

## Exigência Nutricional de Sódio para Frangos de Corte de 1 a 21 Dias de Idade<sup>1</sup>

José Mauricio Sthel de Barros<sup>2</sup>, Paulo Cezar Gomes<sup>3</sup>, Horacio Santiago Rostagno<sup>3</sup>,  
Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>3</sup>, Adriana Helena do Nascimento<sup>4</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de determinar as exigências em sódio para pintos de corte machos e fêmeas, durante a fase inicial, foram utilizados 800 pintos, sexados, da marca comercial Avian Farms, no período de 1 a 21 dias de idade, com peso médio inicial de 40,5 g, submetidos a uma dieta basal (3.000 kcal EM/kg e 21,1% de PB) deficiente em sódio (0,017%), suplementada com NaCl, correspondente aos níveis 0,077, 0,137, 0,197, 0,257 e 0,317% de sódio total. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5x2 (níveis de sódio x sexo), com quatro repetições e 20 aves por unidade experimental. Foram avaliados o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA), o peso absoluto (PAA) e relativo (PRA) de adrenal, o rendimento (RC) e a matéria seca (MS) de carcaça, com as exigências estimadas por meio do modelo de regressão polinomial. Os níveis suplementares de sódio influenciaram GP, CR, CA e PRA, em ambos os sexos, não ocorrendo efeito significativo dos níveis estudados sobre PAA, RC e MS. Demonstrou-se que as avaliações biométricas (peso das adrenais) não são apropriadas para estudos de exigência, por causa do alto coeficiente de variação obtido no estudo. Com base nas características de desempenho, as exigências mínimas recomendadas de sódio, estimadas pelo modelo de regressão quadrática, foram de 0,256 e 0,255%, para machos e fêmeas, respectivamente.

Palavras-chave: carcaça, exigências nutricionais, frango de corte, glândula adrenal, sódio, sal

## Sodium Nutritional Requirement for Broilers from 1 to 21 Days of Age

**ABSTRACT** - Eight hundred Avian Farms chicks (50% males; 50% females) from 1 to 21 days of age, averaging 40.5 g, fed a basal diet (3.000 kcal ME/kg and 21.1% CP) deficient in sodium (0.017%) and supplemented with NaCl, corresponding to the levels of 0.077, 0.137, 0.197, 0.257 and 0.317% total sodium, were used to determine the sodium requirement. A completely randomized design, in a 5x2 (sodium levels x sex) factorial design, with four replicates and 20 chicks per experimental unit, were used. Weight gain, feed intake, feed:gain ratio, adrenal absolute weight and relative weight, carcass yield and carcass dry matter were evaluated, and the requirements were estimated by means of the polynomial regression models. The sodium supplementary levels affected weight gain, feed intake, feed:gain ratio and adrenal relative weight in both sexes, with no significant effect of the studied levels on the adrenal absolute weight, carcass yield and carcass dry matter. It was demonstrated that the biometric evaluations (adrenal weight) are not good parameters to determine the requirement, because of the high coefficient of variation values obtained in the study. Based on the birds performance, the minimum recommended sodium requirements, estimated by the polynomial model, were of 0.256 and 0.255%, for males and females, respectively.

Key Words: adrenal gland, broiler chicks, carcass, nutritional requirements, salt, sodium

### Introdução

A avicultura de corte têm-se caracterizado nas últimas décadas por enormes avanços no melhoramento genético das aves que, associado ao desenvolvimento nas áreas de nutrição, manejo, sanidade e ambiência, resultaram em elevados ganhos de produtividade. TARDIN (1986) relatou que estas alterações genéticas e de manejo são caracterizadas por intenso dinamismo, o que faz com que os produtos oriundos destes avanços tenham suas demandas nutricionais alteradas com o tempo, tornando-se necessária uma reavaliação das recomendações nutricionais mínimas.

No campo da nutrição, a importância do sódio para as espécies passou a ser considerada e estudada a partir da observação que animais em estado de carência apresentavam um voraz apetite por sal. Essencialidade demonstrada através dos estudos pioneiros conduzidos por Ringer (1881), citado por SCOTT et al. (1969), que provou ser indispensável a presença do mineral na constituição dos meios destinados à cultura de tecido in vitro.

Para MAYNARD et al. (1984), a determinação das exigências em minerais, quando comparada com os demais nutrientes orgânicos, é mais difícil de ser obtida, uma vez que inúmeros são os fatores que a

<sup>1</sup> Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à UFV para obtenção do título de *Magister Scientiae*. Projeto financiado pela FAPEMIG.

<sup>2</sup> Zootecnista, M.Sc., Polinutri Alimentos, Domingos Martins, ES.

