

Uso de uma mistura alimentar contendo bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*): efeitos sobre a gestação, a lactação e o crescimento de ratos

Silvana Ribeiro Passos de Oliveira, Francisca Martins Bion, Silvia Maria Limongi Lopes, Anastácia Cavalcanti Metri

Departamento de Nutrição e Departamento de Patologia, Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Brasil

RESUMO. O valor nutritivo da farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), associada a misturas habitualmente consumidas por populações carentes, foi avaliado em ratas Wistar (n=30, 100 a 120 dias de idade). Os animais foram divididos em 3 grupos e acasalados recebendo água e dietas "ad libitum", de três tipos: feijão, arroz, farinha de mandioca enriquecida (FAFL17); feijão, arroz e farinha de mandioca (FAFM13) e caseína a 17% de proteína (CAS17). Na gestação e lactação mediram-se o ganho de peso e a ingestão alimentar. O número de filhotes por ninhada foi registrado ao nascimento, padronizando 7 filhotes por grupo: O ganho de peso foi acompanhado até o desmame (21 dias), quando 2 filhotes por ninhada foram selecionados e observados quanto ao consumo de ração, comprimento de cauda e ganho de peso até os 70 dias de idade. No fígado e cérebro foram determinados os pesos úmidos, relativos e o teor de proteínas. Numa amostra do fígado realizou-se a histopatologia. No sangue, foram dosados os teores de hemoglobina, hematócrito e proteína. O Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) foi avaliado. Estatisticamente utilizou-se a ANOVA e o Teste de Tukey. A dieta FAFL17 não exerceu influência sobre o ganho de peso das gestantes e lactantes, entretanto, os filhotes deste grupo obtiveram, em quase todos os parâmetros, valores superiores aos do grupo FAFM13 e, em sua maioria, inferiores ao CAS17. Os valores de hemoglobina foram semelhantes entre FAFM13 e FAFL17. A histopatologia evidenciou padrões normais nos três grupos. Os dados sugerem que a farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) promove melhoria da mistura alimentar. **Palavras-chave:** *Saccharomyces cerevisiae*, bioproteínas, suplementação com levedura, gestação em ratos, lactação em ratos.

SUMMARY. Use of a diet containing yeast protein (*Saccharomyces cerevisiae*): effects upon pregnancy, lactation and the development of rats. The nutritive value of manioc flour (*Manihot esculenta*) enriched with yeast protein (*Saccharomyces cerevisiae*) added to a food mixture most frequently consumed by low-income populations was assessed in female Wistar rats (n=30; 100-120 days old). Animals were divided into three groups, mated and had free access to diets and water. Diets were as follows: beans, rice, yeast-enriched manioc flour (BRYMF17); beans, rice, manioc flour (BRMF13); casein (17% protein) (CAS17). Body weight gains and food consumption were recorded during pregnancy and lactation. At the parturition, the number of pups per litter was recorded and offspring were uniformly distributed (7 pups per litter). Weight gains were determined until weaning (21 days). At weaning two youngs were selected from each litter and individually housed. Weight gains, food consumption and the length of the tail were measured until rats were 70 days old. Rats had their liver and brain removed for protein determination and wet and relative weights. Liver samples were histologically examined. Blood hemoglobin, hematocrit and proteins, as well as the Food Efficiency Ratio (FER), were determined. ANOVA and Tukey's test were used. The experimental diet had not significant effect on pregnant and lactating dams. Values for the investigated parameters were higher in experimental youngs than in their controls and lower than in the standard group. This yeast protein-enriched manioc flour proved to be valid in terms of dietary supplementation.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, yeast protein, supplementation with yeast, pregnant rat, lactating rat.

INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com uma alimentação balanceada vem aumentando consideravelmente, fato que tem levado pesquisadores a um maior interesse por alimentos enriquecidos, que venham proporcionar um maior valor nutritivo. Ao pesquisar os hábitos alimentares das populações verifica-se que o consumo de farinha de mandioca, associada ao feijão e arroz, é bastante comum, principalmente na Região

Nordeste do Brasil (1). Em relação ao arroz, apesar de ser uma rica fonte de vitaminas B1, B2 e niacina, bem como de ferro e cálcio, seus aminoácidos essenciais têm níveis substancialmente abaixo dos requeridos pelo organismo no processo de crescimento humano (2). Os grãos de feijão contêm 20% a 35% de proteínas, com digestibilidade inferior a dos cereais e mesmo a de algumas leguminosas, tendo seu valor nutritivo diminuído em virtude da quantidade limitante de aminoácidos sulfurados e baixa biodisponibilidade dos

mesmos (3). A farinha de mandioca é um alimento rico em carboidratos, mas pobre em proteínas, as quais são extremamente importantes no processo de reprodução, crescimento e desenvolvimento. Nestes processos a alimentação é primordial para suprir as necessidades da mãe e do feto, bem como a produção de leite (4-6).

