

SUPLEMENTAÇÃO DE COLINA PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS HISEX BROWN
E HISEX WHITE. 2. DEPOSIÇÃO DE
GORDURA HEPÁTICA E NÍVEIS DE
LÍPIDEOS PLASMÁTICOS*

CASSIO XAVIER DE MENDONÇA JUNIOR
Professor Associado
Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia da USP

ELVIRA MARIA GUERRA
Pós-Graduanda
Faculdade de Ciências
Farmacêuticas da USP

CLAUDIO ALVARENGA DE OLIVEIRA
Professor Assistente
Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia da USP

MENDONÇA JUNIOR, C.X.; GUERRA, E.M.;
OLIVEIRA, C.A. Suplementação de
colina para poedeiras comerciais
Hisex Brown e Hisex White. 2. De-
posição de gordura hepática e ní-
veis de lipídeos plasmáticos.
Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S.
Paulo, 26(1):93-103, 1989.

RESUMO: 64 galinhas da linhagem Hisex Brown e 64 da linhagem Hisex White, apresentando respectivamente, 63 e 64 semanas de idade, foram alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja contendo suplementação de 500, 1000, 1500 e 2000 mg de colina por quilo e nível constante de 0,253% de metionina para todas as dietas experimentais, correspondendo a 80% das necessidades estabelecidas pelo National Research Council. Embora as galinhas Hisex Brown tivessem apresentado peso do fígado (g) significativamente maior que as Hisex White, não foram consignadas diferenças entre as linhagens estudadas no relativo à gordura hepática, níveis plasmáticos de estradiol, lipídeos totais, triglicérides e colesterol total. Os valores de TGO e colesterol HDL no plasma, mostraram-se significativamente mais elevados nas aves da linhagem Hisex Brown. A adição de colina à dieta, em níveis de 1500 e 2000 mg/kg, determinou redução significativa nos teores de lipídeos hepáticos. Foi verificada a existência de correlação negativa significativa entre os valores de colina suplementar na dieta e dos lipídeos

totais no plasma ($r = - 0,287$).

UNITERMOS: Colina; Gordura hepática;
Lipídios; Estradiol; Plasma
sanguíneo; Galinhas poedeiras

INTRODUÇÃO

Pelo fato do acúmulo de gordura hepática ter sido freqüentemente observado em inúmeras condições patológicas das aves, o estudo dos fatores que afetam esta deposição anormal de lipídeos no fígado tem despertado o interesse de vários pesquisadores. Dentre estes fatores, merecem destaque as alterações fisiológicas e o consumo de dietas deficientes em aminoácidos, ácidos graxos essenciais e algumas vitaminas (JENSEN, 11, 1979).

Por ocasião do início da maturidade sexual, alterações profundas ocorrem no metabolismo lipídico das aves como resultado da secreção de estrógenos pelos folículos ovarianos em crescimento que estão sob influência das gonadotrofinas hipofisárias. As concentrações dos lipídeos no plasma sanguíneo passam de valores entre 200 e 500 mg/100 ml nas aves imaturas, para 1500 a 3000 mg nas galinhas poedeiras (HAWKINS & HEALD, 10, 1966). Ao mesmo tempo, o fígado aumenta de tamanho enquanto que seu teor de gordura torna-se o dobro daquele existente na ave jovem, com a finalidade de prover lipoproteínas para a formação da gema.

Do ponto de vista nutricional, a colina tem sido mencionada como um fator envolvido na prevenção do acúmulo de gordura hepática em galinhas poedeiras. Assim, GRIFFITH et alii, 7 (1969) e SCHEXNAILDER & GRIFFITH, 24 (1973) observaram que a suplementação de colina reduziu o teor de gordura no fígado de poedeiras de forma mais intensa que a associação entre metionina e vitamina B12. CRAWFORD et alii, 5 (1969) relataram valores de lipídeos hepáticos de galinhas recebendo 3819 ou 5729 mg de colina por quilo, significativamente menores que os obtidos para aves alimentadas com dietas contendo 955 mg/kg. NESHEIM et alii, 20 (1971) assinalaram resposta inconstante conforme esta vitamina fosse adicionada a dietas práticas contendo níveis marginais de metionina ou a dietas purificadas, sendo positiva apenas nesta última condição. RUIZ et alii, 23 (1983), por sua vez, observaram

* Auxílio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Processo 85/0955-9.

que a suplementação de colina para aves pesadas determinou redução dos níveis de gordura hepática, não sendo tal efeito sentido nas aves leves.

