

Avaliação da eficácia da suplementação com melaço na dieta de ratos normais e depletados

M.J. de C. C. Costa, L.H.M. Moraes, F.M. Bion, M.A.A.Rivera, L.S.A.Moura, M.L.Conceição

Universidade Federal da Paraíba Campus Universitário- Paraíba, Brasil

RESUMO. O melaço, subproduto da industrialização da cana-de-açúcar, tem sido bastante utilizado na alimentação desde a colonização do Brasil. A eficácia da suplementação alimentar com o melaço no estado nutricional e nos níveis de hemoglobina, foi avaliada em animais de laboratório normais e com depleção protéica. A amostra foi constituída por quarenta (40) ratos Wistar machos, com vinte e um (21) dias de vida, recém-desmamados, divididos em quatro grupos de dez animais: Controle (ração à base de caseína com 10,14% de proteína), Melaço (ração experimental, à base de caseína com 10,14% de proteína e melaço a 12,50%) em substituição à igual quantidade de amido, Depletado Controle e Depletado Melaço, os dois últimos submetidos à depleção protéica durante sete dias (do 1º ao 7º dia). Os animais foram pesados ao desmame (peso inicial) e no final do experimento (peso final), receberam as respectivas rações e água *ad libitum* durante 28 dias (animais sem depleção) e 21 dias (animais depletados). Foi registrado o consumo total de alimentos para o cálculo do Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA). Ao final do experimento os animais foram submetidos a jejum dez (10) horas e a seguir sacrificados; o sangue foi coletado por punção cardíaca, para dosagem de hemoglobina. O ganho de peso dos animais do grupo controle não diferiu significativamente em relação aos demais grupos. Os animais alimentados com ração suplementada com melaço apresentaram aumento não significativo na concentração média de hemoglobina. Considerando os possíveis efeitos prejudiciais à saúde que podem ser desencadeados por uma alimentação rica em açúcares, que potencialmente dão origem ao furfural durante o processamento, faz-se necessário realizar outros estudos, para se avaliar a utilização deste produto na alimentação humana.

Palavras-chave: Melaço, suplementação, ratos, depleção, hemoglobina.

SUMMARY. Efficacy of adding molasses to the diet of normal and depleted rats. Molasses, a sugar cane by-product, has been consumed in Brazil since colonial times. The efficacy of molasses added to the diet of normal and depleted laboratory animals on growth and hemoglobin was tested. Forty weaning males rats, of 21 days of age, were divided into four groups of ten animals: Control (casein diet with 10.14% protein); Molasses (casein diet with 10.14% protein and 12.50% molasses); Depleted Control and Depleted Molasses, the later two submitted to protein depletion for the first 7 days of the trial. Animals were weighed at weaning (initial weight) and at the end of the experiment (final weight) and were fed the experimental rations and water *ad libitum* for 28 days (normal animals) and 21 days (depleted animals). Consumption was registered in order to calculate the Food Efficiency Ratio. At the end, animals fasted for 10 hours, killed and blood was collected by cardiac puncture to determine hemoglobin levels. Weight gain in all groups did not show statistically significant differences. Molasses fed animals presented a small, but not significant increase in hemoglobin levels, compared to the control groups. Considering the possible deleterious effects of a high sugar diet, that can originate furfural during food processing, it is necessary to conduct more studies to evaluate the utilization of these products for human consumption.

Key words: Molasses, supplementation, rats, depletion, hemoglobin.

INTRODUÇÃO

A utilização dos produtos da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) como alimento, no Brasil, constitui um hábito desde o período da colonização. Em 1877, os índios Caiapós já fabricavam a rapadura que, nos engenhos, era a "alimentação forte" dos escravos. Com o passar do tempo, os subprodutos da cana-de-açúcar tornaram-se fonte de carboidratos e de ferro, de grande valor para o aporte

alimentar da população regional (1).

A cana-de-açúcar é de grande importância econômica devido ao número de funções alternativas; planta industrial por excelência, não apenas constitui matéria-prima para a fabricação de um alimento básico para o homem, o açúcar, mas também dá origem a numerosos derivados e subprodutos, todos de grande utilidade, como melaço, melado, açúcar mascavo, rapadura, álcool, aguardente, fermento para panificação, celulose, proteína para rações e fertilizantes (1).

O melaço é o mel final, mel exausto ou mel residual, correspondente ao mel de furo nos antigos engenhos-banguês. É um subproduto resultante de massas de 3ª, submetidas às turbinas e centrífugas, que o separam dos cristais de açúcar da massa, que já foi duas vezes ao tacho de cozimento a vácuo, passou duas vezes pelos cristalizadores e turbinas, para se tornar um mel do qual não é mais possível extrair açúcar (2).

