

**ESTUDO BROMATOLOGICO DE CONCENTRADOS
PROTEICOS OBTIDOS A PARTIR DA SARDINELLA AURITA
E DA TILAPIA MELANOPLEURA
III.—“EFEITO DA SUPLEMENTACAO COM POTASSIO SOBRE
O VALOR BIOLOGICO**

S.M.C. Franciscato, F.M.Lajolo, S.M.Zucas

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.
Universidade de São Paulo. Brasil.

RESUMO

Os autores estudaram comparativamente o efeito da suplementação com: cálcio, fósforo, sódio ou potássio sobre o aproveitamento biológico de concentrados proteicos de peixes.

A fração mineral dos concentrados mostrou-se deficiente em potássio, sendo que a suplementação com esse mineral permitiu um aumento da utilização biológica das proteínas.

1.—INTRODUCAO

Os concentrados de peixes são ricos em proteínas de alto valor biológico e apresentam também, especialmente se preparados de peixes integrais, elevados teores de minerais essenciais apesar disso porém, não são muitos os estudos existentes sobre a
Recibido: 8-10-76.

possibilidade de aproveitamento ou possíveis deficiências dessa fração^{(1) (2) (3) (4) (5)}.

Em trabalhos anteriores^{(6) (7)} estudamos os minerais de concentrados de Tilápia e de Sardinha e verificamos que o cálcio e o fósforo são altamente aproveitáveis, enquanto o aproveitamento do fluor é da ordem de 20% , sendo função da dose contida na ração bem como dos teores minerais da mesma. Observamos também, que os minerais desses produtos, sem outra suplementação, não conseguiam manter o crescimento adequado em animais jovens. Para explicar esse fato, na ocasião, foi aventada a hipótese de uma deficiência de oligoelementos essenciais e/ou de potássio, como sugerido por Du Bruyn⁽¹⁾.

As deficiências de oligoelementos ou de potássio, não são comuns ou facilmente detectáveis em dietas normais; há porém, casos específicos como na alimentação de grupos vulneráveis ou em programas de saúde pública onde, a pouca diversidade dos componentes da dieta faz com que a concentração de alguns elementos se encontre num limiar crítico e portanto com possibilidade de deficiências, fazendo com que seja aconselhável a avaliação do aproveitamento biológico dos minerais em questão. O potássio especialmente, além do seu papel na manutenção do equilíbrio eléctrico e osmótico, apresenta importantes funções no crescimento devido ao papel que desempenha na síntese proteica.⁽⁸⁾

No presente trabalho procuramos confirmar a hipótese aventada de uma deficiência de potássio ou então no grupo dos oligoelementos, na tentativa de trazer mais conhecimentos sobre os aspectos fisiológicos envolvidos com a ingestão de concentrados de peixes.

Para tanto, submetemos animais jovens a rações contendo concentrados de peixes suplementadas ou não com K e Na e ainda com Ca e P. Os resultados de crescimento desses animais foram comparados aos obtidos com mistura salina de boa qualidade.

2.—MATERIAL E METODOS

2.1.—Material

2.1.1.—Animais

Usamos em nossa experiência 30 ratos machos da linhagem Wistar, recém desmamados, os quais foram divididos em 6 grupos experimentais; um dos grupos foi sacrificado no início da experiência, para obtermos os dados relativos à composição da carcaça nessa etapa e foi denominado de grupo "branco".

Os animais foram mantidos em gaiolas metabólicas e alimentados com diferentes tipos de ração como descrito adiante, por 4 semanas. Durante o período experimental foram anotados: o crescimento dos animais, o consumo de ração e ainda foram coletadas as fezes e a urina eliminadas.

2.1.2.—Rações

Os animais receberam rações isoproteicas e isocalóricas com a seguinte composição básica: Proteína 10% (na forma de caseína ou de concentrado de pescado), sacarose 10%, óleo de soja 10%, fibra (sabugo de milho moído) 5%, mistura vitamínica 1%, mistura salina 1%, e amido suficiente para completar 100%. A mistura salina e a vitamínica foram descritos anteriormente.⁽⁷⁾

As custas da ração básica foram preparadas as rações experimentais por adição de mistura salina, Ca HPO_4 , KCl ou NaCl conforme o caso, da seguinte forma: A ração I, controle de caseína, tinha 4% de mistura salina completa; As rações II, III, IV e V tinham como fonte proteica o CPP sendo que a ração II foi controle, não recebendo nenhuma suplementação mineral e as rações III, IV e V receberam respectivamente 0,95% de KCl, 0,95% de KCl + 1% de NaCl ou 2,4% de CaHPO_4 . A composição final dessas rações encontra-se na Tabela 1.