JENSEN et alii, 12 (1974) constataram que o acúmulo de gordura hepática tenderia a ser menor com a suplementação de colina, porém sem significado estatístico. MARCH, 13 (1981) consignou redução das concentrações de lipídeos no fígado quando a colina era suplementada às rações, no entanto, enfatiza a dificuldade no estabelecimento dos teores de gordura em fígados considerados como normais e patológicos. Neste sentido, NESHEIM et alii, 19 (1969) verificaram que galinhas alimentadas com dietas deficientes em colina apresentavam fígados com valores de gordura inferiores aos observados em aves com Síndrome Hemorrágica do Fígado Gorduroso.

PEARSON & BUTLER, 21 (1978) correlacionando os teores de gordura no fígado com os níveis de lipídeos plasmáticos, observaram tendência para que estes acompanhassem os valores hepáticos, embora a correlação entre ambos os parâmetros fosse muito baixa para ser utilizada como meio diagnóstico da esteatose hepática. Os autores afirmaram que atualmente não é conhecida nenhuma análise bioquímica do sangue capaz de detectar a presença desta afecção em galinhas poedeiras.

Apesar das considerações anteriores, HARMS & SIMPSON, 8 (1979) verificaram que galinhas poedeiras com Síndrome do Fígado Gorduroso continham teores muito elevados de colesterol e de cálcio no soro sanguíneo que, por sua vez, apresentava-se de aspecto cremoso lembrando gema de ovo.

SIMPSON & HARMS, 25 (1983) concluíram que a involução das gemas na cavidade abdominal cria condições para o desenvolvimento da hipercolesterolemia e aterosclerose em galinhas que não estavam em produção e apresentavam FLS espontânea. Os citados autores obtiveram, para aves em postura, níveis normais de colesterol plasmático da ordem de 115 mg/100 ml e para as galinhas fora de postura, 456 mg/100 ml. Além do colesterol, também os triglicérides plasmáticos mostravam-se bem mais elevados para as galinhas que não produziam ovos quando em comparação com aquelas em postura (TODA et alii, 29, 1980).

HARMS et alii, 9 (1972), submetendo aves com Síndrome do Fígado Gorduroso a uma mistura de vitamina E, colina e vitamina B12 não obtiveram efeito benéfico de tais aditivos sobre os níveis de colesterol sanguíneos. Assinalaram, ainda, valores cerca de três vezes mais elevados nas galinhas que não botavam quando comparados com os obtidos para as aves em postura.

No relativo à influência de fatores genéticos sobre os níveis de lipídeos no

sangue, NEIL et alii, 18 (1982) relataram valores de colesterol total e triglicérides mais elevados em populações de galinhas Australorp, selecionadas para altos teores de gordura hepática, quando comparados com os obtidos para aquelas de baixos níveis. Diferenças entre linhagens foram ainda assinaladas por MENDONÇA JUNIOR & SILVA, 17 (1988) entre galinhas Hisex Brown e Hisex White, submetidas a dietas contendo diferentes ingredientes alimentares.

Ainda considerando as análises bioquímicas do sangue como medidas auxiliares na avaliação das condições hepáticas, AOYAMA et alii, 3 (1980) mencionaram aumento de atividade das transaminases oxalacética glutâmica e pirúvica glutâmica, no soro de ratos submetidos a dieta deficiente em colina, em consequência da destruição de parênquima hepático.

A presente pesquisa tem como objetivo estudar o efeito da suplementação de colina à dietas contendo níveis subótimos de metionina, no acúmulo de gordura e incidência de hemorragias no fígado e alterações nos lipídeos sanguíneos de galinhas poedeiras das linhagens comerciais Hisex Brown e Hisex White.

MATERIAL E METODOS

O presente experimento foi conduzido nas dependências da Disciplina de Doenças Nutricionais e Metabólicas do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, "Campus" da Cidade Universitária, tendo a duração de 4 ciclos de 28 dias transcorridos de 10/04/86 a 31/07/86.

Material

No desenvolvimento da pesquisa em tela foi utilizado o mesmo material de trabalho anterior (MENDONÇA JUNIOR, 15, 1988), ou seja, duas linhagens de poedeiras comerciais (Hisex Brown e Hisex White) submetidas, durante 4 ciclos de 28 dias, a quatro dietas contendo 500, 1000, 1500 e 2000 mg de colina suplementar por quilo. No referido trabalho constam informações complementares sobre instalações utilizadas, manejo das aves, modelo estatístico preconizado e composição das diferentes rações experimentais.

Métodos

Ao término dos 4 ciclos experimentais procedeu-se à colheita de sangue de 10 aves por tratamento, perfazendo um total de 80 amostras. As aves foram sangradas na veia axial, imediatamente após a postura, sendo as amostras de sangue, previamente heparinizado, em seguida centrifugadas para a separação do plasma e imediata determinação dos lípidos totais (ZOLNER & KIRSCH, 30, 1972), triglicérides (SGLONI, 27, 1971 modificado), colesterol total (ALLAIN et alii, 2, 1974) e sua fração HDL (STEELE et alii, 28, 1976), além dos valores de TGO (BERGMEYER, 4, 1974) e 17β estradiol. Esta última foi executada utilizando-se técnica de radioimunoensaio em fase sólida por meio de "Kits" (*) tendo como elemento traçador o $^{125}\text{I}-17\beta$ estradiol.

