



Substituição do amido por óleo vegetal em dietas para camundongos de laboratório⁽¹⁾

(Substitution of the starch for vegetable oil in diets for laboratory mice)

"Artigo Científico/Scientific Article"

MHM Lima-Ribeiro^{A(*)}, LC Araújo^B, LFW Viegas^A, CLB Cavalvanti^A,
AMA Carneiro-Leão^C, PP Machado^E, VAS Júnior^C, WA Barboza^D

^ALaboratório de Imunopatologia Keizo Asami, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária, 50.670-901, Recife, PE/Brasil.

^BCurso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE/ Brasil.

^CDepartamento de Morfologia e Fisiologia Animal da UFRPE, Recife-PE/ Brasil.

^DDepartamento de Zootecnia da UFRPE, Recife-PE/Brasil.

^ELaboratório de Biotécnicas da Reprodução do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, Recife-PE/Brasil.

Resumo

O efeito da substituição, em dieta, do amido por óleo vegetal foi testado frente a camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*) com idade entre 21 e 56 dias e peso médio ao desmame de $12,0 \pm 2,0$ g. Foram utilizados 40 machos e 40 fêmeas distribuídos igualmente (10 machos e 10 fêmeas) em 4 grupos (TC, T1, T2, T3). Para o grupo controle (TC) utilizou-se uma ração comercial, enquanto para os demais grupos experimentais formulou-se uma ração basal isoprotéica com variação obtida de diferentes graus de substituição de amido de milho pelo óleo de soja bruto (T1 = 20%, T2 = 60% e T3 = 100% de óleo de soja bruto na constituição da ração). Após o 56º dia de idade foram aleatoriamente escolhidos 10 animais (5 machos e 5 fêmeas) de cada grupo para realização de eutanásia, extração de amostras teciduais de coração, fígado, rins, testículos e ovários e posterior avaliação histopatológica destes tecidos. Realizou-se análise descritiva comparativa do peso corporal nos dias 21, 28, 35, 42, 49 e 56 do grupo testemunha (TC) em relação ao dos grupos tratados (T1, T2, T3), análise de variância e teste de Tukey-Kramer (com significância de 5%) para avaliação dos tratamentos em relação à dieta controle. O peso dos machos aos 21 e 49 dias não apresentou diferença entre os tratamentos, contudo, no intervalo entre o 28º e o 42º dia foi observado que o peso do T1 foi inferior aos demais e do 49º ao 56º dia esse mesmo grupo não obteve ganho de peso, apresentando-se inferior ao T1 e T3 no 56º dia. Em relação às fêmeas, no 21º, 35º e 42º dias não foi observada diferença no peso corporal entre os grupos. No 28º dia, o grupo T1 apresentou-se superior ao TC, entretanto, do 42º ao 56º dia, o ganho de peso do TC foi superior aos outros tratamentos e o aumento da concentração de energia, a partir do óleo, influenciou negativamente sobre o ganho de peso, culminando, aos 56 dias, com peso inferior dos grupos T1, T2, e T3 em relação ao TC. Na avaliação histopatológica diagnosticaram-se diferentes graus de degeneração gordurosa no parênquima hepático. Os resultados permitem concluir que o maior teor de energia metabolizável proporciona maior ganho de peso e lesões histopatológicas leves do fígado. Nas fêmeas compromete o ganho ponderal e provoca lesões graves no fígado.

Palavras-chave: energia metabolizável, amido, óleo vegetal, lipidose hepática.