<sup>3</sup> Professor - Departamento de Zootecnia, UFV - 36571-000 - Viçosa, MG. Bolsista CNPq. E.mail: pcgomes@mail.ufv.br

<sup>4</sup> Zootecnista, D.Sc., AGROCERES. E.mail: adrianan@agrocere.com.br

influenciam. Como principais interferências temos: as inter-relações entre os diversos elementos minerais e suas correlações com as frações orgânicas; as formas e quantidades reais dos minerais presentes na dieta; o estado nutricional (carência) dos animais com relação ao mineral pesquisado, influenciando sua absorção; e as diferenças genéticas entre animais da mesma espécie. ANDRIGUETTO et al. (1990) mencionaram que é difícil estudar sódio e o cloro de forma separada, uma vez que sua suplementação é feita simultaneamente, por meio do uso do sal. Retirando-se o sal das dietas, o sódio aparecerá como primeiro limitante, pois seu nível é menor do que o de cloro na maioria dos ingredientes utilizados nas rações.

Segundo SCOTT et al. (1969) e Welch (1984), citado por ROSADO (1988), o conteúdo de sódio no organismo animal pode variar entre 0,11 e 0,13%. Parte deste sódio encontra-se no esqueleto, na forma insolúvel, sendo praticamente inerte no organismo, e a maior porcentagem está presente no líquido extracelular, com aproximadamente 93% do total de cátions do plasma sanguíneo. Os mesmos afirmam ainda que o organismo é especialmente hábil na sua conservação, alterando sua excreção quando a ingestão é limitada. Dentre os principais mecanismos utilizados para o controle de sódio corporal temos: sistema renina-angiotensina, o sistema ADH e o mecanismo da sede (GUYTON, 1985).

Atualmente, importância do sódio na manutenção das funções vitais normais é bastante conhecida. Ele é o principal cátion presente nos fluidos extracelulares, atuando essencialmente no equilíbrio ácido básico e de pressão osmótica corporal, na atividade elétrica das células nervosas e do músculo cardíaco, na permeabilidade celular e na absorção dos monossacarídeos e aminoácidos (GUYTON, 1985; ROSADO, 1988; ANDRIGUETTO et al., 1990).

Segundo GUYTON (1995), níveis marginais de sódio nas rações reduzem a absorção de aminoácidos e monossacarídeos pelo trato gastrointestinal, cujo transporte é altamente dependente da bomba de sódio, com piora nas taxas de ganho de peso e de conversão.

Nesse sentido, em virtude de sua enorme importância, quando comparado a outros macrominerais, observam-se poucas pesquisas destinadas ao estabelecimento das exigências nutricionais em sódio para frangos. Este menor interesse se relacionaria principalmente com o baixo custo de suplementação das rações à base de milho e farelo de soja, uma vez que

as fontes suplementares normalmente empregadas (cloreto de sódio ou bicarbonato de sódio) apresentam preços relativamente baixos.

Este panorama têm-se alterado nos últimos anos. Problemas com a excessiva umidade de cama, gerada por maiores densidades de criação, tem estimulado os nutricionistas a procurar restringir a inclusão de sódio nas rações, como forma de reduzir a ingestão e excreção de água, sem afetar o desenvolvimento das aves. Entretanto, a necessidade de se criar dietas diferenciadas para frangos de corte nos primeiros dias de vida tem gerado, informações dissonantes com as recomendações feitas pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994), haja visto os estudos realizados por BRITTON (1991), MAIORKA et al. (1998) e RONDÓN et al. (2000) que obtiveram maiores exigências nutricionais de sódio para as fases iniciais.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a exigência de sódio para frangos de corte na fase inicial (1 a 21 dias), baseando-se em estimativas de exigência, estabelecidas por meio do modelo de regressão polinomial (linear e quadrática), para os parâmetros de desempenho (ganho de peso e conversão alimentar).

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 4 a 25 de setembro de 1997, na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 800 pintos de corte, sexados, da marca comercial Avian Farms, vacinados no incubatório contra Boubá Aviária e Doença de Marek, com peso médio inicial de 40,5 g. No período de 1 a 21 dias de idade as aves foram criadas sob condições tradicionais de manejo, conforme descritas por GOMES et al. (1996), e alojadas de forma aleatória em 40 boxes, com 2 m<sup>2</sup> cada, cobertos com maravalhas, situados em galpão convencional de criação.

Durante o período experimental o programa de luz adotado foi o de 24 horas de luz contínua (natural + artificial), com o aquecimento feito até o 14º dia por intermédio de lâmpadas infravermelhas de 250 W. Os teores de sódio contido na água fornecida às aves foram monitorados através de amostras semanais (quatro) e quantitativamente determinados pelo método do espectrofotômetro de chama, variando entre 4 e 5 ppm, níveis estes, considerados normais segundo MACARI (1996).

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de sódio

x 2 sexos) e quatro repetições de 20 aves por unidade experimental.