Após a colheita de sangue, foram sacrificadas 6 aves por tratamento, os fígados retirados, procedendo-se em seguida à observação e registro das alterações hemorrágicas hepáticas, de acordo com os tratamentos estudados. Posteriormente, os fígados foram armazenados em sacos plásticos e pesados. Os valores

de gordura hepática foram obtidos indiretamente, mediante a determinação dos teores de umidade e aplicação da equação de regressão estabelecida por MENDONÇA JÚNIOR & JENSEN, 16 (1983).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, segundo preceitua SNEDECOR & COCHRAN, 26 (1967), sendo a comparação entre médias realizada pelo teste de Duncan (DUNCAN, 6, 1955).

RESULTADOS

Nas Tab. 1 e 2 são apresentados os resultados relativos ao peso do fígado (em gramas e em porcentagem do peso vivo) de acordo com as linhagens e dietas estudadas.

As galinhas Hisex Brown apresentaram peso do fígado, expresso em gramas, significativamente maior que o auferido para a linhagem Hisex White; no entanto, quando este valor foi expresso em termos de porcentagem do peso vivo, as diferenças deixaram de ser significativas (Tab. 1).

TABELA 1 – Efeito das linhagens e das dietas sobre o peso do fígado das aves, expresso em gramas e em porcentagem do peso vivo.

Linhagens	Dietas (mg colina/ kg ração)	Peso do Fígado	
		(g)	(% PV)
Hisex White	500	43,4 ± 2,0 ^{a*}	2,5 ± 0,1 ^a
	1000	40,5 ± 2,6 ^a	2,4 ± 0,1 ^a
	1500	42,7 ± 2,8 ^a	2,5 ± 0,1 ^a
	2000	42,4 ± 3,7 ^a	2,4 ± 0,1 ^a
	Total	42,2 ± 1,2 ^{A**}	2,5 ± 0,1 ^A
Hisex Brown	500	62,4 ± 4,6 ^b	2,7 ± 0,2 ^a
	1000	60,2 ± 7,5 ^{bc}	2,9 ± 0,3 ^a
	1500	48,9 ± 2,1 ^{ac}	2,0 ± 0,1 ^a
	2000	50,4 ± 4,9 ^{ac}	2,3 ± 0,2 ^a
	Total	55,5 ± 2,6 ^B	2,3 ± 0,1 ^A

* Média ± erro da média – Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre tratamentos ($P \leq 0,05$).

** Letras maiúsculas diferentes nas colunas expressam diferenças significativas entre linhagens ($P \leq 0,05$).

*(COAT-A-COUNT^R $^{17\beta}$ estradiol Diagnostic Products Co. Los Angeles, CA, USA.

Considerando, agora, o peso do fígado em função das diferentes dietas estudadas, não foram evidenciadas diferenças de significado estatístico entre as mesmas (Tab. 2).

Quanto aos níveis de lipídeos hepáticos, não foram assinaladas diferenças significativas entre linhagens, quer considerando em porcentagem sobre a matéria úmida, quer em mg/100 g de peso vivo (Tab. 3).

Por outro lado, dietas apresentando valores mais elevados de colina (1500 e 2000 mg/kg) determinaram redução significativa na deposição de gordura hepá-

tica expressa, tanto em relação à matéria úmida, como por 100 g de peso vivo, quando comparada com as quantidades observadas no fígado das aves alimentadas com rações contendo 500 e 1000 mg desta vitamina por quilo (Tab. 4).

No relativo aos níveis plasmáticos de transaminase glutâmica oxalacética (TGO), a linhagem vermelha revelou valor médio (74,8 UI) significativamente mais elevado que o obtido (59,1 UI) para a linhagem branca (Tab. 3), não sendo consignadas diferenças estatísticas entre dietas (Tab. 4).

TABELA 2 – Peso do fígado (em gramas e em porcentagem do peso vivo) de acordo com diferentes dietas experimentais (linhagens combinadas).

Colina (mg/kg)	Peso do Fígado	
	(g)	(% PV)
500	52,9 ± 3,8 ^{a*}	2,6 ± 0,1 ^a
1000	50,3 ± 4,7 ^a	2,4 ± 0,1 ^a
1500	45,8 ± 1,8 ^a	2,2 ± 0,1 ^a
2000	46,4 ± 3,1 ^a	2,4 ± 0,1 ^a

* Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre dietas pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

TABELA 3 – Efeito das linhagens e das dietas sobre os teores de gordura hepática, expressos em porcentagem sobre a matéria úmida e em mg/100 g de peso vivo, e de TGO plasmática, em UI.