Abstract

The effect of the substitution of starch for vegetal oil in the diet of albino Swiss mice (*Mus musculus*) was tested in animals since weaning (21 days) up to 56 days of age. Were used 40 males and 40 females equally distributed (10 males and 10 females) in 4 groups (TC, T1, T2, T3). The control group (TC) was fed with a commercial diet, while the other experimental groups used a prepared isoproteic basal diet with different concentration levels of corn starch by the crude

⁽¹⁾Trabalho extraído da Dissertação de Mestrado da primeira autora apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

^(*)Autora para correspondência/Corresponding author (lima@lika.ufpe.br).

soya oil (T1 = 20%, T2 = 60% and T3 = 100% of crude soya oil in the diet formulation). After the 56th of age were randomly selected 10 animals (5 males and 5 females) of each group to be euthanized to collect samples of heart, liver, kidneys, testicles and ovaries tissues for pathological histology analyze. There was performed a comparative descriptive analysis of body weight on days 21, 28, 35, 42, 49 and 56 of control group (TC) compared to the treatment groups (T1, T2, T3), variance analysis and Tukey-Kramer Test (with 5% significance) to evaluate the treatment regarding to the control diet. The male weight on days 21 and 49 showed no difference between the treatments, however, by the interval between days 28 and 42 it was observed that the weight of T1 was inferior to the others and from the 49th to the 56th days this group did not gain weight, showing to be inferior to T1 and T3 on day 56. Regarding to the females, on days 21, 35, and 42 was not observed difference on body weight between the groups. On the 28th day the T1 group exhibited to be superior to TC, nevertheless, from days 42 to 56 the weight gain of TC was higher than the other treatment and the increase on energy concentration, from oil, influenced negatively the weight gain, reaching on day 56 weight inferior of groups T1, T2 and T3 in relation to the TC. In the histopathological evaluation it was diagnosed different degrees of lipidic degeneration of liver parenchyma. The results allow to conclude that the highest level of metabolical energy provides a higher weight gain and light histopathological lesions on liver. In females it compromises the weight gain and induce serous injuries liver.

Key-words: *metabolical energy, starch, vegetable oil and hepatic lipidosis.*

Introdução

A criação de animais convencionais de biotério ocorre em ambiente artificial, onde é indispensável uma nutrição devidamente balanceada e ajustada. Contudo, os preços elevados das rações comercializadas (R\$ 3,21/Kg de ração em junho/2007 na Cidade do Recife - PE) tornam a manutenção e produção nesse sistema de criação dispendiosa, fazendo-se necessário formular dietas de baixo custo e que mantenham os padrões sanitários, metabólicos e fisiológicos adequados.

A nutrição deve permitir que o animal atinja todo seu potencial genético que se expressa nos perfis de desenvolvimento corporal, reprodução, longevidade e de resposta a estímulos (MAYNARD e LOOSLI, 1984). Longo et al. (2006) destacam que esses animais por serem utilizados em estudos experimentais devem apresentar uma melhor deposição de proteína e diminuição do acúmulo de gordura.

Apesar do importante papel da nutrição e dos inúmeros trabalhos realizados, os níveis corretos de nutrientes para muitas linhagens podem não estar adequadamente estabelecidos em decorrência do constante melhoramento genético e do surgimento de novas linhagens impõem uma freqüente modificação da determinação da concentração adequada de energia metabolizável, devendo ser reajustada e experimentalmente estudada (XAVIER e STRINGHINI, 2005).

Entre os nutrientes empregados no crescimento, a exigência energética é a mais ampla e a que, primariamente, determina todo o fluxo alimentar (MAYNARD e LOOSLI, 1984). Os requerimentos energéticos dos animais apresentam uma dependência direta do seu momento fisiológico, de sua atividade física e da temperatura ambiente. A gestação, a lactação e o crescimento aumentam estes requerimentos (MAYNARD e LOOSLI, 1984; NEVES, 1996).

As fontes de energia metabolizável mais utilizadas para animais são os carboidratos, como amido, amilose, amilopectina, sacarose e maltose (MORRISON, 1966; MAYNARD e LOOSLI, 1984). O amido de cereais destaca-se como a principal fonte de carboidratos da dieta animais de laboratório (NEVES, 1996). Faz-se necessário existir uma adequação da concentração de energia na dieta em função das concentrações e proporções desses nutrientes poderem interferir em outras exigências nutricionais (RESENDE JUNIOR et al., 2004).