A ração experimental basal foi formulada à base de milho e farelo de soja segundo as recomendações de ROSTAGNO et al. (1996), de modo suprir as exigências nutricionais mínimas, exceto para o elemento em estudo, conforme Tabela 1. Em metade da ração basal o inerte foi substituído parcialmente por 0,770% de cloreto de sódio (com 39% de Na), correspondendo ao tratamento com 0,317% de Na (T5). Os demais tratamentos foram obtidos pela diluição desta dieta com a ração basal, conforme se segue: T4 = com 0,257% de Na (80% de T5 + 20% da basal); T3 = com 0,197% de Na (60% de T5 + 40% da basal); T2 = com 0,137% de Na (40% de T5 + 60% da basal); e T1 = com 0,077% de Na (20% de T5 + 80% da basal).

No final do experimento foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar. O rendimento e a matéria seca das carcaças, bem como o tamanho absoluto e relativo das glândulas adrenais, foram obtidos de três aves por unidade experimental, com o peso o mais próximo da média de peso de cada repetição, abatidas, após oito horas de jejum.

Todas as adrenais, após terem sido retiradas, foram identificadas e resfriadas em solução fisiológica para posterior avaliação de peso. Na pesagem, realizada em balança analítica de 0,0001 g de precisão, as glândulas adrenais foram secas em papel-filtro e limpas com bisturi, retirando possíveis tecidos não pertencentes ao órgão.

As carcaças, após resfriamento, foram pesadas e moídas conjuntamente (por unidade experimental) em moinho tipo Cutter, durante 20 minutos. Amostras foram retiradas e congeladas para posterior análise de umidade, segundo o método descrito por SILVA (1990). Para a determinação do seu rendimento, foi considerado o peso da carcaça eviscerada resfriada, incluindo cabeça, pés e gordura abdominal, em relação ao peso vivo individual, obtido no pré-abate.

As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997) e, as exigências de sódio foram estimadas pelo modelo de regressão quadrático, considerando o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e a interpretação biológica dos parâmetros. O modelo descontínuo Linear Response Plateau - LRP (BRAGA, 1983) foi realizado no estudo, utilizando-o para a comparação entre ambos os modelos.

As análises de variância foram realizadas segundo o modelo matemático:

Tabela 1 - Composição percentual da ração basal  
Table 1 - Percentage composition of the basal diet

Ingrediente <i>Ingredient</i>	(%)
Milho - 8,5% PB <i>Corn - 8.5% CP</i>	55,74
Farelo de soja - 45,5% PB <i>Soybean meal - 45.5% CP</i>	36,62
Óleo ( <i>Oil</i> )	2,78
Calcário <i>Limestone</i>	1,27
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,90
Suplemento mineral <sup>1</sup> <i>Premix mineral</i>	0,05
Suplemento vitamínico <sup>2</sup> <i>Premix vitamin</i>	0,10
Antioxidante (BHT) <i>Antioxidant</i>	0,01
Bacitracina de zinco <i>Zinc bacitracin</i>	0,02
Cloreto de colina (60%) <i>Choline chlorine</i>	0,10
Anticoccidiano <sup>3</sup> <i>Anticoccidial</i>	0,06
DL-metionina (99%) <i>DL-methionine</i>	0,20
L-lisina.HCl (78,4%) <i>L-lysine</i>	0,15
Inerte (caulim) <i>Inert</i>	1,00
Total	100,00
Composição calculada na matéria natural <i>Calculated composition on as-fed basis</i>	
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	21,10
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3000
Cálcio (%)	0,995
Fósforo disponível (%) <i>Availabre phosphorus</i>	0,460
Metionina (%) <i>Methionine</i>	0,511
Metionina + cistina (%) <i>Methionine + Cystine</i>	0,881
Lisina (%) <i>Lysine</i>	1,170
Treonina (%) <i>Threonine</i>	0,814
Triptofano (%) <i>Tryptophan</i>	0,290
Sódio (%) <i>Sodium</i>	0,017
Cloro (%) <i>Chlorine</i>	0,066

<sup>1</sup> Composição por Kg do produto: (*Composition per Kg of product*): Fe, 160 g; Co, 4 g; Cu, 20 g; Mn, 120 g; Zn, 100 g; I, 2 g; excipiente q.s.p., 1000g.

<sup>2</sup> Composição por Kg do produto: (*Composition per Kg of product*): vit. A, 15.000.000 UI; vit. D<sub>3</sub>, 1.500.000 UI; vit. E, 15.000 UI; vit. B<sub>1</sub> (*thiamin*), 2,0 g; vit. B<sub>2</sub> (*riboflavin*), 4,0 g; vit. B<sub>6</sub>, 3,0 g; vit. B<sub>12</sub>, 0,015 g; ácido nicotínico (*nicotinic acid*), 25 g; ácido pantotênico (*pantotenic acid*), 10 g; vit. K<sub>3</sub>, 3,0 g; ácido fólico (*folic acid*), 1,0 g; bacitracina de zinco (*zinc bacitracin*), 10 g; Se, 250 mg; antioxidante (*antioxidant*) B.H.T., 10 g; excipiente q.s.p. 1.000 g.

