores de referência (LABCONCO, 2006):

- Temperatura inicial da amostra de -30 °C, mantida por 24 horas em freezer antes de iniciar-se a liofilização;
- Pressão de vácuo mantida entre 130 e 140 µBar durante 24 horas de operação do liofilizador.

Pesou-se e acondicionou-se em tubos de polietileno alíquotas de 0,30 gramas, homogêneas e representativas de cada um dos tecidos liofilizados dos lârapos (a unidade amostral foi o animal). As amostras foram irradiadas no reator IPR-R1 do CDTN/CNEN, seguindo os procedimentos da técnica nuclear de Análise por Ativação Neutrônica – método

paramétrico do k0 aplicada aos tecidos animais (AVELAR et al., 2008; MENEZES; JACIMOVIC, 2006).

Conjuntos de amostras foram submetidos aos respectivos procedimentos de análise, respeitando os tempos de irradiação, decaimento e contagem de acordo com o método paramétrico do k0 (MENEZES; JACIMOVIC, 2006). O *software* de cálculo utilizado foi o KayZero/Solcoi® da Universidade de Gent, Bélgica, especialmente formulado para o cálculo das atividades dos diversos radionuclídeos produzidos pelo bombardeamento de nêutrons que ocorre na análise por ativação neutrônica.

Resultados

A técnica analítica nuclear da ativação neutrônica mostrou a mesma eficiência para as análises de fígado, músculo e tibia, quantificando 15, 13 e 13 elementos, respectivamente (Quadros 1, 2 e 4). Para as amostras de sangue, foram quantificados nove elementos (Quadro 3).

Quadro 1 - Composição mineral do músculo de lârapos (n = 10), tecido fresco, e valores observados para o mesmo tipo de tecido em humanos, dados em µg.g-1

Elemento	Resultados	lyengar (1978)
	Lárapos 30 dias	Humanos
Au	0,014 ± 0,009	0,300
Br	2,218 ± 1,037	n.d.
Cl	674 ± 61	409-907
Cs	0,065 ± 0,025	0,020-0,340
Cu	25,89 ± 7,39	1,00-108,00
K	4716 ± 373	1600-4700
Mg	499 ± 52	196-1160
Mn	0,610 ± 0,289	0,064-0,510
Na	406 ± 65	730-1770
Rb	8,56 ± 1,98	5,00-15,00
Sc	0,010 ± 0,002	n.d.
V	0,905 ± 0,309	<1,00
Zn	13,6 ± 1,5	38,0-70,0

Legenda: n.d = não disponível na literatura citada.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 2 - Composição mineral do fígado de láparos (n = 10), tecido fresco, e valores observados para o mesmo tipo de tecido em humanos, dados em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Elemento	Resultados Iyengar (1978)	
	Láparos 30 dias	Humanos
Al	31,8 ± 11,0	2,6-500,0
As	0,245 ± 0,105	0,019-0,460
Br	1,07 ± 0,27	2,06-4,00
Cl	579 ± 85	n.d.
Cs	0,055 ± 0,028	0,034-1,000
Cu	11,7 ± 2,9	0,011-0,015
Fe	110 ± 20	7,37
K	2195 ± 159	1740-2450
Mg	132 ± 18	171-1332
Mn	1,473 ± 0,630	0,5-1,91
Na	464 ± 86	564-1735
Rb	13,79 ± 5,1	4,86-12,62
Sb	0,053 ± 0,029	n.d.
Se	10,6 ± 2,8	0,10-1,80
Zn	32,7 ± 5,7	61-115

