Micro e macrominerais séricos em suínos, fêmeas e machos castrados, em idade de abate

Seric micro and macromineral in female and castrated male slaughter

Celso José Bruno de Oliveira,* Luiz Fernando de Oliveira e Silva Carvalho,** Áureo Evangelista Santana**

Resumo

O presente estudo objetivou quantificar os níveis séricos de micro e macrominerais de suínos fêmeas e machos castrados, em idade de abate e criados em sistema intensivo, visando estabelecer os valores de referência correspondentes. Foram empregados 195 animais e as análises realizadas por espectrofotometria de absorção atômica e por kits comerciais. Os valores médios obtidos foram: Ca: $12,35 \pm 2,87$ mg/dL; P: $7,27 \pm 2,05$ mg/dL; K: $6,14 \pm 1,14$ mmol/L; Na: $148,5 \pm 38,53$ mmol/L; Mg $2,37 \pm 0,62$ mg/dL; Fe: $2,36 \pm 1,10$ µg/mL; Cu: $3,91 \pm 1,52$ µg/mL e Zn: $1,92 \pm 0,928$ µg/mL. Os resultados não permitiram o estabelecimento dos valores de referência correspondentes aos macro e microminerais estudados, como era o desejado.

Palavras-chave: minerais, suínos, bioquímica clínica, cálcio, fósforo, sódio, magnésio, potássio, cobre, ferro, zinco.

Abstract

Regarding the few information on seric mineral levels in pigs and the number of different factors that may affect them, this study focused on the establishment of the reference values of seric calcium, phosphate, sodium, magnesium, potassium, copper, iron and zinc in female and castrated male market pigs raised intensively. Blood samples of 195 pigs, were collected and after blood coagulation, serum was separated for the laboratorial analysis. Determinations of serum concentrations of calcium, sodium, potassium, iron, copper and zinc were performed by atomic absorption spectrophotometry and determination of phosphate and magnesium serum levels, were conducted by using commercial proper kits. Serum levels for calcium, phosphate, potassium, sodium, magnesium, iron, copper and zinc were, respectively, 12,35 mg/dL, 7,27 mg/dL, 6,14 mmol/L, 148,5 mmol/L, 2,37 mg/dL, 2,36 µg/mL, 3,91 µg/mL and 1,92 µg/mL. Results showed a significant difference among castrated male and female mineral serum concentrations. Serum concentrations of potassium, sodium, calcium, copper and zinc were higher in females than in males and serum levels of phosphate were higher in castrated males. Regarding the disagreement among the data of this study and those mentioned in the literature, each laboratory must establish its own seric mineral reference values.

Keywords: mineral, swine, clinical chemistry, calcium, phosphate, magnesium, potassium, copper, iron, zinc, sodium, reference values.

Introdução

As concentrações séricas de minerais têm sido determinadas com a finalidade de auxiliar nas investigações do metabolismo e na determinação de requerimentos nutricionais dos suínos. Adicionalmente, representam um meio de mensurar efeitos subclínicos em estudos envolvendo toxicologia e farmacologia (Friendship e Henry, 1992). A bioquímica clínica oferece, ainda, importantes perspectivas quando utilizada em programas de monitoramento da saúde de rebanhos suínos pois, apesar dos minerais constituírem quantidade relativamente pequena do total dos componentes do organismo, alterações em seus níveis séricos podem indicar deficiências/excessos nutricionais ou processos patológicos em seus estágios precoces.

De acordo com Odink et al. (1990), o aumento nas concentrações séricas de ferro, fósforo e magnésio está relacionado a processos inflamatórios, como pleurites, pneumonias e abscessos. Existe, ainda, a possibilidade de utilização dos parâmetros séricos de alta herdabilidade na seleção indireta de reprodutores para certas características desejáveis. Estudos demonstram que os níveis séricos de alguns parâmetros apresentam alta relação com características ligadas à resistência a doenças, qualidade da carne e capacidade produtiva (Lingaas et al., 1992b). Além disso, a crescente utilização do suíno como modelo experimental nas pesquisas em medicina humana reflete a importância da bioquímica clínica nessa espécie (Tumbleson e Schmidt, 1986).