<sup>3</sup> Coban - 20% de monensina sódica (*monensin*).

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + S_i + TS_{ij} + e_{ijk},$$

em que:  $Y_{ijk}$  = produção observada na unidade experimental k, que recebeu o nível de sódio j e o sexo i;  $\mu$  = média geral;  $T_j$  = efeito do j-éssimo nível de sódio, sendo j = 0,077; 0,137; 0,197; 0,257 e 0,317%;  $S_i$  = efeito do i-éssimo sexo, sendo i = macho e fêmea;  $TS_{ij}$  = efeito da interação nível de sódio j e do sexo i;  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação, sendo o erro NID (0, S<sub>2</sub>).

## Resultados e Discussão

Os efeitos dos níveis de sódio sobre o desempenho, rendimento e matéria seca das carcaças, bem como, tamanho relativo e absoluto das glândulas adrenais, de frangos de corte, de ambos os sexos, aos 21 dias de idade, são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Em ambos os sexos, os teores de sódio nas rações influenciaram significativamente o GP, o CR e a CA, em concordância com os resultados obtidos por BRITTON (1991), ZANARDO (1994) e MAIORKA et al. (1998). Entretanto, MURAKAMI et al. (1997a,b) e RONDÓN et al. (2000) não observaram qualquer efeito dos níveis de sódio sobre o consumo de ração.

Para PENZ JUNIOR (1998), a melhoria no ganho de peso com o aumento do sódio nutricional é determinada, aparentemente, pelo maior consumo de ração, o que está de acordo com o presente estudo. Segundo o autor, o aumento no consumo de ração estaria ligado a uma maior ingestão de água pelas aves alimentadas com níveis mais altos de sódio. Entretanto, MURAKAMI et al. (1997b), observaram que o consumo de ração não era significativamente influenciado pelos teores de sódio, mas sim, pelos teores de cloro das rações.

BARLOW et al. (1948) verificaram que o aumento dos níveis de sal das rações, tendiam a falsear a taxa de ganho de peso e o peso vivo das aves, uma vez que foi observado um crescimento na retenção de água pelos tecidos corporais. Contudo, independentemente do sexo, os níveis de sódio da ração não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a matéria seca das carcaças, resultados que estão de acordo com os obtidos por DILWORTH et al. (1971), DEWAR e WHITEHEAD (1973) e ZANARDO (1994), que não verificaram diferenças significativas no teor de água corporal.

O rendimento de carcaça aos 21 dias também não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela porcentagem de sódio

Tabela 2 - Efeito dos diferentes níveis de sódio sobre o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte (1 a 21 dias de idade)<sup>1</sup>

Table 2 - Effect of different sodium levels on weight gain (WG), feed intake (FI) and feed:gain ratio (F/G) of chicks broiler (1 to 21 days of age)<sup>1</sup>

Sexo <i>Sex</i>	Sódio (%) <i>Sodium</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain</i>	Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>
Macho <i>Male</i>	0,077	285,2	943,7	3,309
	0,137	547,2	1.022,3	1,868
	0,197	623,3	1.050,3	1,685
	0,257	581,2	1.109,4	1,909
	0,317	639,7	1.060,3	1,657
	Média <i>Mean</i>		535,3	1.037,2
Fêmea ( <i>Female</i> )	0,077	341,9	838,2	2,451
	0,137	565,6	1.016,9	1,798
	0,197	586,2	1.030,4	1,758
	0,257	626,9	1.022,1	1,630
	0,317	607,6	1.008,3	1,659
	Média <i>Mean</i>		545,6	983,2
Níveis de sódio <sup>2</sup> <i>Sodium levels</i>	Macho <i>Male</i>	Q ***	Q ***	Q ***
	Fêmea <i>Female</i>	Q ***	Q ***	Q ***
Sexo <i>Sex</i>		ns	***	***
CV (%)		4,05	2,75	3,46

<sup>1</sup> \*\*\* ( $P \leq 0,001$ ); ns ( $P > 0,05$ ), pelo teste F; ns = não-significativo (\*\*\*) =  $P \leq 0,001$ ; ns =  $P > 0,05$ , by F test; ns = not significant).

<sup>2</sup> Q = Efeito quadrático (Q = quadratic effect).