Linhagens	Dietas (mg colina/ kg ração)	Gordura hepática		TGO plasmática (UI)
		(%/MU)	(mg/100gPV)	
Hisex White	500	13,7 ± 1,3 ^{a*}	345 ± 36 ^a	57,1 ± 5,1 ^a
	1000	10,7 ± 2,3 ^{abc}	259 ± 56 ^a	57,6 ± 2,7 ^a
	1500	8,7 ± 1,0 ^{bc}	216 ± 28 ^a	56,5 ± 4,5 ^a
	2000	8,3 ± 1,6 ^{bc}	219 ± 44 ^a	65,3 ± 5,5 ^a
	Total	10,5 ± 0,8 ^{***}	260 ± 21 ^A	59,1 ± 2,2 ^A
Hisex Brown	500	11,6 ± 1,6 ^{abc}	317 ± 56 ^a	65,1 ± 4,0 ^a
	1000	14,6 ± 3,4 ^a	367 ± 117 ^a	66,7 ± 5,3 ^a
	1500	9,6 ± 0,8 ^{abc}	193 ± 12 ^a	74,4 ± 10,0 ^{ab}
	2000	7,0 ± 0,5 ^b	164 ± 24 ^a	93,1 ± 15,4 ^b
	Total	10,7 ± 1,0 ^A	280 ± 34 ^A	74,8 ± 4,9 ^B

* Média ± erro da média – Letras minúsculas diferentes nas colunas denotam diferenças significativas entre tratamentos.

** Letras maiúsculas diferentes nas colunas expressam diferenças significativas entre linhagens ($P \leq 0,05$).

Os valores de 17 estradiol no plasma sanguíneo estão expressos nas Tab. 5 e 6, não denotando diferenças significativas entre linhagens e entre dietas.

TABELA 4 – Gordura hepática (em porcentagem e em mg/100 g de peso vivo) e níveis TGO plasmática (UI) de acordo com as diferentes linhagens e rações estudadas.

Colina (mg/kg)	Gordura hepática		TGO Plasmática (UI)
	(%/MU)	(mg/100 PV)	
500	12,6 ± 1,0 ^{a*}	331 ± 30 ^a	61,6 ± 3,2 ^a
1000	12,7 ± 2,0 ^a	313 ± 61 ^a	62,1 ± 3,0 ^a
1500	9,2 ± 0,6 ^b	205 ± 14 ^b	65,5 ± 5,6 ^a
2000	8,0 ± 0,8 ^b	191 ± 24 ^b	79,2 ± 8,4 ^a

* Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre dietas pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

TABELA 5 – Níveis plasmáticos de 17 β estradiol (pg/ml) de acordo com as linhagens e tratamentos estudados.

Linhagens	Dietas (mg colina/kg ração)	Estradiol Plasmático (pg/ml)
Hisex White	500	118,2 ± 11,3 ^{a*}
	1000	134,5 ± 16,0 ^a
	1500	119,8 ± 12,6 ^a
	2000	120,5 ± 17,6 ^a
	Total	123,3 ± 6,8 ^{A**}
Hisex Brown	500	131,8 ± 13,4 ^a
	1000	126,9 ± 12,5 ^a
	1500	136,5 ± 12,8 ^a
	2000	110,2 ± 8,3 ^a
	Total	126,3 ± 5,7 ^A

* Média ± erro da média – Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre tratamentos ($P \leq 0,05$).

** Letras maiúsculas diferentes nas colunas denotam diferenças significativas entre linhagens ($P \leq 0,05$).

TABELA 6 – Níveis de 17 β estradiol no plasma das galinhas submetidas às diferentes dietas experimentais (linhagens combinadas)

Colina (mg/kg)	Estradiol plasmático (pg/ml)
500	125,0 ± 8,5 ^{a*}
1000	130,7 ± 9,7 ^a
1500	128,1 ± 8,7 ^a
2000	115,3 ± 9,3 ^a

* Letras minúsculas diferentes nas colunas expressam diferenças significativas entre dietas pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

No relativo aos níveis plasmáticos de lipídeos totais não foram assinaladas diferenças significativas entre as médias auferidas nas linhagens Hisex White (2920 mg %) e Hisex Brown --2880 mg % -- (Tab. 7). Por outro lado, a análise de variância revelou efeito significativo das dietas sobre os valores de lipídeos totais no sangue (Tab. 8). Neste sentido, a ração contendo 2000 mg de colina por quilo proporcionou valor médio de lipídeos totais no plasma de 2318 mg %,

significativamente inferior às médias auferidas para as aves alimentadas com dietas contendo 500, 1000 e 1500 mg desta vitamina por quilo (Tab. 9). Foi observada, ainda, correlação negativa entre os níveis de colina dietética e lipídeos totais com os coeficientes de $r = - 0,287$ (linhagens combinadas), $r = - 0,187$ (Hisex White) e $r = - 0,368$ (Hisex Brown), não significativa apenas para a Hisex White.