Legenda: n.d = não disponível na literatura citada.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 3 - Composição mineral do sangue de láparos (n = 10), tecido fresco, e valores observados para o mesmo tipo de tecido em humanos, dados em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Elemento	Resultados Iyengar (1978)	
	Láparos 30 dias	Humanos
Br	6,78 ± 2,10	1,30-8,10
Cl	3049 ± 251	2590-3290
Fe	336 ± 82	301-530
K	1535 ± 264	1450-1920
Na	2156 ± 123	1710-2050
Rb	2,99 ± 1,72	1,17-5,98
Se	1,01 ± 0,54	0,057-0,320
Sr	44,432 ± 7,899	n.d.
Zn	4,302 ± 2,867	4,8-9,3

Legenda: n.d = não disponível na literatura citada.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 4 - Composição mineral da tíbia de láparos (n = 10), tecido fresco, e valores observados para o mesmo tipo de tecido em humanos, dados em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Elemento	Resultados Iyengar (1978)	
	Láparos 30 dias	Humanos
Br	6,6 ± 2,6	38
Ca	149175 ± 2514	98000-200000
Cl	2716 ± 213	632
Co	121,2 ± 19,3	43,5-100,0
Cr	61,3 ± 22,5	8,0-33,0
Fe	487 ± 122	n.d.
K	5224 ± 365	1470
Mg	2770 ± 261	700-5300
Mn	4,5 ± 1,0	1,4-13,7
Na	5760 ± 176	5600-14100
Sr	180 ± 36	55-237
W	583 ± 56	n.d.
Zn	232 ± 59	50-190

Legenda: n.d = não disponível na literatura citada.

Fonte: Dados da pesquisa.

Discussão e conclusões

O plantel de matrizes que deu origem aos animais usados neste experimento recebeu a mesma dieta para coelhas adultas em reprodução e lactação, sendo submetidas às mesmas condições ambientais. Os animais do estudo possuíam características genéticas semelhantes, uma vez que há mais de cinco anos não são introduzidos animais externos à fazenda experimental e também não houve introdução de sêmen de animais de outros criatórios nos cruzamentos.

O músculo representa a maior porção comestível do animal, sendo o tecido de maior interesse dos consumidores finais. Uma porção de carne do coelho possui praticamente a mesma quantidade de proteína bruta que uma porção de carne bovina (COMBES, 2004). Contudo, a carne de coelho apresenta quantidades menores de gordura e energia bruta, comparativamente à carne bovina (Figuras 1 e 2), tornando-a uma opção em dietas com restrição de calorias e gordura animal.

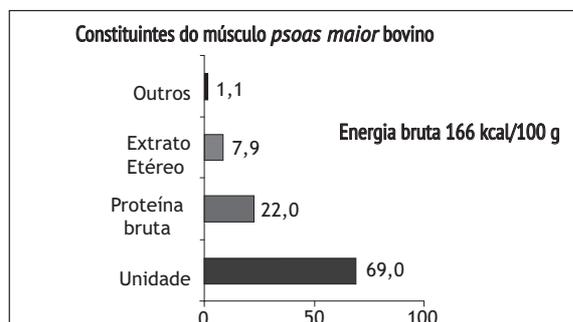


Figura 1 - Constituintes do filé-mignon - músculo *psoas maior* bovino
Fonte: USDA, 2012

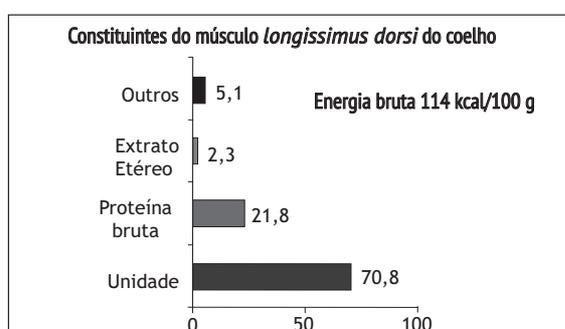


Figura 2 - Constituintes do músculo *longissimus dorsi* do coelho
Fonte: USDA, 2012

O músculo do coelho possui um perfil diferente do bovino (Quadro 5): contém níveis mais elevados de potássio e menores de sódio que o bovino (COMBES, 2004; HERMIDA et al., 2006).