2.2.—Métodos

Após o término do período experimental, os animais foram sacrificados e suas carcaças secas e desengorduradas foram analisadas para se verificar a composição centesimal pelos Métodos convencionais, bem como os teores de nitrogênio (Método de Kjeldahl), cálcio (Método de Ferro e Ham)⁽⁹⁾, fósforo (Método de Fiske e Subbarow)⁽¹⁰⁾ e sódio e potássio (por fotometria de

chama).

Com os dados coligidos, referentes ao crescimento e consumo de ração, composição da ração, e composição da carcaça, calcularam-se: o valor biológico aparente do nitrogênio, do cálcio, do fósforo, do sódio e do potássio.

3.—RESULTADOS E DISCUSSAO

O efeito da suplementação dos minerais do CPP (Concentrado proteico de pescado) com K, K e Na, Ca e P, sobre o crescimento dos animais pode ser observado na Tabela 2 que inclui, ainda, os valores do coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) e do Coeficiente de Eficácia Proteica (CEP) nos diversos casos estudados.

A análise da Tabela 2 associada à da Tabela 1 (Composição das rações) indica imediatamente que o K é um fator limitante para o crescimento no CPP. O sódio não mostrou ser deficiente uma vez que a sua adição não alterou os índices de crescimento (Tabela 2), não sendo as diferenças observadas entre os grupos III e IV significantes quer para o ganho de peso quer para o CEA ou CEP. Notamos também que as rações do CPP (II) preparadas sem qualquer suplementação mineral foram as menos efetivas na promoção do crescimento. ($P < 0,05$)

A adição de Ca e P (Ração V) não mostrou melhoria no crescimento indicando uma adequação para esses minerais e ainda, inesperadamente, causou um efeito negativo no peso dos animais correspondentes quando comparamos esse grupo (V) com o que recebeu apenas os minerais do CPP na Ração (II) ($P < 0,05$). A explicação para tal fato não parece evidente e talvez seja devida a alguma relação existente entre os 3 minerais: Ca, P e K. É possível que a adição de Ca e P prejudica a absorção do K, presente em pequenas quantidades, aumentando a deficiência nesse elemento.

Os melhores índices de aproveitamento alimentar e proteico foram aqueles obtidos quando a suplementação foi com ambos (Na e K); as diferenças porém entre esses grupos (I, III e IV) não foram estatisticamente significativas ($P > 0,05$).

Para obter maiores informações sobre a ação das várias rações determinamos ainda o Valor Biológico do nitrogênio através da

análise da carcaça bem como a fixação dos diferentes minerais em estudo.

A Tabela 3 mostra a composição da carcaça dos animais experimentais assim como do grupo "Branco", sacrificado no tempo "zero" para servir no controle inicial nos cálculos da fixação dos minerais e do nitrogênio. A maioria das diferenças obtidas nos vários grupos não são significativas permitindo apenas limitadas observações, por exemplo a suplementação com K não aumentou o teor de lípides nas carcaças dos animais como observado por DUBRYN⁽¹⁾, aumentando apenas o peso da mesma.

Parece que⁽¹⁾ ⁽¹³⁾ uma deficiência de potássio, resulta no decréscimo do teor desse elemento nos músculos sendo que essa depleção é acompanhada de um acúmulo de sódio.⁽¹¹⁾ ⁽¹²⁾ Pela Tabela 3, verificamos que os grupos suplementados com K(III e IV) tendem a ter maiores concentrações do elemento na carcaça ($P < 0,05$) com exceção do grupo V onde a adição de Ca e P, mas não de K causou também um acúmulo de potássio. Os nossos resultados concordam portanto parcialmente com os desses autores, pois não encontramos um aumento de sódio, cuja concentração permaneceu constante, com exceção do grupo IV que recebeu suplementação com esse elemento. Devemos lembrar aqui que o nível de proteína das rações que utilizamos foi apenas de 10%; com níveis maiores a deficiência de K se acentuaria e é possível que os outros efeitos também pudessem ser observados.