TABELA 7 – Níveis plasmáticos de lipídeos totais e triglicérides, de acordo com as linhagens e tratamentos estudados.

Linhagens	Dietas (mg colina/kg ração)	Lipídeos Totais (mg %)	Triglicérides (mg %)
Hisex White	500	2874 ± 188 ^{a*}	1804 ± 111 ^a
	1000	3200 ± 358 ^a	1717 ± 199 ^a
	1500	3254 ± 370 ^a	1876 ± 253 ^a
	2000	2351 ± 199 ^a	1426 ± 137 ^a
	Total	2920 ± 147 ^{A**}	1705 ± 89 ^A
Hisex Brown	500	3488 ± 533 ^a	1917 ± 293 ^a
	1000	3011 ± 281 ^a	1821 ± 187 ^a
	1500	2736 ± 239 ^a	1503 ± 179 ^a
	2000	2285 ± 416 ^a	1258 ± 274 ^a
	Total	2880 ± 191 ^A	1625 ± 118 ^A

* Média ± erro da média – Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre tratamentos ($P \leq 0,05$).

** Letras maiúsculas diferentes nas colunas expressam diferenças significativas entre linhagens ($P \leq 0,05$).

TABELA 8 – Análise de variância dos valores de lipídeos totais plasmáticos de acordo com as linhagens e dietas estudadas.

Fontes de Variação	G.L.	F
Linhagens (L)	1	0,03
Dietas (D)	3	2,97*
L x D	3	1,08
Resíduo	72	–
Total	79	–

* Significativo ao nível de 5%.

Quanto aos triglicérides plasmáticos, os valores médios observados para ambas as linhagens estudadas e frente às diferentes dietas não revelaram diferenças de significado estatístico, embora níveis mais baixos fossem consignados no plasma de aves alimentadas com rações contendo maiores teores de colina (Tab. 7 e 9).

Se atentarmos agora para os valores médios de colesterol total e colesterol HDL auferidos nas linhagens e dietas utilizadas no presente experimento, verificaram-se diferenças significativas apenas na fração de colesterol HDL, quando cotejada com a Hisex White e Hisex Brown (Tab. 10 e 11).

TABELA 9 – Níveis de lipídeos totais e triglicérides no plasma das galinhas submetidas às diferentes dietas experimentais (linhagens combinadas).

Colina (mg/kg)	Lipídeos Totais (mg %)	Triglicérides (mg %)
500	3181 ± 277 ^{a*}	1860 ± 149 ^a
1000	3106 ± 217 ^a	1769 ± 130 ^a
1500	2995 ± 217 ^a	1690 ± 153 ^a
2000	2318 ± 219 ^b	1342 ± 146 ^a

* Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre dietas pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

TABELA 10 – Níveis plasmáticos de colesterol total e de colesterol HDL, expressos em mg % de acordo com as linhagens e tratamentos estudados.

Linhagens	Dietas (mg colina/kg ração)	Colesterol total (mg %)	Colesterol HDL (mg %)
Hisex White	500	143,1 ± 8,6 ^{a*}	12,1 ± 1,7 ^a
	1000	139,8 ± 11,1 ^a	12,1 ± 1,1 ^a
	1500	134,7 ± 8,6 ^a	12,4 ± 2,2 ^a
	2000	132,7 ± 11,3 ^a	13,7 ± 1,0 ^a
	Total	137,6 ± 4,6 ^{A**}	12,6 ± 0,7 ^A
Hisex Brown	500	169,8 ± 17,2 ^a	16,6 ± 3,1 ^a
	1000	163,5 ± 13,0 ^a	16,7 ± 2,7 ^a
	1500	130,5 ± 9,6 ^a	13,4 ± 1,9 ^a
	2000	136,2 ± 18,0 ^a	16,9 ± 2,4 ^a
	Total	150,0 ± 7,4 ^A	15,9 ± 1,2 ^B

* Média ± erro da média – Letras minúsculas diferentes nas colunas revelam diferenças significativas entre tratamentos ($P \leq 0,05$).

** Letras maiúsculas diferentes nas colunas expressam diferenças significativas entre linhagens ($P \leq 0,05$).

TABELA 11 – Níveis de colesterol total e colesterol HDL, em mg %, no plasma das aves submetidas às diferentes dietas experimentais (linhagens combinadas).