Tabela 3 - Efeito dos diferentes níveis de sódio sobre o rendimento (RC) e matéria seca de carcaça (MS), peso absoluto (PAA) e relativo (PRA) das glândulas adrenais de frangos de corte no 21º dia de idade<sup>1</sup>Table 3 - Effect of different sodium levels on the carcass yield (CY), carcass dry matter (CDM), adrenal absolute weight (AAW) and relative weight (ARW) of chicks broiler on the 21<sup>th</sup> days of age<sup>1</sup>

Sexo <i>Sex</i>	Sódio (%) <i>Sodium</i>	RC (%) <i>CY (%)</i>	MS (%) <i>CDM (%)</i>	PAA (mg/ave) <i>AAW (mg/bird)</i>	PRA (mg/100g peso) <i>ARW(mg/100g weight)</i>
Macho <i>Male</i>	0,077	78,49	30,67	84,45	24,83
	0,137	79,87	30,81	69,86	11,48
	0,197	78,74	30,72	69,78	10,43
	0,257	78,40	30,74	80,57	12,70
	0,317	79,78	30,72	90,07	13,25
	Média <i>Mean</i>	79,05	30,73	78,95	14,53
Fêmea <i>Female</i>	0,077	77,44	30,73	64,90	17,15
	0,137	79,18	30,73	73,59	12,10
	0,197	78,20	30,71	61,65	9,88
	0,257	79,30	30,75	76,77	11,75
	0,317	79,74	30,63	69,49	10,80
	Média <i>Mean</i>	78,77	30,71	69,28	12,33
Níveis de sódio <sup>2</sup> <i>Sodium levels</i>	Macho <i>Male</i>	ns	ns	ns	Q***
	Fêmea <i>Female</i>	ns	ns	ns	Q*
	Sexo <i>Sex</i>	ns	ns	*	*
	CV (%)	2,81	2,69	16,81	19,16

<sup>1</sup> \*\*\* (P≤0,001); ns (P>0,05), pelo teste F; ns = não-significativo (\*\*\*) = P≤0,001; ns = P>0,05, by F test; ns = not significant).<sup>2</sup> Q = Efeito quadrático (Q = quadratic effect).

presente na ração, demonstrando que o aumento do ganho de peso, com o aumento do sódio, não foi devido a uma maior quantidade de água retida em nível de vísceras, pois, caso ocorresse, um menor rendimento de carcaça seria observado.

O peso absoluto das glândulas adrenais não foi significativamente influenciado pelos teores de sódio (P>0,05), demonstrando a não ocorrência de hipertrofia da glândula em níveis deficientes em sódio. Segundo GUYTON (1985), a hipertrofia seria provocada pelo aumento da zona glomerular do córtex da supra-renal, na tentativa de aumentar a produção de hormônios mineralocorticóides (principalmente aldosterona) responsáveis pela aumento da capacidade de reabsorção do sódio pelo rins. Contudo, a não observação de modificações no tamanhos das adrenais nos níveis mais baixos de sódio, através da avaliação biométrica realizada na pesquisa, pode estar relacionado com o alto coeficiente de variação obtido para a variável.

Por outro lado, quando se avaliou o tamanho das glândulas em relação ao peso vivo das aves, observou-se efeito significativo dos níveis de sódio total sobre o peso relativo das adrenais, o que está de

acordo com os resultados obtidos por NOTT e COMBS (1969). Todavia, tal efeito, está estreitamente relacionado com a curva de ganho de peso apresentada pelas aves, uma vez que o peso absoluto das glândulas adrenais não apresentou alteração de peso significativa.

As exigências em sódio para pintos de corte, de 1 a 21 dias de idade, considerando os dados de ganho de peso e de conversão estão apresentadas na Tabela 4. Elas foram estimadas a partir de equações ajustadas por meio dos modelos de regressão polinomial (quadrática), conforme ilustradas nas Figuras de 1 a 4. Estão presentes, tanto na tabela quanto nas figuras, as exigências estimadas pelo modelo descontínuo LRP, usadas para efeito de comparação entre ambos.

O efeito quadrático (P ≤ 0,001) dos níveis de sódio sobre ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de machos e fêmeas indicou que o excesso de sódio prejudicam o desempenho das aves. Estes resultados estão parcialmente de acordo com os obtidos por MURAKAMI et al. (1997a,b), ZANARDO (1994) e RONDÓN et al. (2000) que não encontraram efeitos dos níveis de sódio sobre o consumo de ração. A piora de desempenho das aves

Tabela 4 - Estimativas de exigência de sódio para frangos de corte, machos e fêmeas, de 1 a 21 dias de idade, por modelos de regressão quadrática e Linear Response Plateau (LRP)<sup>1</sup>Table 4 - Estimates of sodium requirement for chicks broiler, females and males, from 1 to 21 days old, by the quadratic regression models and Linear Response Plateau (LRP)<sup>1</sup>