A Tabela 4 mostra o aproveitamento percentual da proteína Ca e P obtidos por análise da carcaça; a fixação do N (Tabela 4) manteve a mesma relação obtida para os CEP, isto é, a utilização do N dos CPP suplementados com K (ou Com Na + K) tem utilização igual à da caseína, fato já indicado pela análise da composição das carcaças (Tabela 3), onde não se nota diferença significativa nos teores de proteína, lípidos, cinzas ou água. Já as rações sem K tiveram aproveitamento inferior ($P < 0,05$). É importante lembrar que a ração com caseína é perfeitamente equilibrada em termos de todos os nutrientes.

Diversos pesquisadores já evidenciaram a importância do potássio quer para o crescimento dos animais, quer para a fixação de lisina e arginina no músculo.⁽¹³⁾ Esses autores demonstraram que a deficiência de potássio na dieta promove um aumento do

TABLA 1
COMPOSICAO DAS RACOES *

Raços	Cinza	Proteina	Ca	P	Na	K
I Controle de Caseina	3,92	9,50	1,00	0,60	0,19	0,22
II Controle CPP	1,28	10,70	0,35	0,25	0,03	0,05
III CPP + K	2,15	10,50	0,36	0,30	0,07	0,47
IV CPP + Na + K	3,23	10,50	0,38	0,27	0,43	0,57
V CPP + Ca + P	3,54	9,90	0,99	0,81	0,03	0,04

* Resultados percentuais.

TABLA 2

CRESCIMENTO DOS ANIMAIS, COEFICIENTE DE EFICACIA ALIMENTAR
E COEFICIENTE DE EFICACIA PROTEICA

Ração	P e s o			C o n s u m o			
	Inicial	Final	Ganho	Ração	Proteina	CEA	CEP
I	41,6 ± 2,33	134,8 ± 7,33	93,1 ± 7,0	346,3 ± 12,16	32,5 ± 1,14	0,267 ± 0,011	2,845 ± 0,121
II	41,5 ± 2,66	120,5 ± 10,33	79,0 ± 8,66	287,1 ± 19,66	30,8 ± 2,10	0,270 ± 0,012	2,527 ± 0,121
III	40,5 ± 2,66	138,0 ± 4,50	97,5 ± 3,0	332,8 ± 6,66	35,28 ± 0,70	0,292 ± 0,010	2,765 ± 0,098
IV	40,5 ± 2,66	135,3 ± 4,33	94,8 ± 4,83	316,0 ± 13,16	33,18 ± 1,38	0,300 ± 0,012	2,863 ± 0,120
V	41,1 ± 2,50	114,0 ± 5,83	72,9 ± 4,83	319,1 ± 16,0	32,5 ± 1,63	0,228 ± 0,014	2,247 ± 0,144

TABLA 3
COMPOSICAO PERCENTUAL DAS CARCACAS

Ração	Umidade	Cinza	Lípides	Proteína	Ca	P	Na	K
I	64,9 ± 0,69	3,86 ± 0,12	10,89 ± 1,04	17,86 ± 0,28	0,950 ± 0,053	0,753 ± 0,033	0,120 ± 0,004	0,256 ± 0,009
II	67,7 ± 0,63	3,35 ± 0,08	8,06 ± 0,48	17,72 ± 0,15	0,801 ± 0,016	0,630 ± 0,020	0,108 ± 0,002	0,215 ± 0,009
III	67,2 ± 1,0	3,63 ± 0,20	9,42 ± 1,61	17,51 ± 1,02	0,890 ± 0,048	0,736 ± 0,032	0,109 ± 0,004	0,251 ± 0,013
IV	67,2 ± 0,42	3,62 ± 0,02	8,29 ± 1,44	18,17 ± 0,42	0,920 ± 0,061	0,712 ± 0,029	0,148 ± 0,005	0,242 ± 0,005
V	66,9 ± 0,46	3,89 ± 0,10	7,83 ± 0,95	18,81 ± 0,31	0,891 ± 0,118	0,723 ± 0,023	0,116 ± 0,004	0,241 ± 0,010
VI	78,0 ± 0,81	3,49 ± 0,07	1,43 ± 0,08	14,56 ± 0,04	0,951 ± 0,063	0,674 ± 0,015	0,099 ± 0,022	0,203 ± 0,008

* Branco sacrificado no início da experiência, peso médio do grupo = 35,4 ± 1,81.

teor de lisina e arginina de 8 a 40% e uma diminuição no teor de ácido glutâmico. Pelos resultados por nós obtidos, parece ser essa alteração metabólica promovida pela deficiência de potássio na fixação do nitrogênio, a responsável pelo menor aproveitamento biológico da proteína, fato este já demonstrado anteriormente.⁽⁸⁾

Esses resultados enfatizam por outro lado a importância da adequação mineral em ensaios do valor biológico de proteínas.