Os lipídeos também são importantes fontes de energia metabolizável e contribuem como um recurso alternativo de energia. A fração lipídica da dieta tem grande importância nutricional, porque contém ácidos graxos essenciais e entre os macronutrientes, é a que fornece maior quantidade de calorias por grama. A utilização de óleo e gordura, além de permitir a elaboração de rações

altamente energéticas, funciona como veículo para vitaminas lipossolúveis, aumenta o tempo de digestão e a palatabilidade e diminui o volume da alimentação (DUTRA JUNIOR, 1988; NEVES, 1996).

O uso de gordura na formulação de ração, além de determinar o efeito extracalórico, destaca-se na melhoria da palatabilidade e da conversão alimentar e reduz a perda de nutrientes (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994). De acordo com Pucci (2003), a inclusão de óleo vegetal e/ou gordura nas rações animais melhora o balanceamento energético.

Na literatura consultada percebeu-se uma grande variação quanto à concentração de energia metabolizável recomendada para camundongos em crescimento, podendo ser utilizada de 660 Kcal (MANUAL PARA TÉCNICOS EM ANIMAIS DE LABORATÓRIO, 1994) a 3.766 Kcal (REEVES et al., 1993). O mesmo ocorreu quanto à proteína bruta para esta fase de desenvolvimento animal, sendo de 12,5% (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1978) a 24,0% (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 1967).

Diante de tais discrepâncias, buscou-se estabelecer valores crescentes de substituição do amido pelo óleo de soja, tendo como base uma ração isoprotéica (24,0% de proteína bruta) para avaliar nutricional e economicamente o efeito do aumento da concentração de energia, com adição do referido óleo na dieta de camundongos entre o 21^o (desmame) e o 56^o dia de idade, sobre ganho de peso, características clínicas gerais e aspectos histológicos do coração, fígado, rins, ovários e testículos.

Material e Métodos

Foram utilizados camundongos albinos *Swiss (Mus musculus)*, com idade de 21 a 56 dias e peso médio ao desmame de $12,0 \pm 2,0$ g, sendo 40 machos e 40 fêmeas, igualmente distribuídos (10 machos e 10 fêmeas) em 4 grupos (TC, T1, T2, T3). O experimento foi conduzido no Biotério Convencional do Laboratório de Imunopatolo-

gia Keizo Asami da Universidade Federal de Pernambuco.

Tabela 1 - Composição percentual da ração basal, de acordo com o Reeves et al. (1993) e com o National Research Council (1978).

Ingredientes	(%)
Milho	37,350
Farelo de Soja	34,196
Óleo Vegetal	20,000
Fosfato bicálcico	1,639
Calcário	1,993
Sal comum	0,314
Mistura Vitamínica + Minerais*	0,120
BHT	0,100
DL-Metionina (99%)	0,208
Amido de milho	6,700
TOTAL	100,00
Proteína bruta	24,00
EM (Kcal/Kg)	2800
Cálcio	1,30
Fósforo disponível	0,45
Metionina + Cisteína Total	1,00
Sódio	0,170

*Níveis de suplementação de vitaminas e minerais para rações de camundongos (quantidades por Kg/ração): Vit. A, 12.000 UI; Vit. D₃, 2.500 UI; Vit. E, 30 UI; Vit. K 3mg; Vit. B1 2mg; Vit. B2, 7mg; Vit. B6, 3mg; Pantotenato de cálcio, 10mg; Ácido Nicotínico, 35mg; Vit. B12, 0,015mg; Biotina, 0,07mg; Ácido Fólico, 1mg; Bacitracina de Zinco (10%), 0,5g; BHT, 0,1g; Cloreto de Colina (50%), 0,6g; Zinco, 50g; Cobalto, 0,2 g; Iodo, 1,5 g; Cobre, 4g; Ferro, 20g; Manganês, 75g.