Este subproduto tem sido empregado na alimentação animal há vários anos, junto com a alfafa e o milho, nos Estados Unidos, na Europa, na Argentina e em outros países. Adicionado à forragem, tem dado bons resultados na alimentação de cavalos, mulas, gado bovino em geral e, em particular, vacas leiteiras. Trata-se de um alimento adequado e de fácil digestão, com valor nutricional equivalente ao do milho e de menor custo (2).

Nos alimentos ricos em açúcares, o 5-Hidroximetil-2-furfuraldeído (HMF) é o principal produto da decomposição por hidrólise ácida da glicose e frutose e o furfural o principal produto da hidrólise das pentoses. O furfural é uma substância natural, que se forma durante a elaboração industrial e a preparação doméstica de uma grande variedade de alimentos ricos em açúcares, a exemplo do melaço. O composto se apresenta na cor parda ou castanha, em diversos alimentos quando submetidos a altas temperaturas, ou durante o armazenamento (3). Considerando as evidências comprovadas de genotoxicidade e carcinogenicidade do furfural (4) o Comitê Misto FAO/OMS de Expertos em aditivos alimentares determinou que a quantidade usada como aditivo alimentar não pode ultrapassar as concentrações de 0,5% a 1,0% para consumo humano (5).

O melaço é um alimento bastante consumido pela população do Nordeste. Contudo, ainda não está suficientemente comprovada sua eficácia na melhoria do estado nutricional e dos níveis de hemoglobina. Assim, a realização deste estudo em animais de laboratório, com e sem depleção protéica, pretendeu contribuir para um maior conhecimento do assunto.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Utilizaram-se 40 ratos da raça Wistar, machos, com 21 dias de idade, recém-desmamados, com peso médio inicial de 47,3g provenientes do Biotério do Departamento de Nutrição da UFPE. Os animais foram mantidos sob condições-padrão de iluminação (claro/escuro 13/11 horas), receberam água e as respectivas rações *ad libitum*. Foram divididos em quatro grupos de dez animais (Controle, Melaço, Controle com Depleção e Melaço com depleção).

Os ratos foram pesados ao desmame (peso inicial) e no

final do experimento (peso final), a fim de ser calculado o Coeficiente de Eficácia Alimentar, dividindo o ganho total de peso pelo consumo de ração durante os 21 e 28 dias do experimento (6).

Rações

Foram oferecidos diferentes tipos de rações (Tabela 1), formando quatro grupos experimentais, obedecendo o seguinte esquema:

- * Grupo Controle - ração equilibrada à base de caseína com 10,14% de proteína.
- * Grupo Melaço - ração equilibrada contendo caseína com 10,14% de proteína e melaço a 12,50% em substituição a igual quantidade de amido.
- * Grupo Depletado Controle - ração aprotéica durante 7 dias seguida por dieta à base de caseína com 10,14% de proteína.
- * Grupo Depletado Melaço - ração aprotéica durante 7 dias seguida por dieta a base de caseína a 10,14% de proteína e melaço a 12,50%.

As rações foram nutricionalmente balanceadas de acordo com as necessidades mínimas de nutrientes para ratos em crescimento, segundo normas do National Research Council (8). As dietas Controle e Melaço, continham 10,14% de proteínas e 0,15% de L-metionina. Na ração Melaço foram adicionados 12,50% de melaço, em substituição ao amido de milho. A fibra foi fornecida pelo papel de filtro, os lipídeos pelo óleo de soja e a fonte de amido foi a maisena. As dietas foram acrescidas de uma mistura de vitaminas e outra de sais minerais (9), preparadas de acordo com as necessidades orgânicas dos animais. A mistura de sais minerais continha, em média, 0,095g de sulfato ferroso heptaidratado por 100g de ração.

A ração foi consumida pelos animais com depleção durante 21 dias e pelos sem depleção, durante 28 dias.

Métodos

As determinações de umidade e açúcares foram feitas segundo a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (10) e a de proteína, cinzas e extrato etéreo, pelos métodos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (7).

Quanto à avaliação biológica, foi utilizado o ganho de peso obtido pela diferença entre o peso final (21 e 28 dias do experimento) e o peso inicial, nas diferentes situações a que os ratos foram submetidos. O consumo de ração total foi medido a cada 7 dias, pela diferença entre o alimento oferecido e o residual. O Coeficiente de Eficácia Alimentar foi obtido pelo quociente entre o ganho de peso total e o consumo de ração durante os 21 e 28 dias do experimento (6).