Uma vez que os níveis nutricionais da mãe determinam a quantidade de suas reservas, gestantes malnutridas, com baixo ganho de peso gestacional terão estoques inadequados para atender o desenvolvimento fetal e a manutenção do crescimento em níveis normais (7,8). A nutrição fetal está intimamente ligada, não só à ingestão dietética e aos estoques de nutrientes maternos, como também à capacidade de liberação e transferência da placenta (8,9).

Também o período lactacional requer uma demanda adicional considerável nos requerimentos de aminoácidos, além dos exigidos pelas necessidades basais (9-12). Desta forma, uma nutrição adequada e balanceada constituiria um fator protetor, tanto para o feto quanto para o recém-nascido.

Baseados nestes fatos e considerando o baixo teor protéico da farinha de mandioca, levantou-se a hipótese de oferecer este alimento, enriquecido com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), cuja composição química revela um elevado teor protéico (cerca de 7,5% a 8,5% na matéria seca), quantidades significativas de lisina, carboidratos que variam entre 15% e 60% do seu peso seco, aproximadamente 2% a 7% de lipídios, bem como uma boa fonte de sais minerais e vitaminas do complexo B (13-15). Além da composição química atrativa, há vantagem em sua produção, qual seja, a velocidade de multiplicação, por não estarem sujeitas a imprevisões meteorológicas e ataques de pragas (16).

É importante salientar que a levedura é um subproduto do álcool da cana-de-açúcar. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cana, o que o coloca em posição privilegiada em relação ao aproveitamento deste subproduto (17).

As células secas da levedura *Saccharomyces cerevisiae* podem ser utilizadas como aditivos em alimentos para consumo humano, por já terem sido submetidas aos testes de toxicidade e de segurança exigidos pela Food and Drug Administration (FDA) (18,19).

Em 1997, Caballero-Córdoba, Pacheco e Sgarbieri (19) verificaram, em estudo sobre ingestão de levedura seca, que a mesma poderia ser utilizada a um máximo de 20 g a 30 g por dia na alimentação humana. Mais recentemente, em 1998, Caballero-Córdoba & Sgarbieri (20), com o objetivo de identificar os efeitos tóxicos da biomassa, administraram por 90 dias, a ratos, uma dieta contendo 15% a 30% de proteínas de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). Constataram, ao final do experimento, que, embora os níveis se apresentassem elevados, não foram suficientes para provocar alterações patológicas.

Embora atualmente já se conte com um razoável acervo de informações sobre o emprego da levedura na alimentação,

de um modo geral, poucos são os dados disponíveis acerca de seu uso em fases específicas, como a gestação e a lactação. Estas informações são de grande valia, visto que a desnutrição, em nosso país, constitui uma realidade que ainda afeta negativamente vastos contingentes populacionais carentes. Neste quadro adverso, as alternativas alimentares representam opções para amenizar o problema. E a utilização da levedura, associada a um alimento usualmente consumido pela população, poderá constituir uma dessas alternativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do enriquecimento da farinha de mandioca com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), associada à mistura de feijão e arroz, sobre a gestação, a lactação e o crescimento de ratos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dietas

Os componentes das dietas utilizadas foram analisados, quanto à composição centesimal, pelo Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos da Universidade Federal de Pernambuco, segundo a metodologia recomendada pela AOAC (21).

Foram utilizadas três dietas, desta forma constituídas:

FAFL17 - feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas, perfazendo um total de 16,62g% de proteína (experimental)

CAS17 - caseína 17,01g% de proteína (padrão)

FAFM13 - feijão, arroz e farinha de mandioca, com um total de 13,52g% de proteína (controle).