A ração basal isoprotéica dos tratamentos T1, T2 e T3 foi composta por milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário e óleo vegetal (Tabela 1). A variação dos tratamentos foi obtida com diferentes graus de substituição de amido de milho pelo óleo de soja bruto, com valor estimado de 8.786 Kcal (T1 = 20 %, T2 = 60 % e T3 = 100 % de óleo de soja bruto na constituição da ração), resultando, respectivamente, em teores de energia metabolizável de 2.800, 3.000 e 3.200 Kcal/Kg de ração para T1, T2 e T3.

A ração comercial utilizada para o grupo controle (TC) era basicamente constituída de farelo de soja, farelo de trigo, milho integral moído, sal, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, premix vitamínico mineral,

farinha de carne e farelo de arroz cru (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição percentual da ração comercial.

Ingredientes	(%)
Proteína bruta	23,00
EM	3.100*
Cálcio	1,80
Fósforo disponível	0,80
Matéria Fibrosa	9,00
Matéria Mineral	8,00

*valor correspondente a Kcal/Kg.

*Níveis de suplementação de vitaminas e minerais para rações de camundongos (quantidades por Kg/ração): Vit. A, 20.000 UI; Vit. D₃, 6.600 UI; Vit. E, 30 UI; Vit. K 6mg; Vit. B12, 10 mcg; Vit. B2, 8 mg; Pantotenato de Cálcio, 24mg; Niacina, 95 mg; Tiamina, 4 mg; Colina, 2.000 mg; Piridoxina, 6 mg; Biotina, 0,1 mg; Ácido Fólico, 0,5 mg; Manganês, 50 mg.; Iodo 2 mg; Ferro, 65 mg; Zinco, 35 mg; Cobre, 26 mg; Antioxidante, 100 mg

Foram aleatoriamente escolhidos 10 animais (5 machos e 5 fêmeas) de cada grupo, nos quais realizou-se a eutanásia através de deslocamento cervical após anestesia dissociativa com 50 mg/Kg de cloridrato de quetamina e 50 mg/Kg de cloridrato de xilazina, ambos por via subcutânea.

Amostras teciduais de coração, fígado, rins, ovários e testículos foram retiradas, processadas para inclusão em parafina e coradas com Hematoxilina e Eosina, para em seguida serem procedidas as avaliações histológicas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 + 1 (dois sexos e três concentrações de EM a partir da substituição do amido de milho pelo óleo de soja e uma ração testemunha). Realizou-se análise descritiva comparativa do peso corporal dos dias 21, 28, 35, 42, 49 e 56 do grupo controle (TC) em relação ao dos grupos tratados (T1, T2 e T3), análise de variância e teste de Tukey-Kramer (com significância de 5%) para avaliação dos tratamentos em relação à dieta controle.

Resultados e Discussão

No 21^o e 49^o dia do experimento, o peso dos machos não diferiu entre os

tratamentos, contudo, no 28^o, 35^o e 42^o dia foi registrado que o peso dos animais do T1 foi inferior ($P < 0,05$) ao dos demais tratamentos. No 56^o dia, o peso dos animais do T1 foi menor ($P < 0,05$) do que o do TC e T3 (Tabela 3).

Com relação ao peso das fêmeas, não foi constatada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos no 21^o, 35^o e 42^o dia, ocorrência semelhante à observada com os machos, mas que foi esperada em decorrência do 21^o dia ser o início do arraçoamento e o efeito dos diferentes tipos de ração não poderia ser evidenciado. Todavia, observou-se que o peso do T1, apesar de ter sido superior ao dos demais tratamentos no 28^o dia, não foi diferente no 49^o dia. No 56^o dia, o peso dos animais do T1, T2 e T3 foi inferior ($P < 0,05$) ao do TC (Tabela 4).

O ganho de peso nos diversos tratamentos variou de 18,7 a 21,3 g nos machos e de 13,9 a 16,6 g nas fêmeas, variação bem menor do que a descrita por Harkness e Wagner (1993), ao relatarem ganho de peso entre 12,0 e 28,0 g nessa mesma fase de desenvolvimento. O aumento da concentração de energia a partir de óleo vegetal influenciou negativamente no ganho de peso, particularmente nas fêmeas, onde o peso do TC no 56^o dia foi superior ($P < 0,05$) ao dos T1, T2 e T3 (Tabela 4), enquanto que nos machos, o TC foi apenas superior ($P < 0,05$) ao do T1 (Tabela 3).