Modelo/sexo <i>Model/sex</i>	Equação de regressão <i>Equations of regression</i>	Pmáx ou Pmín <sup>2</sup>	Exigência % <i>Requirement</i>	SQD <sup>3</sup> <i>SSD</i>	R <sup>2</sup>
<b>Quadrático</b> <i>Quadratic</i>					
<b>Macho</b> <i>Male</i>					
Ganho de peso <i>Weight gain</i>	$Y = -37,98 + 5344,02X - 10420,9X^2$	647,14	0,256	0,90 ***	8522,7
Conversão alimentar <i>Feed: gain ratio</i>	$Y = 4,911 - 27,279X + 55,444X^2$	1,555	0,246	0,84 ***	0,3007
<b>Fêmea</b> <i>Female</i>					
Ganho de peso <i>Weight gain</i>	$Y = 58,89 + 4629,6X - 9243,06X^2$	638,59	0,250	0,94 ***	3356,1
Conversão alimentar <i>Feed: gain ratio</i>	$Y = 3,233 - 12,870X + 25,266X^2$	1,593	0,255	0,93 ***	0,0334
Modelo/sexo <i>Model/sex</i>	Equação da reta <i>Equations of straight</i>	Platô <i>Plateau</i>	Exigência % <i>Requirement</i>	SQD <sup>3</sup> <i>SSD</i>	R <sup>2</sup>
<b>LRP</b>					
<b>Macho</b> <i>Male</i>					
Ganho de peso <i>Weight gain</i>	$Y = -50,90 + 4365,62X$	614,74	0,152	0,98	1816,8
Conversão alimentar <i>Feed: gain ratio</i>	$Y = 5,164 - 24,052X$	1,753	0,142	0,98	0,0377
<b>Fêmea</b> <i>Female</i>					
Ganho de peso <i>Weight gain</i>	$Y = 54,93 + 3727,29X$	606,92	0,148	0,98	826,9
Conversão alimentar <i>Feed: gain ratio</i>	$Y = 3,287 - 10,861X$	1,683	0,148	0,98	0,0089

(1) \*\*\* ( $P \leq 0,001$ ), pelo teste F. ( $P \leq 0,01$ ), by F test.(2) Pmáx - ponto de máximo (*Pmáx - maximum point*) e Pmín - ponto de mínimo (*Pmín - Minimum point*).(3) SQD - Soma de quadrado dos desvios (*SSD - Square sum of deviation*).R<sup>2</sup> Coeficiente de determinação (*Coefficient of determination*).

estaria possivelmente relacionada com o maior gasto energético da bomba de Na-K, na tentativa de controlar o gradiente eletroquímico entre o meio extra e intracelular ou, a toxidez do mineral em altos níveis.

As exigências em sódio para frangos de corte machos, com base no ganho de peso e na conversão alimentar, ajustadas por meio do modelo quadrático, foram estimadas em 0,256 e 0,246% e para as fêmeas em 0,250 e 0,255, respectivamente.

Quando ajustadas por meio do modelo LRP, para machos e fêmeas, as exigências em sódio foram estimadas em 0,152 e 0,148% para ganho de peso e em 0,142 e 0,148% para conversão alimentar, respectivamente.

Em concordância com os resultados obtidos por SILVA (1996) e CASTRO (1997), em diferentes trabalhos de determinação de requerimento nutricional,

os valores estimados de exigência, quando ajustados por meio do modelo LRP, foram inferiores aos obtidos por meio do modelo quadrático. Embora as estimativas de exigências obtidas por meio do modelo LRP, em relação às obtidas por meio do modelo quadrático, tenham apresentado menor SQD e, com isso, um melhor ajuste estatístico, elas não representaram, de forma adequada, as melhores respostas biológicas obtidas em função do sódio da ração, subestimando o nível ótimo.

Tais observações concordam com DALE (1984), COELHO et al. (1987) e MORRIS (1989), segundo os quais, o método da linha quebrada (LRP) quase sempre subestima a exigência, por ignorar a lei biológica do retorno decrescente e não considerar que num grupo de animais não se verifica mudança linear da exigência, uma vez que cada indivíduo dentro do

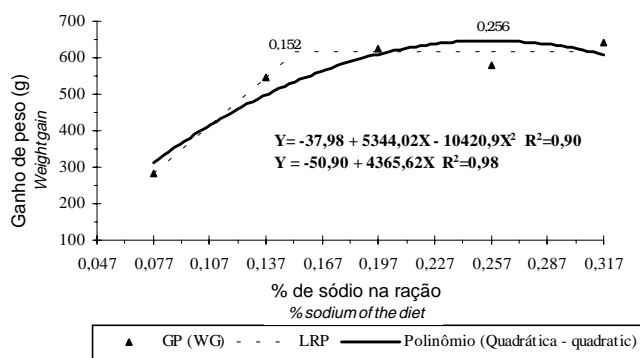


Figura 1 - Efeito dos níveis de sódio da ração sobre o ganho de peso de pintos de corte machos (1 a 21 dias de idade).

Figure 1 - Effect of sodium levels of the ration on weight gain of male chicks broiler (1 to 21 days of age).