TABELA 1
Composição centesimal das dietas

	%	Proteína	Carboidrato	Gordura	Fibra	Misturas Vitamínica	Salina
Aprotéica							
Maizena	83,00	0,48	73,29	0,17	-	-	-
Óleo vegetal	9,00	-	-	9,00	-	-	-
Mistura vitamínica	2,00	-	-	-	-	2,00	-
Mistura salina	4,00	-	-	-	-	-	4,00
Fibra	2,00	-	-	-	2,00	-	-
Total	100,00	0,48	73,29	9,17	2,00	2,00	4,00
Controle (Caseína)							
Caseína*	12,08	9,42	-	-	-	-	-
Maizena	70,77	0,72	62,49	0,14	-	-	-
Óleo vegetal	9,00	-	-	9,00	-	-	-
Mistura vitamínica	2,00	-	-	-	-	2,00	-
Mistura salina	4,00	-	-	-	-	-	4,00
Fibra	2,00	-	-	-	2,00	-	-
Metionina**	0,15	-	-	-	-	-	-
Total	100,00	10,14	62,49	9,14	2,00	2,00	4,00
Melaço							
Melaço***	12,50	-	-	-	-	-	-
Caseína	12,58	9,81	-	-	-	-	-
Maizena	57,77	0,33	51,01	0,12	-	-	-
Óleo vegetal	9,00	-	-	9,00	-	-	-
Mistura vitamínica	2,00	-	-	-	-	2,00	-
Mistura salina	4,00	-	-	-	-	-	4,00
Fibra	2,00	-	-	-	2,00	-	-
Metionina	0,15	-	-	-	-	-	-
Total	100,00	10,14	51,01	9,12	2,00	2,00	4,00

*Caseína – proveniente da Argentina, com grau de pureza de 78%.

**DL-Metionina – utilizada foi a sintética.

***Melaço – fornecido pela Usina São João, Município de Santa Rita-Pb.

Para as análises bioquímicas os animais foram submetidos a jejum por dez horas e a seguir sacrificados, coletando-se sangue por punção cardíaca. Uma alíquota de 2 ml foi colocada em tubos contendo o anticoagulante EDTA, para determinar hemoglobina (11,12).

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, para verificação da significância dos quadrados médios de tratamentos pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. A composição das médias de tratamento em cada grupo de animais (sem e com depleção) foi realizada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Nestas análises foi usado o programa software-científico NTIA da EMBRAPA, descrito por Paniago et al (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal do melaço determinada no presente estudo apresentou os seguintes resultados: 20,8% de umidade, 2,6% de proteína, 0,7% de extrato etéreo, 54,3% de açúcares totais e 8,5% de cinzas.

Em relação à umidade, o valor encontrado (20,8%) é concordante com os indicados por vários pesquisadores, entre 20 e 25% (14-17). O mesmo se verifica com o percentual de glicídios (54,3% de açúcares totais) e os valores encontrados na literatura, que se situam entre 50 e 69% (14, 18, 19). Vale salientar que a parte seca do melaço está quase totalmente representada por monossacarídeo e dissacarídeos (18). Quanto à proteína, o valor encontrado foi de 2,6%, dentro da faixa relatada em outros estudos, ou seja, médias de 1,1 a 3,4% (14, 15, 19). O residual mineral fixo (cinzas) foi de 8,5%, ligeiramente superior ao encontrado pela ABIA (6%) (17), porém semelhante ao de outros trabalhos, 8,1% (14) e 8,8%

(19) e inferior ao encontrado por Anderson, McNeil e Waston (20) de 14,6%. Segundo Mohamed, Awadallah e Hasson (21), o melaço contém, em sua composição, minerais-traço (Al, Br, Ca, Cl, Co, Cr, Fe, K, La, Mg, Na, Rb, Se), contidos na fração de resíduos minerais fixos (cinzas). O conteúdo destes minerais varia de uma amostra para outra, de acordo com o solo, variedade da cana, idade da planta e clima, dentre outros fatores (18).

Os dados referentes ao consumo de ração, consumo protéico, coeficiente de eficiência alimentar (CEA) e ganho de peso dos animais são apresentados na Tabela 1. Ao se analisar o consumo de ração pelos animais constataram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os grupos. Ao final do 28^o dia do experimento, os animais normais alimentados com ração suplementada com melaço (Grupo Melaço) ingeriram maior quantidade de ração (9%) do que os animais alimentados com a ração controle (Grupo Controle). Este resultado indica que a suplementação da ração com melaço proporcionou aumento significativo no consumo de ração pelos animais.