Avaliando apenas os resultados do T1, T2 e T3 no 56^o dia observa-se que os machos tratados com ração de maior índice de EM (3.200 Kcal de EM/Kg) apresentaram maior ganho de peso somente em relação ao T1. Nas fêmeas, todavia, o maior ganho de peso foi obtido com a ração contendo o menor teor de EM (2.800 Kcal de EM/Kg). Esses valores estão abaixo do descrito por Reeves et al. (1993), que recomendam 3.766 Kcal de EM/Kg de ração e próximos aos descritos por Andriguetto et al. (1992), os quais recomendam 2.850 Kcal de EM/Kg de ração para camundongos jovens em crescimento, o que pode ser justificado mediante o nível de colina utilizado e por se tratar de fêmeas que sofrem maior influência hormonal.

Tabela 3 - Peso de camundongos machos entre 21 e 56 dias de idade submetidos a diferentes concentrações de substituição do amido por óleo vegetal na dieta.

Grupos	Nº de Animais	EM/Kcal	Dias de Avaliação do Peso Corporal (g)					
			21 ^o	28 ^o	35 ^o	42 ^o	49 ^o	56 ^o
			$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$
TC	20		13,0±2,4 ^a	21,9±2,6 ^a	27,5±2,6 _a	31,4±1,6 _a	33,4±2,1 ^a	34,5±2,2 ^a
T1	20	2.800	12,7±1,7 ^a	18,5±2,6 ^b	25,0±1,3 _b	29,1±2,5 _b	31,6±2,9 ^a	31,4±2,3 ^b
T2	20	3.000	12,7±1,9 ^a	21,4±3,1 ^a	27,7±3,5 ^a	31,1±2,8 ^a	32,2±2,6 ^a	33,1±2,7 ^{ab}
T3	20	3.200	13,0±1,9 ^a	22,3±1,9 ^a	28,6±2,3 ^a	31,3±2,1 ^a	33,2±2,5 ^a	34,3±2,3 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna representam diferença estatística ($P < 0,05$) diferindo estatisticamente entre si pelo teste de TUKEY-KRAMER.

Tabela 4 - Peso de camundongos fêmeas entre 21 e 56 dias de idade submetidos a diferentes concentrações de substituição do amido por óleo vegetal na dieta.

Grupos	Nº de Animais	EM/Kcal	Dias de Avaliação do Peso Corporal (g)					
			21 ^o	28 ^o	35 ^o	42 ^o	49 ^o	56 ^o
			$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$
TC	20		12,6±2,4 ^a	17,5±3,2 ^a	23,0±2,5 ^a	25,1±2,6 ^a	27,8±2,6 ^a	29,2±2,0 ^a
T1	20	2.800	12,7±1,6 ^a	19,9±2,5 ^b	23,4±2,8 ^a	25,3±2,1 ^a	26,6±2,4 ^{ab}	27,3±2,6 ^b
T2	20	3.000	12,7±1,9 ^a	17,9±2,9 ^{ab}	22,3±1,8 ^a	24,2±1,8 ^a	25,9±1,7 ^{ab}	27,1±1,9 ^b
T3	20	3.200	12,5±2,3 ^a	17,7±2,7 ^{ab}	21,8±2,3 ^a	23,7±2,4 ^a	25,6±2,5 ^b	26,4±2,4 ^b

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna representam diferença estatística ($P < 0,05$) diferindo estatisticamente entre si pelo teste de TUKEY-KRAMER.