Os avanços científicos na área de bioquímica clínica e sua potencial utilização na produção de suínos não condizem com

* Departamento de Patologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp campus de Jaboticabal, Brasil. Endereço: Via de acesso Rodovia Paulo Castellane s/n, Km 5 s/n CEP 14870-000. E-mail: celsojbo@fcav.unesp.br

** Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp campus de Jaboticabal, Brasil. Endereço: Via de acesso Rodovia Paulo Castellane s/n CEP 14870-000. E-mail: lfosc@fcav.unesp.br

a escassez de dados referentes aos valores de normalidade dos principais parâmetros séricos nesta espécie. Apesar da existência de dados genéricos sobre valores normais de alguns parâmetros séricos em suínos (Blood et al., 1979; Kaneko 1989; Doherty e Mulville, 1992; Gresham, 1994; Meyer et al., 1995), sabe-se que os mesmos podem sofrer influência direta de fatores como idade, sexo, estação climática, estado fisiológico, perfil racial e sistema de criação (Tumbleson e Schmidt, 1986; Egeli et al., 1998). Ocorrem, inclusive, divergências entre estudos sobre valores séricos normais em suínos em idade de abate (Ullrey et al. 1967; Dorner et al., 1983; Friendship et al., 1984; Odink et al., 1990). O objetivo do presente estudo foi determinar os níveis séricos de macro e microminerais (cálcio, potássio, fósforo, sódio, magnésio, ferro, cobre e zinco) em suínos saudáveis, fêmeas ou machos castrados, criados em sistemas intensivos de produção.

Material e métodos

Foram utilizados 195 suínos *three cross*, sendo 94 machos castrados e 101 fêmeas, com idade de 140-150 dias. As amostras foram colhidas durante o momento da sangria, por ocasião do abate, em frigorífico localizado na região de Ribeirão Preto-SP. A determinação das concentrações séricas de cálcio, sódio, potássio, ferro, cobre e zinco foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica^a (Ullrey et al., 1967). Utilizaram-se, ainda, kits apropriados^b para as determinações dos níveis séricos de fósforo e magnésio, realizados respectivamente pelos métodos colorimétricos Basques-Lustosa e Mann e Yoe. No primeiro, os íons fosfato reagem com o molibdênio em meio ácido, formando um complexo amarelo que, por ação de um tampão alcalino, é reduzido a azul molibdenico, que é medido colorimetricamente (Santos, 1999). O corante de Mann e Yoe, em pH alcalino, e em presença de magnésio, desenvolve

Tabela 1. Valores mínimos, máximos e médios de micro e macrominerais séricos de suínos em idade de abate e resultados correspondentes ao teste K-S.

Parâmetros	Unidade	Média	Mínimo Observado	Máximo Observado	Desvio - Padrão	CV (%)	Teste K-S P
Cálcio	mg/dL	12,35	4,95	21,3	2,87	13,71	>0,15
Fósforo	mg/dL	7,27	2,53	17,9	2,05	19,69	>0,15
Potássio	mmol/L	6,14	2,834	8,80	1,14	17,39	>0,15
Sódio	mmol/L	148,5	60,94	272,14	38,53	4,18	<0,01
Magnésio	mg/dL	2,37	1,1	4,4	0,62	33,2	<0,01
Cobre	µg/mL	3,91	1	11,5	1,52	44,4	<0,01
Ferro	µg/mL	2,36	0,25	6,75	1,10	31,5	<0,01
Zinco	µg/mL	1,868	0,5	8,25	0,928	51,7	<0,01

p<0,05 indica que o teste foi significativo ao nível de 95% de probabilidade, ou seja, pode-se afirmar, com 95% de confiança, que o referido parâmetro não apresenta distribuição normal na população. p<0,01 indica que o teste foi significativo ao nível de 99% de probabilidade. p>0,05 indica que o teste não foi significativo ao nível de 95% de probabilidade, ou seja, os valores possuem distribuição normal. p>0,15 indica que o teste não foi significativo ao nível de 85% de probabilidade.