O aproveitamento do cálcio (Tabela 4) mostrou-se dentro do esperado — maior aproveitamento para rações de menor concentração do mineral — para a maioria dos grupos: mas se compararmos os grupos II, III e IV entre si, vemos que tal não sucede: o efeito da deficiência de potássio se manifesta causando uma fixação líquida menor de cálcio, bem como um menor aproveitamento porcentual.

A explicação não é possível apenas com os dados de que dispomos, mas nos induz a pensar que a relação entre Ca, P e K seja a de que, em consequência da menor utilização proteica do Grupo II, haveria um desenvolvimento mais lento dos ossos e logo uma menor mineralização, que leva inclusive a uma maior fixação de fluór, compensatória.⁽⁷⁾

Os resultados referentes ao aproveitamento do fósforo podem ser submetidos a raciocínio semelhante.

Por outro lado é interessante analisarmos o efeito inverso, ou seja no aproveitamento do K e Na.

Os resultados do aproveitamento desses dois cátions encontram-se respectivamente na Tabela 5.

O potássio total fixado foi semelhante entre as rações I, III e IV, correspondendo ao crescimento máximo (rações suplementadas) sendo inferior nos grupos II e V ($P < 0,05$) devido ao menor crescimento, causado pela sua própria deficiência.

Os resultados das rações II e V são comparáveis, nada podendo-se dizer sobre a influência da suplementação com Ca e P, devido ao erro relativamente grande apresentado pelos dados do grupo II, especialmente, e é importante dizer ainda que o aproveitamento do sódio foi maior nos grupos sem suplementação de potássio.

5.—CONCLUSÃO

Os minerais dos concentrados de peixe apresentam-se suficientes em cálcio e fósforo em teor e possibilidade de utilização, mas são deficientes em potássio sendo aconselhável a sua suplementação para o aproveitamento máximo das suas proteínas e potencialidades alimentares.

SUMMARY

Bromatological study of protein concentrates from *Sardinella aurita* and *Tilapia melanopleura*.

III.—Effect of potassium additions on the biological utilizations.

The authors studied in rats, the effect of supplementation of fish protein concentrates with Ca, P, K, or Na.

Only the addition of K, but not of Ca, P, or Na resulted a better utilization of protein, showing to be the major deficiency of the mineral fraction of the concentrates.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DUBRYN, D. B. & DREYER, J. J. Studies on the nutritive value of the mineral components of a Sout-African fish flour, with special reference to the effect of supplementation with potassium. **Proc. Nutr. Soc. Afr.**, Pretoria, 2:59-68, 1961.
2. SPENCER, H. D. e col. Availability of fluoride from fish protein concentrate and from sodium fluoride in man. **J. Nutr.**, **100**:415-1422, 1970.
3. STILLINGS, B. R. e col. Further studies on the availability of the fluoride in fish protein concentrate, **J. Nutr.**, **103**:26-35, 1973.
4. SURE, B. The addition of small amounts of defatted fish flour to whole ywllow corn, wholewheat, whole and milled ryegrain sorghum and millet. I. Influence on growth and protein efficiency. II. Nutritive value of mineral in fish flour. **J. Nutr.**, Baltimore, **63**(4):409-416, 1957.
5. ZIPKIN, I. e col. Biological availability of the fluoride of fish protein concentrate in the rat. **J. Nutr.**, **100**:293-301, 1970.
6. LAJOLO, F. et al. Estudo Bromatológico de concentrados proteicos obtidos a partir da *Sardinella aurita* e da *Tilapia melanopleura*. I. Ensaio das Proteínas. **Arch. Latino Am. de Nutr.**, **25**(1):67-78. 1975.