Em estudo com dieta de frangos, Sakomura et al. (2004) destacaram que a concentração mais elevada de EM (3.350 Kcal/Kg) resultou em melhor desempenho, entretanto, a concentração média de energia (3.200 Kcal/Kg) apresentou melhor equilíbrio na utilização de energia para deposição de proteína e de gordura. Henderson e Irwin, citados por Dutra Junior (1988), após utilizarem gorduras em rações de pintos, adicionando até 10% de óleo de soja, obtiveram aumento da gordura abdominal e em concentração mais elevada, provocou redução do crescimento. Oliveira et al. (2007) referindo-se a formulações de rações para codornas relataram discrepâncias entre autores no que diz respeito ao referencial de EM, com diferenças entre idade e a capacidade de absorção da energia da ração.

Na avaliação macroscópica dos órgãos (coração, rins, fígado, testículo e ovário) não foram observadas modificações na coloração, textura e volume, as quais podem surgir na dependência da gravidade das lesões por lipemia (SANTOS, 1986; MACLACHLAN e CULLEN, 1998; VASCONCELOS, 2000). Porém, na avaliação

histopatológica foram diagnosticadas diferentes graus de degeneração gordurosa no parênquima hepático de machos e fêmeas submetidos aos diferentes níveis de energia com substituição do amido por óleo vegetal nas rações experimentais. Foi observado que o grau de degeneração gordurosa hepática estava estreitamente relacionado com os níveis energéticos, variando de discreta a intensa com necrose de hepatócitos e hepatite periportal (Figura 1).

A degeneração e infiltração gordurosas constituem o acúmulo anormal reversível de lipídeos no citosol de células parenquimatosas, como as dos túbulos renais, fígado e miocárdio. Essas patologias podem ser decorrentes de desequilíbrios, como o aumento da síntese de gordura, diminuição da remoção de gordura do fígado, aumento da mobilização das gorduras de reserva e redução da oxidação das gorduras mobilizadas, assim como uma combinação desses fatores (SANTOS, 1986; MACLACHLAN e CULLEN, 1998; VASCONCELOS, 2000). Pode também ter origem fisiológica em animais de engorda, fêmeas em final de

gestação e machos castrados, ou ainda ser de origem nutricional, a partir do fornecimento de rações pobres em proteína e ricas em gordura e nas dietas deficientes em colina, que

se constitui fator lipotrópico essencial à transformação de fosfolipídios (SANTOS, 1986; MACLACHLAN e CULLEN, 1998; VASCONCELOS, 2000).