Já em relação ao consumo de proteína, levando-se em consideração o período de 0 a 28 dias verificou-se que não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Tanto no período de 0 a 28 dias quanto no período de 7 a 28 dias o grupo controle de animais normais (Grupo Controle) apresentou melhor CEA do que o grupo experimental de animais normais consumindo ração com melaço (Grupo Melaço). Embora os grupos experimentais de animais depletados e recuperados com ração controle e com melaço obtivessem coeficientes de eficácia alimentar semelhantes, apresentaram melhor eficácia do que os grupos normais. A comparação das médias de ganho de peso do Grupo Controle, de animais normais consumindo ração controle, não diferiu significativamente do ganho de peso dos demais grupos estudados.

No presente estudo o ganho de peso não diferiu estatisticamente entre os animais que consumiram ração com e sem suplementação de melaço. Quanto a este aspecto, os dados da literatura são conflitantes: alguns estudos constataram ganho de peso oferecendo alimentação contendo de 10 a 50% de melaço (22); já outros, empregando 4% do melaço incorporada à alimentação, afirmaram não obter um bom crescimento (23); finalmente outro estudo relatou que a adição de 10% de melaço em uma alimentação de baixa qualidade, na fase de crescimento de caprinos, acarretou perda de peso (24).

No que se refere ao consumo de proteína no período de 0 a 28 dias do experimento, observaram-se valores semelhantes de ganho em peso, tanto nos animais sem depleção protéica (Controle) como naqueles consumindo ração suplementada com melaço, o que, de certa forma, justifica não ter ocorrido diferença no ganho em peso entre os animais que consumiram melaço e os grupos que não o ingeriram. Por outro lado, o consumo de ração foi mais elevado no grupo de animais sem depleção consumindo ração com melaço, no período de 0 a 28 dias, embora o CEA tenha sido inferior neste grupo, em comparação ao grupo de animais alimentados com caseína, sem depleção, no período estudado.

A Tabela 2 apresenta os níveis sanguíneos médios de hemoglobina e de ácido ascórbico nos grupos estudados. Constatou-se, como era de se esperar, que os grupos com animais normais apresentaram valores médios de hemoglobina mais elevados do que aqueles dos grupos depletados. Contudo a adição do melaço à dieta, pelo período de 28 dias, não produziu incrementos estatisticamente significativos nos níveis médios de hemoglobina. A média registrada para o Grupo Controle (que consumia 0,095g de sulfato ferroso heptaidratado por 100g de ração) foi de 14,1g/dl, dentro dos padrões de normalidade (11 a 18g/dl) (26) e concordante com os resultados obtidos em ratos alimentados com ração padrão semi-sintética contendo sulfato ferroso (26).

Tabela 2
Valores médios do consumo de ração de proteína, do coeficiente de eficácia protéica e do ganho de peso de ratos submetidos a diferentes dietas

Grupos	CONSUMO (g)				CEA		GANHO DE PESO (g)	
	0-28 dias	Ração 7-28 dias	Proteína		0-28 dias	7-28 dias	0-28 dias	7-28 dias
Controle (n = 10)	364,97±41,05 ^b	311,59±34,05 ^{ab}	41,06±4,03 ^a	33,81±3,69 ^a	0,41±0,04 ^a	0,38±0,02 ^b	148,87±17,83 ^a	118,33±17,31 ^a
Melaço (n = 10)	399,60±22,50 ^a	327,14±23,19 ^a	42,87±2,38 ^a	35,10±2,45 ^a	0,38±0,02 ^b	0,34±0,03 ^c	151,53±12,16 ^a	111,04±4,84 ^a
Depletado Controle (n = 10)	-	268,48±11,47 ^c	-	29,13±1,24 ^b	-	0,42±0,02 ^a	-	112,92±7,06 ^a
Depletado Melaço (n = 10)	-	290,29±24,65 ^{bc}	-	31,18±2,63 ^b	-	0,40±0,02 ^a	-	117,69±11,85 ^a

Nas colunas, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 3
Valores médios de hemoglobina no sangue em ratos submetidos a diferentes dietas

Grupos	Concentração de hemoglobina (g/dl)
Controle (n=10)	14,07 ± 0,76 ^a
Melaço (n=10)	14,36 ± 0,56 ^a
Depletado Controle (n=10)	12,52 ± 0,80 ^b
Depletado Melaço (n=10)	13,13 ± 0,76 ^b

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

A análise dos dados coletados neste estudo indica que suplementação com melaço, na proporção de 12,50% da ração, não exerce efeitos notórios sobre o estado nutricional dos animais, tanto em relação ao ganho de peso, como ao consumo total de proteína e aos níveis de hemoglobina. Apenas o consumo de ração foi superior no grupo de animais alimentados com melaço. Considerando os possíveis efeitos prejudiciais à saúde que podem ser desencadeados por uma alimentação rica em açúcares, que potencialmente dão origem ao furfural durante o processamento, faz-se necessário realizar outros estudos, para se avaliar a utilização deste produto na alimentação humana.