Tabela 2. Valores mínimos, máximos e médios de micro e macrominerais séricos de suínos, machos castrados e fêmeas em idade de abate, e resultados correspondentes ao teste K-S.

	Parâmetros	Unidade	Média	Mínimo Observado	Máximo Observado	Desvio - Padrão	CV (%)	Teste K-S p
Machos	Cálcio	mg/dL	11,12	4,95	19,4	2,75	14,80	>0,15
	Fósforo	mg/dL	7,648	3,47	11,2	1,49	15,90	>0,15
	Potássio	mmol/L	5,652	2,834	8,307	1,10	18,55	>0,15
	Sódio	mmol/L	135,3	60,94	268,18	36,78	4,48	<0,01
	Magnésio	mg/dL	2,391	1,1	4,2	0,633	33,19	<0,01
	Ferro	µg/mL	2,430	0,5	6,75	1,00	41,10	<0,01
	Cobre	µg/mL	3,56	1	6,5	1,31	32,15	<0,01
Fêmeas	Zinco	µg/mL	1,635	0,5	3,25	0,528	44,40	<0,01
	Cálcio	mg/dL	13,48	6,95	21,3	2,478	11,65	>0,15
	Fósforo	mg/dL	6,916	2,53	17,9	2,42	22,49	>0,15
	Potássio	mmol/L	6,601	4,082	8,801	0,973	14,94	>0,15
	Sódio	mmol/L	160,8	86,9	272,14	36,1	3,73	<0,01
	Magnésio	mg/dL	2,351	1,12	4,4	0,612	33,27	<0,05
	Ferro	µg/mL	2,300	0,25	5,25	1,178	4,70	<0,05
Semelhantes	Cobre	µg/mL	4,240	1,25	11,5	1,624	30,35	<0,01
	Zinco	µg/mL	2,088	0,75	8,25	1,147	51,29	<0,01

p<0,05 indica que o teste foi significativo ao nível de 95% de probabilidade, ou seja, pode-se afirmar, com 95% de confiança, que o referido parâmetro não apresenta uma distribuição normal na população. p<0,01 indica que o teste foi significativo ao nível 99% de probabilidade. p>0,05 indica que o teste não foi significativo ao nível de 95% de probabilidade, ou seja, o parâmetro possui distribuição normal. p>0,15 indica que o teste não foi significativo ao nível de 85% de probabilidade.

coloração vermelha. A intensidade de cor vermelha do complexo é proporcional à concentração do magnésio, podendo por isso ser utilizada na sua determinação (Santos, 1999).

Para a avaliação da distribuição dos valores, foi utilizado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov (KS)^c. O estabelecimento dos valores de referência mínimos e máximos foi realizado segundo o método dos Percentis (Farver, 1989), adotando-se como limites, mínimo e máximo, os valores referentes aos percentis 2,5 e 97,5. O efeito do sexo sobre cada parâmetro sérico foi avaliado segundo teste t para variáveis independentes^c quando o parâmetro em questão apresentou distribuição normal. Caso contrário, o efeito do sexo foi avaliado pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon^c.

^a Espectrofotômetro GBC 932-AA

^b LABTEST, Belo Horizonte, MG.

^c SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Resultados e discussão

Os parâmetros, cálcio, fósforo, potássio e sódio apresentaram distribuição normal na população, quando os resultados foram avaliados pelo teste K-S, ao contrário do magnésio ($p<0,01$), cobre ($p<0,01$), ferro ($p<0,01$) e zinco ($p<0,01$) (Tabela 1). Quando o fator sexo foi considerado, conforme a Tabela 2, magnésio ($p<0,05$), cobre ($p<0,01$), ferro ($p<0,05$), zinco ($p<0,01$) e sódio ($p<0,01$) não apresentaram distribuição normal.