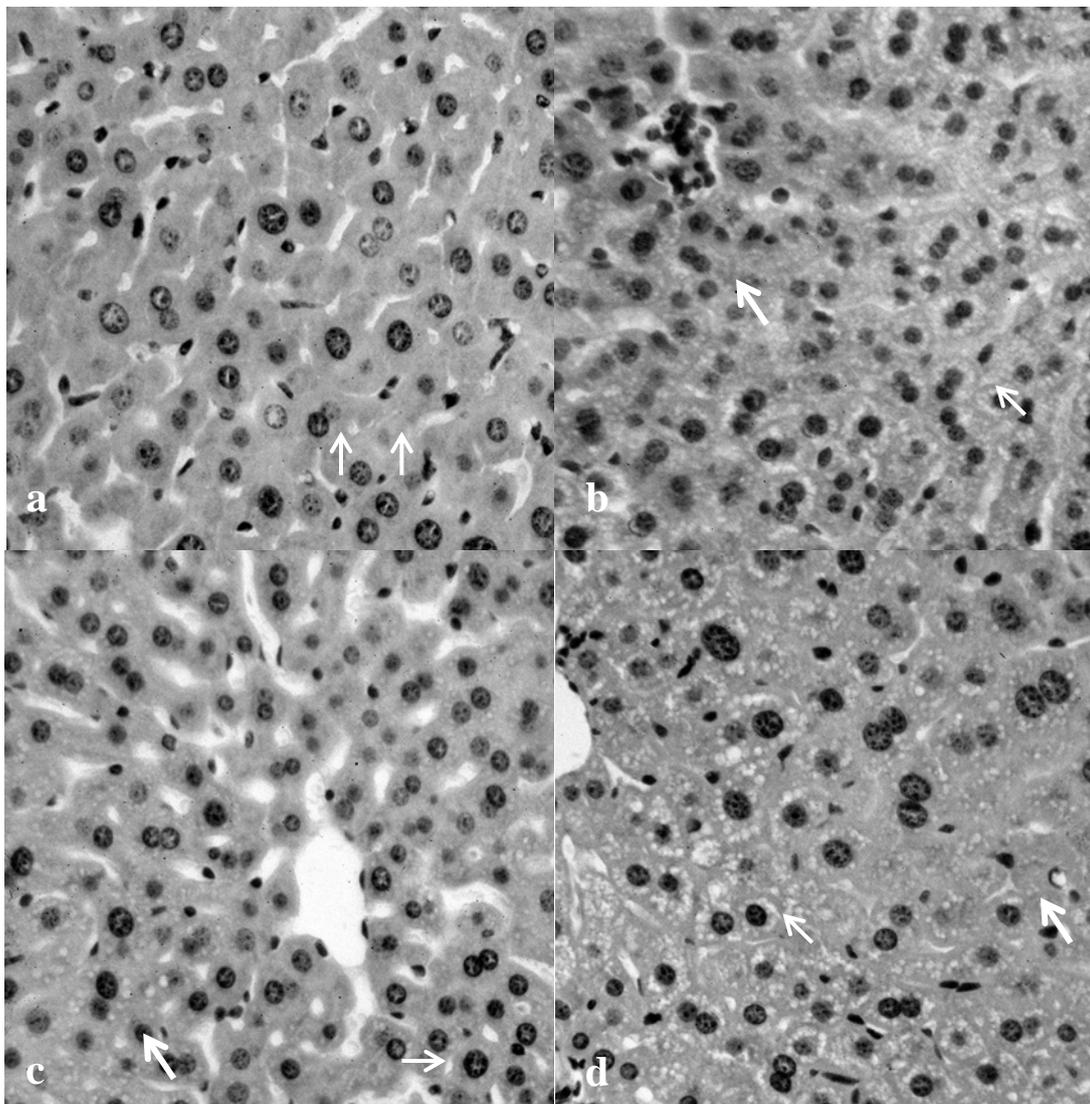


Figura 1 - Parênquima hepático de camundongos machos e fêmeas submetidos a diferentes níveis de energia na ração. Coloração H-E. Aumento 1000×. **a** - Fígado de grupo controle sem nenhuma alteração histológica. Hepatócitos normais (setas); **b** - Fígado do grupo submetido ao nível energético de 2.800 Kcal/Kg de ração. Notar degeneração gordurosa moderada. Hepatócitos com citoplasma esponjoso devido ao acúmulo de gotículas gordura (seta fina). Hepatite focal não purulenta (seta grossa); **c** - Fígado do grupo submetido ao nível energético de 3.000 Kcal/Kg de ração. Observar degeneração gordurosa discreta. Notar hepatócitos normais (seta fina) e hepatócitos com degeneração gordurosa inicial (seta grossa); **d** - Fígado do grupo submetido ao nível energético de 3.200 Kcal/Kg de ração Fígado com degeneração gordurosa disseminada. Hepatócitos com citoplasma esponjoso (seta fina). Hepatócitos com núcleo picnótico (cabeça de seta). Necrose de hepatócitos (seta grossa).

Nesse experimento utilizou-se 600 mg de colina, o que corresponde à recomendação do National Research Council (1978), mas difere do sugerido por Reeves et al. (1993), os quais indicam 1.000 mg como o ideal para a dieta de roedores em crescimento. A concentração de colina na ração comercial foi superior às demais utilizadas nesse trabalho, podendo ser considerado um fator associado à ocorrência das lesões hepáticas. Admite-se que as alterações hepáticas verificadas nesse trabalho evoluiriam para alterações macroscópicas com a continuidade do fornecimento da ração, o que certamente comprometeria o aspecto comercial do fígado dos animais de produção. Essa ocorrência contrariaria o princípio de que esses animais de biotério devem apresentar condições metabólicas, fisiológicas e nutricionais normais, de tal forma que não interfiram nos resultados dos trabalhos experimentais, nos quais os camundongos são adotados como modelo experimental. Diante do exposto é preciso salientar a relevante contribuição que os exames histopatológicos prestam aos estudos sobre nutrição animal.