7. LAJOLO, F. et al. Estudo Bromatológico de concentrados proteicos obtidos a partir da *Sardinella aurita* e da *Tilápia melanopleura*. II. Ensaio dos minerais. (enviado para publicação). Arch. Latinoam. Nutr.
8. INGENBLEEK, Y. J. et al. Le métabolisme du potassium dans la malnutrition protéique de l'enfant africain. *La semaine de Hôpitaux (Annales de pédiatrie)* 44^o année 50(12):3082. 1968.
9. FERRO, P.V.A.S. & HAM, A.N. Colorimetric determination of calcium by chloranilic acid. II. A semimicro method with reduced precipitation time. *Am J. Clin. Path.*, Baltimore, 28(6):689-692, 1957.
10. FISKE, C. H. & SUBAROW, U. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, Baltimore, 66(2):375-400, 1925.
11. CHEECK, D. B. & C. D. West. Alterations in body composition with sodium loading and potassium restriction in the rat: The total body sodium, nitrogen magnesium and calcium. *J. Clin. Invest.*, 35:763. 1956.
12. NESHEIM, M.C.; LEACH, Jr., R. M.; ZEIGLER, T. R. & SERAFIN, J. A. Interrelationships between dietary levels of sodium, chlorine and potassium. *J. Nutrition*, 84:361. 1964.
13. WILDE, S. W. Potassium, in Mineral Metabolism. An Advanced Treatise, Comar, C. L. e Bronner, F. (ed.) vol. II, A. P., 1962, pg. 73-104.

TABLA 4

APROVEITAMENTO BIOLÓGICO DA PROTEÍNA, CÁLCIO E FÓSFORO

Ração	Proteína			Cálcio			Fósforo		
	Ingerido	Fixado	Aprovei- tamento %	Ingerido	Fixado	Aprovei- tamento %	Ingerido	Fixado	Aprovei- tamento %
I	32,55 ± 1,14	13,42 ± 0,85	41,0 ± 1,4	3,463 ± 0,121	0,637 ± 0,063	18,3 ± 1,5	2,095 ± 0,073	0,535 ± 0,035	25,5 ± 1,2
II	30,82 ± 2,10	11,06 ± 1,52	35,0 ± 2,7	1,016 ± 0,069	0,387 ± 0,071	36,7 ± 4,9	0,728 ± 0,049	0,326 ± 0,055	43,7 ± 5,3 ₃
III	35,28 ± 0,70	14,08 ± 1,46	39,7 ± 3,3	1,214 ± 0,024	0,613 ± 0,064	50,1 ± 5,1	1,028 ± 0,020	0,554 ± 0,044	53,8 ± 4,2
IV	33,18 ± 1,38	14,38 ± 1,12	43,1 ± 2,9	1,216 ± 0,050	0,651 ± 0,091	53,0 ± 5,5	0,862 ± 0,036	0,521 ± 0,051	60,1 ± 4,8
V	32,55 ± 1,63	11,15 ± 0,46	34,4 ± 1,8	3,159 ± 0,158	0,437 ± 0,107	13,3 ± 3,5	2,584 ± 0,129	0,381 ± 0,025	14,8 ± 1,3

TABLA 5

APROVEITAMENTO DO POTASSIO E DO SODIO

Ração	Potássio			Sódio		
	Ingerido	Total Líquido Fixado	Aproveitamento %	Ingerido	Total Líquido Fixado	Aproveitamento %
I	\pm 0,772 \pm 0,027	\pm 0,194 \pm 0,010	\pm 25,1 \pm 0,8	\pm 0,671 \pm 0,023	\pm 0,091 \pm 0,009	\pm 13,4 \pm 1,0
II	\pm 0,160 \pm 0,011	\pm 0,126 \pm 0,023	\pm 76,3 \pm 10,9	\pm 0,094 \pm 0,006	\pm 0,063 \pm 0,008	\pm 66,3 \pm 5,0
III	\pm 1,590 \pm 0,031	\pm 0,208 \pm 0,021	\pm 13,0 \pm 0,7	\pm 0,235 \pm 0,004	\pm 0,083 \pm 0,007	\pm 35,3 \pm 2,5
IV	\pm 1,804 \pm 0,075	\pm 0,187 \pm 0,011	\pm 10,3 \pm 0,3	\pm 1,367 \pm 0,057	\pm 0,128 \pm 0,010	\pm 9,2 \pm 0,3
V	\pm 0,149 \pm 0,007	\pm 0,138 \pm 0,011	\pm 92,9 \pm 8,8	\pm 0,098 \pm 0,005	\pm 0,062 \pm 0,006	\pm 64,4 \pm 8,2