Colina (mg/kg)	Colesterol Total (mg %)	Colesterol HDL (mg %)
500	156,4 ± 9,6 ^{a*}	14,4 ± 1,7 ^a
1000	151,6 ± 8,6 ^a	14,4 ± 1,5 ^a
1500	132,6 ± 6,1 ^a	12,9 ± 1,4 ^a
2000	134,4 ± 10,0 ^a	15,3 ± 1,3 ^a

* Letras minúsculas diferentes nas colunas denotam diferenças significativas entre dietas pelo teste de Duncan (P ≤ 0,05).

DISCUSSÃO

O peso do fígado, expresso em porcentagem do peso vivo, não diferiu significativamente entre as linhagens estudadas, corroborando assim os achados de RUIZ et alii, 23 (1983), obtidos para aves pesadas e leves da linhagem Hisex. Os autores consignaram pesos do fígado oscilando entre 2,2 e 2,7% do peso corporal, portanto muito próximos aos aqui relatados.

Quanto aos valores de gordura hepática, além de não terem sido verificadas diferenças significativas entre linhagens, estes revelaram-se bem inferiores aos teores assinalados em pesquisa anterior (MENDONÇA JUNIOR & SILVA, 17, 1988), de 25,9% e 20,0%, respectivamente para galinhas Hisex White e Hisex Brown. Tais discrepâncias podem ser, em parte, justificadas pelo fato de o trabalho anterior ter sido desenvolvido em pleno verão, estação que favorece o aparecimento da SHFG caracterizada por aumento da deposição de gordura hepática.

RUIZ et alii, 23 (1983) reportaram que as aves mais pesadas apresentavam níveis de gordura no fígado mais elevados que aqueles observados para as galinhas leves, discordando, portanto, dos resultados aqui relatados, da não diferença entre as linhagens leve e semi-pesada.

A adição de colina suplementar à ração, em níveis de 1500 e 2000 mg/kg, proporcionou redução significativa nos valores de gordura hepática quando comparados com os obtidos para as dietas contendo 500 e 1000 mg desta vitamina por quilo. Tais resultados concordam com os verificados por CRAWFORD et alii, 5 (1969), GRIFFITH et alii, 7 (1969), NESHEIM et alii, 20 (1971), SCHEXNAILDER & GRIFFITH, 24 (1973), MARCH, 13 (1981) e RUIZ et alii, 23 (1983) que obtiveram decréscimo na deposição de lipídeos no

fígado, mediante suplementação de colina na dieta.

A atividade de TGO plasmática não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos estudados, discordando assim, das assertivas de ADYAMA et alii, 3 (1980) que consignaram atividade mais elevada desta enzima no soro de ratos recebendo dietas deficientes em colina. As aves Hisex Brown revelaram, por sua vez, atividade de TGO significativamente mais elevada que aquelas da linhagem Hisex White.

Os valores médios de estradiol, obtidos para ambas as linhagens, foram inferiores aos mencionados por AKIBA et alii, 1 (1982) ao estudarem a influência de várias raças isocalóricas nos níveis de hormônios no plasma sanguíneo.

No relativo aos lipídeos plasmáticos, com exceção feita aos níveis de colesterol HDL que se mostraram significativamente mais elevados nas galinhas Hisex Brown, todos os demais parâmetros estudados não revelaram diferenças de significado estatístico que pudessem ser atribuídas às linhagens.

Os valores de lipídeos totais no plasma, aqui consignados, são mais elevados que os relatados por JENSEN et alii, 12 (1974), MAURICE & JENSEN, 14 (1978) e AKIBA et alii, 1 (1982), aproximando-se contudo, daqueles encontrados por JENSEN, 11 (1979).

A análise de variância revelou influência significativa das dietas nos valores plasmáticos de lipídeos totais, havendo uma diminuição destes teores à medida em que se elevavam os níveis de colina na dieta. A adição de 2000 mg desta vitamina por quilo, proporcionou a menor média de lipídeos totais obtida, que diferiu significativamente das demais (Tab. 9). Esta mesma tendência ocorreu em relação aos triglicérides, porém não foi julgada significativa pela análise de variância.

Os resultados de triglicérides plasmáticos aqui obtidos aproximam-se dos auferidos por PEARSON & BUTLER, 21 (1978) e NEIL et alii, 18 (1982), sendo, no entanto, superiores ao valor médio de 1115,3 mg obtido para poedeiras de 12 a 13 meses de idade (TODA et alii, 29, 1980).

Os níveis de colesterol total, assinalados no presente estudo, são um pouco mais elevados que o valor normal, da ordem de 115 mg/100 ml, estabelecido para galinhas poedeiras (SIMPSON & HARMS, 25, 1983), aproximando-se, contudo, daqueles citados por MAURICE & JENSEN, 14 (1978), sendo, no entanto, ultrapassado em muito pelos valores encontrados por HARMS & SIMPSON, 18 (1979) e TODA et alii, 29 (1980).