Os resultados obtidos demonstraram que alguns parâmetros não apresentaram distribuição normal. Apesar de muitas vezes desconsiderado, o teste de normalidade é fundamental no processo de elaboração dos valores de referência para minerais, pois existe uma gama de variáveis biológicas que não assumem distribuição normal. Em consequência, foi adotado o Método dos Percentis para a determinação dos valores de referência, máximos e mínimos, uma vez que o mesmo pode ser aplicado a variáveis que possuem ou não distribuição normal na população (Farver, 1989) (Tabela 3).

Tabela 3: Valores séricos de micro e macrominerais em suínos, machos castrados e fêmeas, em idade de abate.

		Parâmetro							
		Ca ⁺⁺ mg/dL	P ⁺ mg/dL	K ⁺ mmol/L	Na ⁺ mmol/L	Mg mg/dL	Fe µg/mL	Cu ⁺⁺ µg/mL	Zn ⁺⁺ µg/mL
M	Mínimo	6,1	3,90	3,77	71,75	1,35	0,82	1,33	0,83
	Máximo	17,5	10,44	7,83	207,68	3,92	4,75	6,25	2,75
F	Mínimo	9,0	2,75	4,89	98,5	1,33	0,5	2,0	0,87
	Máximo	18,47	10,8	8,45	242,4	3,75	5,12	8,0	6,12

F: Fêmeas; M: Machos castrados;

* Ocorre, para o parâmetro em questão, efeito significativo do sexo ao nível de 95% de probabilidade ($p<0,05$);

** Ocorre, para o parâmetro em questão, efeito significativo do sexo ao nível de 99% de probabilidade ($p<0,01$).

Diversos estudos foram realizados relativamente às concentrações séricas de minerais em suínos em idade de abate (Ullrey et al., 1967; Friendship et al., 1984; Odink et al., 1990; Dorner et al., 1983). Os níveis dos minerais sódio, cobre, ferro e zinco, obtidos pelo presente estudo, apresentaram maior amplitude em seus intervalos de normalidade, quando comparados aos resultados de outros estudos (Tabela 4). O mesmo ocorreu para o cálcio e o fósforo, porém, de maneira menos acentuada. Essas diferenças mostram que conclusões equivocadas podem ser tomadas, em relação aos níveis séricos de cobre, ferro, sódio, cálcio e fósforo, dependendo dos valores de referência utilizados. Os valores séricos de potássio e magnésio encontrados no presente estudo são, relativamente, bastante similares aos citados na literatura. Apesar de existirem poucas citações a respeito dos níveis séricos normais de zinco na espécie suína (Hoekstra et al.

1956; Ullrey et al. 1967), os resultados são bastante discrepantes entre si. Isto ocorre, presumivelmente, em decorrência dos níveis nutricionais de zinco influenciarem, de maneira acentuada, a sua concentração sérica (Hoekstra et al., 1956).

Algumas publicações adotam valores de referência genéricos (Blood et al., 1979; Kaneko, 1989; Gresham, 1994; Meyer et al., 1995), não sendo citados a idade dos animais ou a fase de criação, gerando variações consideráveis na interpretação dos resultados. Conforme pode ser visto na Tabela 4, os níveis normais de ferro apresentados por estudos em que foram utilizados animais de 140-150 dias de idade (Friendship et al., 1994; Odink et al., 1990) são condizentes entre si e mais elevados do que os valores fornecidos por estudos genéricos.