Quadro 5 - Composição mineral do músculo *longissimus dorsi* de coelho e *psoas major* (filé-mignon) bovino em mg.kg⁻¹ de tecido fresco, compilação de vários estudos

Elemento	Espanha (coelho)	França (coelho)	EUA (bovino)
K	4010 ± 195	4310	3490
Mg	270 ± 12	-	240
Na	450 ± 35	370	600
Zn	-	6,9	-

Fonte: Hermida (2006) - coelho - Espanha; Combes (2004) - coelho - França; USDA (2012) - bovino - EUA.

O estudo estatístico descritivo dos resultados foi realizado usando-se o pacote estatístico Minitab® versão Windows® para obtenção de média e desvio padrão amostrais.

As concentrações dos elementos determinados no tecido muscular (Quadro 1) têm valores respaldados em literatura (Quadro 5) (LEBAS et al., 1997; COMBES, 2004; USDA, 2012). Outros elementos presentes nos tecidos de coelho, como o céσιο e rubídio parecem ser inéditos na literatura. O papel do rubídio na saúde e nutrição humana e animal ainda não é bem conhecido, uma vez que não é considerado um elemento essencial e também não tem toxicidade conhecida (WHO, 1996).

A princípio, a presença de céσιο no tecido muscular pode causar estranhamento, mas o elemento está presente até mesmo em tecidos musculares humanos de pessoas saudáveis e que nunca foram expostas a altas concentrações do elemento. O valor do elemento nos músculos dos coelhos do experimento foi próximo ao encontrado em humanos que é aproximadamente de 0,10 ppm (IYENGAR et al., 1978).

O menor número de elementos quantificados no sangue deve-se em parte às baixas concentrações nas quais esses elementos encontram-se presentes nesse fluido, valores muitas vezes abaixo do limite de detecção para o elemento (LOD, *limit of detection*).

Para a grande parte dos elementos presentes nos tecidos analisados há uma grande proximidade dos valores de concentração entre os encontrados na literatura para tecidos humanos e de coelhos, em particular as concentrações dos elementos presentes no sangue de ambas espécies apresentaram grande semelhança no perfil mineral. Destaca-se uma exceção: a concentração de zinco encontrada no músculo de coelho foi no mínimo três vezes menor que a identificada por Iyengar (1978) em tecidos humanos. Lombardi-Boccia et al. (2005) haviam apontado o coelho como a espécie animal que apresenta a menor concentração de Zn no músculo quando comparada ao músculo de bovinos, suínos, aves e pescados. O zinco é considerado um elemento essencial para todos os animais em todos os estágios da vida. O Zn está presente em diversas metaloenzimas, dentre elas: álcool desidrogenase, superóxido dismutase, anidrase carbônica, fosfatase alcalina e enzimas do sistema nervoso central. A deficiência em Zn é associada às alterações fisiológicas como hipogonadismo,

danos oxidativos, alterações do sistema imune, hipogeusia, danos neuropsicológicos e dermatites (MAFRA; COZZOLINO, 2004).

Os resultados para o perfil mineral do tecido muscular do coelho (Quadro 1) foram ligeiramente diferentes do perfil de bovinos (Quadro 5); o músculo de coelho apresentou maior teor de potássio e menor teor de sódio. Tais concentrações tornam a carne de coelho ainda mais atraente para a nutrição humana, visto que proporciona menor ingestão de Na, elemento associado ao aumento da pressão arterial, por porção muscular. Seu consumo garante também a maior ingestão de K, elemento associado ao equilíbrio ácido-base, importante eletrólito para a atividade cardíaca, além de ser um elemento acessório no metabolismo de carboidratos e proteínas, e de grande importância para a integridade do tecido ósseo (HOUSTON, 2007; ZHU et al., 2009).