PEARSON & BUTLER, 21 (1978) estabeleceram correlação significativa entre valores de colesterol no sangue e concentrações de gordura hepática, sendo

que HARMS & SIMPSON, 8 (1979) consignaram níveis de colesterol total extremamente elevados, acima de 1148 mg/100 ml, em aves com FLS que apresentavam elevados teores de cálcio sérico.

Quanto aos valores de colesterol HDL no plasma, fração importante envolvida na incidência de Aterosclerose, estes mostraram-se bem inferiores aos relatados por QURESHI et alii, 22 (1983).

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que as aves da linhagem Hisex Brown (semi-pesada), apresentaram deposição de gordura hepática bem próxima à verificada nas galinhas Hisex White, o mesmo ocorrendo em relação aos níveis de lipídeos plasmáticos, exceção feita ao colesterol HDL que se mostrou mais elevado na linhagem vermelha.

Futuras pesquisas, abrangendo outras linhagens semi-pesadas de postura, serão necessárias para confirmar a tendência observada em nossos achados, da ave de maior peso corporal acumular, proporcionalmente, menor teor de gordura no fígado que a galinha leve, além de apresentar certa proteção contra a Aterosclerose, evidenciada pelos valores mais elevados de colesterol HDL no plasma sanguíneo.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo e aos Professores Doutores Luiz Octávio Medeiros e Lucília Freire Medeiros do Departamento de Histologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, pela colabo-

ração prestada nas análises das amostras de sangue obtidas no presente estudo.

MENDONÇA JUNIOR, C.X.; GUERRA, E.M.; OLIVEIRA, C.A. Choline supplementation for Hisex Brown and Hisex White laying hens. 2. Liver lipid deposition and plasma lipids levels. Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo, 26(1):93-103, 1989.

SUMMARY: 64 sixty four week-old Hisex Brown and 64 sixty three week-old Hisex White were fed 4 experimental diets containing 500, 1000, 1500 and 2000 mg of choline/kg. The methionine level was 0.253% for all the experimental diets, equivalent to 80% of the National Research Council requirements. Although the liver weight (g) values were significantly higher for the Hisex Brown strain, liver weight (% BW), liver lipid, plasma estradiol, total plasma lipids, plasma triglycerides and plasma total cholesterol did not differ significantly between strains. Plasma GOT and plasma HDL-cholesterol were significantly higher for the Hisex Brown birds. The choline supplementation at the levels of 1500 and 2000 mg/kg determined a significant reduction of the liver lipid deposition. It was found a significant negative correlation between dietetic levels of choline and total plasma lipids ($r = -0.287$).

UNITERMS: Choline; Liver lipid; Lipids; Estradiol; Blood plasma; Laying hen

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 - AKIBA, Y.; JENSEN, L.S.; BARB, C.R.; KRAELING, R.R. Plasma estradiol thyroid hormones and liver lipid content in laying hens fed different isocaloric diets. J. Nutr., 112:299-308, 1982.
- 2 - ALLAIN, C.C.; POON, L.; CHAN, S.G.; RICHMOND, W.; FU, P. Enzymatic determination of total serum cholesterol. Clin. Chem., 20:470-474, 1974.
- 3 - AOYAMA, Y.; NAKANE, M.; YOSHIDA, A. ASHIDA, K. Effect of nutritionally inadequate diets on the enzyme activities in serum of rats. Nutr. Rep. Int., 22:9-16, 1980.
- 4 - BERGMAYER, H.U. Methods of enzymatic analysis. 2.ed. New York, Academic Press, 1974. v.2.