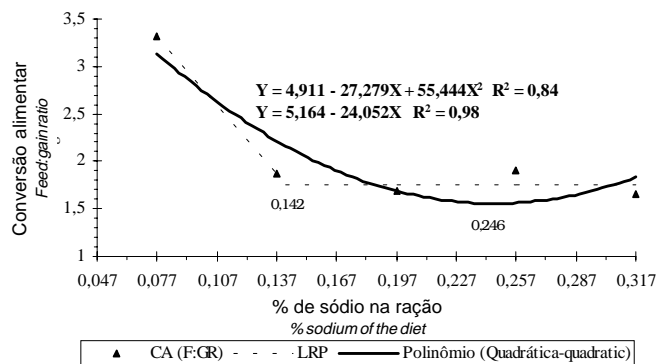


Figura 3 - Efeito dos níveis de sódio da ração sobre a conversão alimentar de pintos de corte machos (1 a 21 dias de idade).

Figure 3 - Effect of sodium levels of the ration on feed:gain ratio of male chicks broiler (1 to 21 days of age).

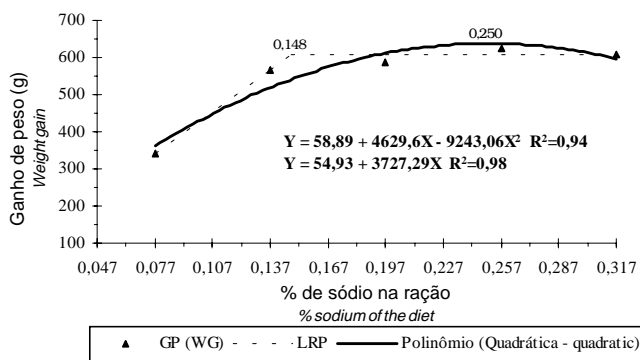


Figura 2 - Efeito dos níveis de sódio da ração sobre o ganho de peso de pintos de corte fêmeas (1 a 21 dias de idade).

Figure 2 - Effect of sodium levels of the ration on weight gain of female chicks broiler (1 to 21 days of age).

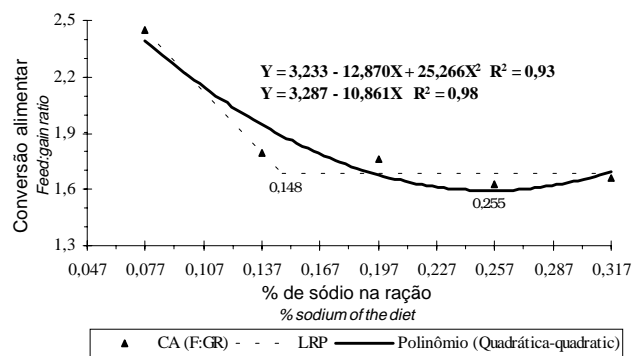


Figura 4 - Efeito dos níveis de sódio da ração sobre a conversão alimentar de pintos de corte fêmeas (1 a 21 dias de idade).

Figure 4 - Effect of sodium levels of the ration on feed:gain ratio of female chicks broiler (1 to 21 days of age).

grupo possui respostas diferentes dos demais (são várias LRP que ajustadas dão uma curva sigmóide).

Assim, uma vez que as aves mantidas com consumo ad libitum de água de boa qualidade apresentam uma boa capacidade de se ajustar a excessos marginais de sódio, estimar as exigências em sódio por meio do modelo de regressão quadrática torna-se, portanto, uma alternativa mais coerente, quando comparada com o modelo descontínuo LRP.

Com base nas respostas de desempenho (ganho de peso e conversão alimentar) e respeitando a interpretação biológica e o coeficiente de determinação obtido pelo modelo de regressão quadrática,

recomenda-se a exigência mínima em sódio para frangos de corte, machos e fêmeas, de 1 a 21 dias de idade, de 0,256 e 0,255%, respectivamente.

As estimativas de exigência em sódio obtidas neste estudo são próximas às recomendações de 0,25% feitas por MURAKAMI et al. (1997b), sendo, contudo, superiores às recomendações feitas por ROSTAGNO et al. (1996), MURAKAMI et al. (1997a) e NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC (1994), que são de 0,20% de sódio para pintos de 1 a 21 dias. Estes valores reforçam a tendência recente de níveis mais elevados de sódio em diferentes fases de desenvolvimento inicial das aves, tais

como as recomendações feitas por EDWARDS JUNIOR (1984) de 0,30 a 0,41%, BRITTON (1991) de 0,45%, MAIORKA et al. (1998) de 0,40% e RONDÓN et al. (2000) de 0,29%.

### Conclusões

Com base nas equações de regressão obtidas para ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, as exigências nutricionais mínimas de sódio foram 0,256 e 0,255%, para machos e fêmeas, respectivamente.

### Agradecimento

Ao amigo e companheiro Marcelo Pádua Rodrigues e à bolsista de Iniciação Científica Karina Granato Nunes Magalhães, pela indispensável ajuda na condução deste trabalho, pela infinita paciência, pela dedicação e pelos bons momentos de convivência.