Ao se avaliar o custo das rações experimentais, registrou-se um preço médio de R\$ 0,55/Kg e a ração comercial (controle) foi cotada a R\$ 3,24/Kg. A diferença de custos representa uma economia da ordem de 489,1%, proporcionando um ganho financeiro substancial para a criação de camundongos de laboratório. Esse achado é importante já que as despesas com a alimentação, segundo o Manual para Técnicos em Animais de Laboratório (1994), representa 70% do custo total de produção desses animais.

Conclusão

O maior teor de EM propicia maior ganho de peso nos machos, com lesões hepáticas leves. Nas fêmeas, além de comprometer o ganho de peso, resulta em lesões graves no fígado quando submetidas a rações contendo 3.000 e 3.200 Kcal de EM.

Referências

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição: normas e**

padrões de nutrição e alimentação animal. 4. ed. Curitiba: Nobel, 1992. v.1, 395p.

DUTRA JUNIOR, W.M. **Efeitos do óleo de abatedouro avícola sobre o desempenho e qualidade da carcaça de frangos de corte**. 1988. 65f. Tese (Mestrado em Produção Animal) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo.

LONGO, F.A. et al. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

MACLACHLAN, N.J.; CULLEN, J.M. Fígado, sistema biliar e pâncreas exócrino. In: CARLTON, W.W.; MCGAVIN M.D. **Patologia veterinária especial de Thompson**. 2 ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998, 672p.

Manual para técnicos em animais de laboratório. Capacitação de pessoal de níveis elementar e médio em biotérios. Rio de Janeiro: BIO-MANGUINHOS – FIOCRUZ. 1994. 132p.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K. **Nutrição animal**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736p.

MORRISON, F.B. **Alimentos e alimentação dos animais**. 2^a ed. São Paulo: USAID, 1966. 892p.

NEVES, S.P. Nutrição. In: De LUCA, R.R. et al. **Manual para técnicos em bioterismo**. 2 ed. São Paulo: H.A. Rothschild, 1996. 259p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of laboratory animal**. 3rd Ed. Washington: National Research Council, 1978. n.10, 96p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

OLIVEIRA, N.T.E. et al. Determinação da energia metabolizável de diferentes alimentos testados em codornas japonesas fêmeas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.210-217, 2007.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Manual para técnicos en animales de laboratorio**. Buenos Aires: Centro Panamericano de Zoonosis. 1967. 252 p.

PUCCI, L.E.A. et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.32, n.4, p.909-917, 2003.

REEVES, P.G. et al. AIN-93 purified diets for laboratory Rodents: final report of the American Institute of Nutrition *ad hoc* committee on the reformulation of the AIN-76 a Rodent diet. **Journal of Nutrition**, v.123, n.2, p.467-472, 1993.

RESENDE JÚNIOR, T. et al. Efeito do Nível de Óleo de Milho Adicionado à Dieta de Equinos Sobre a Digestibilidade dos Nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.1, p.69-73, 2004.

SAKOMURA, N.K. et al. Efeito do Nível de Energia Metabolizável da Dieta no Desempenho e Metabolismo Energético de Frangos de Corte.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004 (Supl.1).

SANTOS, J.A. **Patologia especial dos animais domésticos (mamíferos e aves)**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 576 p.

VASCONCELOS, A.C. **Patologia geral em hipertexto**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2000. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/~pat/apopt.htm>>. Acesso em: 23 junho de 2007.

XAVIER, S.A.G.; STRINGHINI, J.H. Desempenho, digestibilidade e órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais. In. CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2., 2005, Goiânia, **Anais...**, Goiânia: UFG, 2005.n.p. CD-ROM.