- 5 - CRAWFORD, J.S.; GRIFFITH, M.; TEEKELL, R.A.; WATTS, A.B. Choline requirement and synthesis in laying hens. *Poult. Sci.*, 48:620-626, 1969. layers as influenced by fermentation by-products and level of dietary fat. *Poult. Sci.*, 57:1690-1695, 1978.
- 6 - DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11:1-42, 1955.
- 7 - GRIFFITH, M.; OLINDE, A.J.; SCHEXNAILDER, R.; DAVENPORT, R.F.; McKNIGHT, W.F. Effect of choline, methionine and vitamin B12 on liver fat, egg production and egg weight in hens. *Poult. Sci.*, 48:2160-2172, 1969.
- 8 - HARMS, R.H. & SIMPSON, C.F. Serum and body characteristics of laying hens with Fatty Liver Syndrome. *Poult. Sci.*, 58:1644-1646, 1979.
- 9 - HARMS, R.H.; SIMPSON, C.F.; DAMRON, S.L. Some new observations on "Fatty Liver Syndrome" in laying hens. *Avian Dis.*, 16:1042-1046, 1972.
- 10 - HAWKINS, R.A. & HEALD, P.J. Lipid metabolism and the laying hen. IV. The synthesis of triglycerides by slices of avian liver in vitro. *Biochem. biophys. Acta*, 116:41-55, 1966.
- 11 - JENSEN, L.S. Control of liver lipid accumulation in laying birds. *Fed. Proc.*, 38:2631-2634, 1979.
- 12 - JENSEN, L.S.; SCHUMAIER, G.W.; FUNK, A.D.; SMITH, T.C.; FALEN, L. Effect of selenium and lipotropic factors on liver fat accumulation in laying hens. *Poult. Sci.*, 53:296-302, 1974.
- 13 - MARCH, B.E. Choline supplementation of layer diets containing soybean meal or rapeseed meal as protein supplement. *Poult. Sci.*, 60:818-823, 1981.
- 14 - MAURICE, D.V. & JENSEN, L.S. Liver lipid deposition in caged
- 15 - MENDONÇA JUNIOR, C.X. Suplementação de colina para poedeiras comerciais Hisex Brown e Hisex White. 1. Desempenho das aves e qualidade do ovo. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 25:297-307, 1988.
- 16 - MENDONÇA JUNIOR, C.X. & JENSEN, L.S. Regression equations for estimating hepatic lipid content of chicks and hens by moisture determination. *Poult. Sci.*, 62:2120-2122, 1983.
- 17 - MENDONÇA JUNIOR, C.X. & SILVA, M.A.Z. Efeito da farinha de alfafa, farinha de peixe e farelinho de trigo sobre a deposição de gordura hepática em galinhas Hisex White e Hisex Brown. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 25:285-296, 1988.
- 18 - NEIL, A.R.; REICHMANN, K.G.; TIERNEY, M.L. Investigations of aspects of Fatty Liver Syndrome in laying hens. *Queensland Anim. Lab. Tech. Bull.* (1), Yeerookilly, Queensland, Australia, 1982.
- 19 - NESHEIM, M.C.; IVY, C.A.; NORVELL, M.J. Some observations on fatty livers in laying hens. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, Ithaca, 1969. *Proceedings*. p.36-41.
- 20 - NESHEIM, M.C.; NORVELL, M.J.; CEBALLOS, E.; LEACH JUNIOR, R.M. The effect of choline supplementation of diets for growing pullets and laying hens. *Poult. Sci.*, 50:820-831, 1971.
- 21 - PEARSON, A.W. & BUTLER, E.J. Pathological and biochemical observations on subclinical cases of fatty liver-hemorrhagic syndrome in the fowl. *Res. Vet. Sci.*, 24:65-71, 1978.

Suplementação de colina para poedeiras comerciais Hisex Brown e Hisex White.

- 22 - QURESHI, A.A.; DIN, Z.Z.; ABUIRMEILEH, N.; BURGER, W.C.; AHMAD, Y.; ELSON, C.E.; Suppression of avian hepatic lipid metabolism by solvent extracts of garlic: impact on serum lipids. *J. Nutr.*, 113:1746-1755, 1983.
- 23 - RUIZ, N.; MILES, R.D.; WILSON, H.R.; HARMS, R.H. Choline supplementation in the diets of aged White Leghorn hens grouped according to body weight. *Poult. Sci.*, 62:1028-1032, 1983.
- 24 - SCHEXNAILDER, R. & GRIFFITH, M. Liver fat and egg production of laying hens as influenced by choline and other nutrients. *Poult. Sci.*, 52:1188-1194, 1973.
- 25 - SIMPSON, C.F. & HARMS, R.H. Aortic atherosclerosis in nonlaying hens with Fatty Liver Syndrome. *Avian Dis.*, 27:652-659, 1983.
- 26 - SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 6.ed. Ames, Iowa State University Press, 1967.
- 27 - SOLONI, F.G. Simplified manual micromethod for determination of serum triglycerides. *Clin. Chem.*, 17:529-534, 1971.
- 28 - STEELE, B.W.; KOEHLER, D.F.; AZAR, M.M.; BLASZKOWSKI, T.P.; KUBA, K.; DEMPSEY, M. Enzymatic determinations of cholesterol in high-density-lipoprotein fractions prepared by a precipitation technique. *Clin. Chem.*, 22:98-101, 1976.
- 29 - TODA, T.; LESZCZYNSKI, D.; MCGIBBON, W.H.; KUMMEROW, F.A. Coronary arterial lesions in sexually mature non-layers, layers, and roosters. *Virchows Arch. A.*, 388:123-135, 1980.
- 30 - ZOLLNER, N. & KIRSCH, K. apud FRINGS, S.C.; FRENDELY, T.W.; DUNN, R.; QUEEN, C.A. Improved determination of total serum lipids by sulpho-phospho-vanilin reaction. *Clin. Chem.*, 18:673-674, 1972.

Recebido para publicação em 27/08/87
Aprovado para publicação em 06/07/88