Os dados produzidos neste experimento serão bastante úteis em estudos temporais de novas fontes minerais nas dietas para coelhos e outras espécies, na estimativa do impacto da introdução de novas fontes nas dietas ao longo da vida do animal, e as consequências aos perfis minerais dos tecidos animais. Os dados também podem contribuir para o estabelecimento de valores de referência para os diversos elementos presentes nos tecidos de coelho.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Fapemig e CNPq. Agradecemos à Chefia do Reator IPR-R1 do CDTN/CNEN, MSc. Fausto Maretti Jr. e Dra. Maria Ângela B.C. Menezes, por permitirem o uso de seus equipamentos e instalações nas análises realizadas pelo autor.

Referências

- AVELAR, A. C.; FERREIRA, W. M.; MENEZES, M. A. B. C. Análise mineral da carne de coelho produzida em Belo Horizonte-Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p.327-333, 2008.
- AVELAR, A. C.; FERREIRA, W. M.; BRITO, W. Elementos tóxicos presentes em fosfatos, calcário e farinha de ossos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 709-717, 2011.
- CHEEKE P. R. **Rabbit feeding and nutrition**. Gainesville: Academic Press, 1987.
- COMBES, S. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. **INRA Productions Animales**, v. 17, n. 5, p. 373-383, 2004.
- DARMON, N.; BRIEND, A.; DRENOWSKI, A. Energy-dense diets are associated with lower diet costs: a community study of French adults. **Public Health Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 21-27, 2004.
- 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.
- HOUSTON, M. C. Treatment of hypertension with nutraceuticals, vitamins, antioxidants and minerals. **Expert Review of Cardiovascular Therapy**, v. 5, n. 4, p. 681-691, 2007.
- IYENGAR, G. V. **The elemental composition of human tissues and body fluids**: a compilation of values for adults. EUA: Verlag, 1978.
- IYENGAR, G. V.; KOLLMER, W. E.; BOWEN, H. J. M. Content of minor and trace elements, and organic nutrients in representative mixed total diet composites from USA. **The Science of Total Environment**, v. 256, n. 1, p. 215-226, 2000.
- LABCONCO. **Instruction Manual of FreeZone 6 Liter Benchtop, Freeze Dry System, Model 77520**. Miami: Labconco Corporation, 1996.
- LEBAS, F. et al. **The Rabbit**: husbandry, health and production. FAO: Roma, 1997.
- LOMBARDI-BOCCIA, G.; LANZI, S.; AGUZZI, A. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 1, p. 39-46, 2005.
- MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 79-87, abr./jun., 2004.
- MENEZES, M. A. B. C.; JACIMOVIC, R. Optimised k0-instrumental neutron activation method using the TRIGA MARK I IPR-R1 reactor at CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brazil. **Nuclear instruments & methods in physics research**, v. 564, n. 2, p. 707-715, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Guide for the care and use of laboratory animals**. National Academy Press: Washington, D.C.: NRC, 1996.

OLIVEIRA, L. C.; ZAMBONI, C. B.; MESA, J. Quantitative estimation of Br, Cl, K and Na in sample blood by NAA. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 269, n. 3, p. 541-543, 2006.

PARRY, S. J. **Handbook of neutron activation analysis**. Woking: Viridian Publishing, 2003.

SERRA-MAJEM, L. et al. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. **Public Health Nutrition**, v. 7, p. 931-935, 2004.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA Food and **Nutrition Information Center**. Food Data Center. 2012. Disponível em <<http://riley.nal.usda.gov/NDL>>. Acesso em 4 mar. 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Trace elements in human nutrition and health**. Geneva: WHO, 1996.

ZHU, K.; DEVINE, A.; PRINCE, R. L. The effects of high potassium consumption on bone mineral density in a prospective cohort study of elderly postmenopausal women. **Osteoporosis International**, v. 20, n. 2, p. 335-340, 2009.

Recebido: 08/07/2012

Received: 07/08/2012

Aprovado: 29/10/2012

Approved: 10/29/2012