Com relação ao efeito do sexo, observou-se não haver diferenças nas concentrações séricas de ferro e de magnésio, entre os dois grupos estudados. No entanto, ocorreram níveis séricos significativamente mais elevados de potássio ($p<0,01$), sódio ($p<0,01$), cálcio ($p<0,01$), cobre ($p<0,01$) e zinco ($p<0,01$) nas fêmeas, sendo que para o fósforo, encontrou-se concentração mais elevada ($p<0,05$) no soro dos machos castrados. Esses resultados sugerem a necessidade de elaboração de valores de normalidade para ambos os sexos, como pode ser visto na Tabela 3. Ao contrário, Lingaas et al. (1992b) encontraram níveis significativamente ($p<0,05$) mais elevados de magnésio nos machos castrados em relação às fêmeas, resultados opostos àqueles apresentados por Odink et al. (1990), o que mostra que a questão ainda merece maiores esclarecimentos.

Há indicações de que os parâmetros séricos sofram influência multifatorial. As divergências entre os resultados apresentados por vários autores são, presumivelmente, resultados da influência desses vários fatores, principalmente relacionados a idade, sexo e sistema de criação ao qual os animais estavam submetidos. Lingaas et al. (1992b) mostraram haver influência significativa da raça sobre vários parâmetros séricos. Foi demonstrado, inclusive, influência marcante da prática de colheita sobre os valores dos parâmetros mensurados (Dubreuil et al., 1990). Essas divergências podem levar, ainda, a conclusões equivocadas dependendo dos valores que são tomados como normais, evidenciando, portanto, a necessidade de se considerar tais fatores e elaborar valores de referência mais fidedignos. Deve-se objetivar a padronização das técnicas de colheita e processamento de amostras e, preferencialmente, que cada laboratório construa os seus valores de referência.

Tabela 4: Comparação entre os valores de referência fornecidos pela literatura relativos aos parâmetros séricos em suínos.

Fonte		Idade (dias)	Parâmetros							
			Ca mg/dL	P Mg/dL	K mmol/L	Na mmol/L	Mg mg/dL	Fe µg/mL	Cu µg/mL	Zn µg/mL
ULLREY et al. (1967)		140-150	10,6 ± 0,16	7,1 ± 0,09	N	N	3,0 ± 0,05	N	1,9 ± 0,46	0,8 ± 0,2
HLOUSEK (1978)		140-150	7,2 a 9,2	4,4 a 5,2	N	N	1,6 a 2,2	N	N	N
DORNER et al. (1983)		140-150	10,3 a 10,7	8,3 a 8,7	4,7 a 4,9	141 a 143	N	N	N	N
FRIENDSHIP et al. (1984)		140-150	8,6 a 11,7	6,9 a 10,6	N	N	N	2,17 a 2,40	N	N
KANEKO (1989)		Não citado	7,1 a 11,6	5,3 a 9,6	N	135 a 150	2,7 a 3,7	0,91 a 1,99	1,33 a 2,8	N
ODINK et al. (1990)		140-150	8,6 a 12,1	7,0 a 12,9	N	N	1,8 a 3,1	0,75 a 3,2	N	N
DOHERT & MULVILLE (1992)		Não citado	7,2 a 11,6	4,0 a 11,0	4,7 a 7,1	140 a 150	1,89 a 3,89	0,8 a 2,0	N	N
GRESHAM (1994)		Não citado	8,8 a 11,6	4,0 a 9,3	4,2 a 6,0	140 a 154	1,9 a 3,4	0,6 a 1,7	0,7 a 1,90	N
MEYER et al. (1995)		Não citado	8,0 a 12	5,3 a 9,6	4,9 a 7,1	139 a 152	N	0,91 a 1,99	N	N
PRESENTE ESTUDO	140-150	Machos	6,1 a 17,5	3,9 a 10,4	3,77 a 7,83	71,7 a 207	1,35 a 3,92	0,82 a 4,75	1,33 a 6,25	0,83 a 2,75
		Fêmeas	9,0 a 18,4	2,75 a 10,8	4,89 a 8,45	98,5 a 242	1,33 a 3,75	0,5 a 5,12	2,0 a 8,0	0,87 a 6,12

N: dados inexistentes.