REFERÊNCIAS

1. Câmara Cascudo L. Sociologia do açúcar. Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Alcool 1971.
2. Bayma C. Tecnologia do açúcar: cozimento, cristalização e turbinção, o produto, mel final e sua utilização, resíduos. v.2. Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Alcool, 1974.
3. Braverman JBS. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona, Omega, 1967.
4. Bruce WR, Archer MC, Carpet DE, Medline A, Minkin S, Stamp D, Yin Y, Zhang, XM. Diet, aberrant crypt foci and colorectal cancer. *Mutation Research*, 1993;290:111-118.
5. FAO/OMS. Evaluación de ciertos aditivos alimentarios y substancias tóxicas naturales. Ginebra, OMS, 1992.
6. Campbell JA. Method for determination of PER & NPR. In: Committee on Protein Malnutrition. Food and Nutrition Board. Evaluation of protein quality. Washington, 1963. p. 31-32.
7. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. 16 ed. Washington, AOAC, 1995. p. 1-917.
8. National Research Council. Nutrient requirements of laboratory animals. National Academy of Sciences, Washington, NAS, 1978. p. 7-37.

9. Tagle MA, Danoso G. Net protein utilization determined in short and long-term experiments with rats. *J Nutrition*, Bethesda, v. 87 n. 2 p. 173-178, 1965.
10. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3.ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985. P.1-533.
11. Dacie JV & Lewis SM. Practical hematology. 6.ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1984. p. 30-31.
12. International Nutritional Anemia Consultative Group. Measurements of iron status. Washington, INAG/ILSI, 1985.
13. Paniago CFA, Andrade DP de, Tsuruta JH et al. Software científico NTIA: versão 4.2.1. Campinas, EMBRAPA, NTIA, 1995.
14. Herrera H, Gallo JT, Maner JH, Ceballos E. Análises químico-bromatológicas de algumas matérias primas colombianas empleadas en nutrición animal. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1970.
15. McLeod NA, Preston TR, Lassota IA, Willis, MB, Velásquez M. Molasses and sugar as energy sources for pigs. *Revista Cubana de Ciência Agrícola*, 2: 205, 1968.
16. Preston TR & Willis MB. Sugar cane as an energy source for the production of meat. *Outlook on Agriculture*, 6, p.1, 1979.
17. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução 01/1978. Define açúcares. Brasília, ABIA, 1981.
18. Buitrago AJ, Obando BH, Maner JH, Corzo MM, Moncada BA. Subproductos de la cana de azúcar en la nutrición porcina. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 1977. 43 p.
19. National Molasses Company. Nutrient requirements of laboratory animals. Washington, National Academy of Sciences, 1970.
20. Anderson PJ, McNeil KE & Waston K. Thermotolerant single cell protein production by *Kluyveromyces marxianus* var. *Maxianus*. *Journal of Industrial Microbiology*, 1988;3: 9-14.
21. Mohamed AE, Awadallah RM & Hassan AA. Determination of trace elements in egyptian molasses by instrumental neutron activation analysis. *Journal of Radianalytical and Nuclear Chemistry*, 1989;129: 453-457.
22. Amin AE & Adam SE. Determination of the toxicity of molasses in Nubian goats. *Veterinary Human Toxicology*, 1993;35: 213-216.
23. Zinn RA. Comparative feeding value of wood sugar concentrate and cane molasses for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 1993;73: 2297-2302.
24. Aguiar MO & Mendonza, R. Efecto de la suplementación con melaza o melaza aurea sobre peso y consumo en caprinos alimentados con heno de baja calidad. *Revista da Faculdade de Ciência Veterinária*, 1988;35: 111-120.
25. Harkness JE & Wagner JE. Biología e clínica de coelhos e roedores. 3.ed. São Paulo, Roca, 1993. 328 p.
26. Carrillo SV, Rossi MA & Luccillo G. Alterações morfológicas e bioquímicas do coração na anemia ferropriva experimental em ratos. *Arch Latinoamer Nutr*, 1982;32: 601-616.

Recibido:07-08-1999
Aceptado:08-09-2000