### Referências Bibliográficas

- ANDRIGUETTO, J.M., PERLY, L., MINARDI, I. et al. 1990. *Nutrição animal*. 4.ed. São Paulo: Nobel. v.1, 395p.
- BARLOW, J.S., SLINGER, S.J., ZIMMER, R.P. 1948. The reaction of growing chicks to diets varying in sodium chloride content. *Poult. Sci.*, 27(5):542-552.
- BRAGA, J.M. 1983. *Avaliação da fertilidade do solo* (Ensaio de Campo). Viçosa: UFV, MG, pub. n.156, 101p.
- BRITTON, W.M. 1991. Sodium chloride for broiler chick growth. *Poult. Sci.*, 70:18 (Supplement 1).
- CASTRO, A.J. *Exigências de triptofano para frangos de corte machos e fêmeas*. Viçosa, MG: UFV, 1997. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- COELHO, L.S.S., COSTA, P.M.A., SILVA, M.A. et al. 1987. Modelos para estimar exigência nutricionais de suínos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 16(1):102-110.
- DALE, N. 1984. Los requerimientos de nutrientes: Hasta qué punto son aplicables? *Avicultura Profesional*, 2(2):63-64.
- DEWAR, W.A., WHITEHEAD, C.C. 1973. Sodium supplementation of broiler rations. *Br. Poult. Sci.*, 14(3):315-318.
- DILWORTH, B.C., SCHULTZ, C.D., DAY, E.J. et al. Observations with broilers fed varying dietary sodium chloride levels from 56 to 63 days of age. In: ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE, 19, 1971, Chicago. *Proceedings...* Chicago: Agricultural division PFIZER INC, 1971. 98p.
- EDWARDS JR., H.M. 1984. Studies on the etiology of tibial dyschondroplasia in chickens. *J. Nutr.*, 114(6):1001-1013.
- GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. 1996. *Criação de frangos de corte*. Viçosa, MG: UFV. 18p.
- GUYTON, A.C. 1985. *Tratado de fisiologia médica*. 8.ed., Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan. 864p.
- MACARI, M. 1996. *Água na avicultura industrial*. 1.ed., Jaboticabal: FUNEP. 128p.
- MAIORKA, A., MAGRO, N., BARTELS, H.A. et al. Efeito

- do nível de sódio e diferentes relações entre sódio, potássio e cloro em dietas pré-iniciais no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, SP, 1998. *Anais...* Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998. p.478-480.
- MAYNARD, L.A., LOOSLY, J.K., HINTZ, H.F. et al. 1984. *Nutrição animal*. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 726p.
- MORRIS, T.R. 1989. *Recent developments in poultry nutrition*. 1.ed., Londres: Cole & Haresign. 344p.
- MURAKAMI, A.E., SALEH, E. A., ENGLAND, J.A. et al. 1997a. Effect of level and source of sodium on performance of male broilers to 56 days. *J. Appl. Poult. Res.*, 6(1):128-136.
- MURAKAMI, A.E., WATKINS, S.E., SALEH, E.A. et al. 1997b. Estimation of the sodium and chloride requirements for the young broiler chick. *J. Appl. Poult. Res.*, 6(1):155-162.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrients requirements of poultry*. 9.ed. National Academic Press, Washington, DC.
- NOTT, H., COMBS, G.F. 1969. Sodium requirement of the chick. *Poult. Sci.*, 48(2):660-665.
- PENZ JÚNIOR, A.M. Nutrição na primeira semana In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE NA 1ª SEMANA, Campinas, SP, 1998. *Anais...* Campinas: FACTA, 1998. p.121-139.
- RONDÓN, E.O.O., MURAKAMI, A.E., FURLAN, A.C. et al. Exigências nutricionais de sódio e de cloro e estimação do melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP, 2000. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. p.43.
- ROSADO, A.M.S. *Efeitos de coccidídeos ionofóricos sobre o desempenho e o balanço de eletrólitos em frangos de corte*. Viçosa, MG:UFV, 1988. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- ROSTAGNO, H.S., BARBARINO JUNIOR, P., BARBOSA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, Viçosa, MG, 1996. *Anais...* Viçosa:DZO, 1996. p.361-388.
- SCOTT, M.L., NESHEIM, M.S., YOUNG, R.J. 1969. *Nutrition of the chicken*. New York: M.L. Scott & Associates. 511p.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos: métodos químicos e bromatológicos*. Viçosa - MG: UFV. 160p.
- SILVA, M.A. *Exigências nutricionais em metionina+cistina para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- TARDIN, A.C. Requerimentos nutricionais de matrizes pesadas: programas de alimentação. In: SEMINÁRIO DOS PRODUTORES DE PINTOS DE CORTE, 4, Campinas, SP, 1986. *Anais...* Campinas: FACTA, 1986. p.29-43.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1997. *Sistema de análises estatísticas e genética* - SAEG, Viçosa, MG: UFV (Software).
- ZANARDO, J.A. *Níveis de sódio e agentes anticoccidianos ionoforos e não-ionoforos em rações de frangos de corte*. Viçosa, MG:UFV, 1994. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

Recebido em: 29/06/00

Aceito em: 15/03/01