Referências

- BLOOD, D.C., HENDERSON, J.A., RADOSTITS, O.M. (Ed.) *Clinica Veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1979.
- DOHERTY, T.J., MULVILLE, J.P. (Ed.) *Diagnosis and Treatment of Large Animal Diseases*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1992.
- DORNER, J.L., HOFFMANN, W.E., FILIPOV, M.M. Effect of *in vitro* hemolysis on values for certain porcine serum constituents. *Vet. Clin. Pathol.*, v. 120, p. 15-19, 1983.
- DUBREUIL, P., COUTURE, Y., TREMBLAY, A., MARTINEAU, G.P. Effects of experimenters and different blood sampling procedures on blood metabolite values in growing pigs. *Can J Vet Res.*, v. 54, p. 379-382, 1990.
- EGELI, A. K., FRAMSTAD, T., MORBERG, H. Clinical biochemistry, haematology and body weight in piglets. *Acta Vet. Scand.*, v. 39, p. 381-93, 1998.
- FARVER, T. B. Concepts of normality in clinical biochemistry In: KANEKO, J.J. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p.1-20.
- FRIENDSHIP, R. M., LUMSDEN, J. H., McMILLAN, I., WILSON, M. R. Hematology and biochemistry reference values for Ontario swine. *Can. J. Comp. Med.*, v. 48, p. 390-3, 1984.
- FRIENDSHIP, R.M., HENRY, S.C. Cardiovascular system, hematology, and clinical chemistry. In: LEMAN, A. D., STRAW, A. B., MENGELING, W. L., D'LAIRE, S., TAYLOR, D. J. (Ed.) *Diseases of Swine*. 7. ed. Ames: Iowa State University Press, 1992. p. 3-11.
- GRESHAM, A.C.J. Porcine clinical biochemistry. *Pig Journal*, v. 32, p. 58-67, 1994.
- HLOUSEK, A. Age-dependent changes in biochemical composition of blood in gilts from large-scale piggeries. *Acta Vet. Brno*, v. 47, p. 15-21, 1978.
- HOEKSTRA, W. G., LEWIS Jr. P. K., PHILIPS, P. H., GRUMMER, R. H. The relationship of parakeratosis, supplemental calcium and zinc to the zinc content of certain body components of swine. *J. Anim. Sci.*, v. 15, p. 752-64, 1956.
- KANEKO, J.J. (Ed.) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989.
- LINGAAS, F., BRUN, E., AARSKAUG, T., HAVRE, G. Biochemical blood parameters in pigs. 2. Estimates of heritability for 20 blood parameters. *J. Anim. Breed. Genet.*, v. 109, p. 281-290, 1992a.
- LINGAAS, F., HAVRE, G., FROSLIE, A., AARSKAUG, T., VANGEN, O. Biochemical blood parameters in pigs. 1. Repeatability and effects of breed, litter number and sampling time. *J. Anim. Breed. Genet.*, v. 109, p. 221-230, 1992b.
- MEYER, D.J., COLES, J.E.H., RICH, L.J. (Ed.) *Medicina de laboratório veterinária*. 2. ed. São Paulo: Editora Roca, 1995.
- ODINK, J., SMEETS, J.F.M., VISSER, I.J.R., SANDMAN, H., SNIJDERS, J.M.A. Hematological and clinicochemical profiles of healthy swine and swine with inflammatory processes. *J. Anim. Sci.*, v. 68, p. 163-70, 1990.
- SANTOS, L.C. (Ed.) *Laboratório ambiental*. Cascavel: Editora e Gráfica Universitária-UNIOESTE, 1999.
- TUMBLESON, M.E., SCHMIDT, D.A. (Ed.) *Swine clinical chemistry*. In: *Swine in Biomedical Research*. New York: Plenum Press, 1986. p. 783-807.
- ULLREY, D.E., MILLER, E.R., BRENT, B.E., BRADLEY, B.L., HOEFER, J.A. Swine hematology from birth to maturity IV. Serum calcium, magnesium, sodium, potassium, copper, zinc and inorganic phosphorus. *J. Anim. Sci.*, v. 26, p. 1024-1029, 1967.