Nas dietas experimental e controle a proteína provinha do feijão carioquinha (*Phaseolus vulgaris L.*), do arroz polido (*Oryza sativa L.*) e da farinha de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), adquiridos no mercado local. A farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) foi fornecida pela indústria Termo - Técnica LTDA. - Prolev (Recife-PE) e continha um teor de 30% de bioproteínas.

Separadamente, os grãos foram cozidos em água, durante duas horas, e em seguida dessecados em estufa (60°C), por 24 horas, e pulverizados em moinho (FLOOR GRIND MILL-CHUO BOEKI KAISHA). Utilizaram-se as farinhas na confecção das dietas experimental e controle e, para a dieta padrão, empregou-se a caseína comercial, com o mesmo nível protéico da dieta experimental.

Em relação às calorias, as três dietas são praticamente isocalóricas. Os teores de NDpCal% foram calculados e mostraram-se adequados nas três dietas, levando-se em consideração que valores entre 9 a 10 NdpCal% produzem crescimento ótimo e garantem bom comportamento nutricional durante a prenhez e a lactação (22). Os teores de vitaminas, sais minerais, fibras e demais nutrientes foram equilibrados segundo as recomendações da AIN-93G, para o rato (23) (Tabela 1).

TABELA 1
Composição centesimal das dietas Experimental, Padrão e Controle.

Constituintes	Quant (g)	Composição (g/100g)						Kcal
		Proteína	Glicídio	Lipídio	Vitamina	Mineral	Fibra	
FAFL17								
Feijão	56.11	12.29	34.28	1.00	-	-	3.22	195.28
Arroz	11.73	0.97	9.92	0.02	-	-	0.15	43.74
Farinha enriquecida	20.00	3.36	13.93	0.11	-	-	0.40	70.15
Mistura vitamínica	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
Mistura salínica	3.50	-	-	-	-	3.50	-	-
Celulose	1.23	-	-	-	-	-	1.23	-
Óleo vegetal	5.88	-	-	-	-	-	-	52.92
Bitartarato de colina	0.25	-	-	-	-	-	-	-
L-Cistina	0.30	-	-	-	-	-	-	-
Total	100.00	16.62	58.13	7.01	1.00	3.50	5.00	362.09
NDpCal%	10.54							
CAS17								
Caseína	20.30	16.38	-	-	-	-	-	65.52
Mistura vitamínica	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
Mistura salínica	3.50	-	-	-	-	3.50	-	-
Celulose	5.00	-	-	-	-	-	5.00	-
Óleo vegetal	6.88	-	-	6.88	-	-	-	61.92
Bitartarato de colina	0.25	-	-	-	-	-	-	-
L-Cistina	0.30	-	-	-	-	-	-	-
Amido	62.77	0.63	55.14	0.12	-	-	-	224.16
Total	100.0	17.01	55.14	7.00	1.00	3.50	5.00	351.60
NDpCal%	13.40							
FAFM13								
Feijão	56.11	12.29	34.28	1.00	-	-	3.22	195.28
Arroz	11.73	0.97	9.92	0.02	-	-	0.15	43.74
Farinha de mandioca	20.00	0.26	16.59	0.07	-	-	0.40	68.03
Mistura vitamínica	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
Mistura salínica	3.50	-	-	-	-	3.50	-	-
Celulose	1.20	-	-	-	-	-	1.23	-
Óleo vegetal	5.91	-	-	-	-	-	-	53.19
Bitartarato de colina	0.25	-	-	-	-	-	-	-
L-Cistina	0.30	-	-	-	-	-	-	-
Total	100.0	13.52	60.79	7.00	1.00	3.50	5.00	360.24
NDpCal%	8.87							

FAFL17 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%

CAS17 = Caseína a 17%

FAFM13 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca a 13,52%

As dietas eram confeccionadas semanalmente, no Laboratório de Nutrição Experimental do Departamento de Nutrição, e oferecidas diariamente, “ad libitum”.

Animais

Utilizaram-se 30 ratas da linhagem Wistar (100 a 120 dias de idade), oriundas do Biotério de Criação do Departamento de Nutrição da UFPE, divididas em três grupos, segundo as dietas empregadas. As fêmeas foram acasaladas, na proporção de 3 (três) para 1 (um) macho, durante 05 dias, descansando 02 e retornando mais 05 dias de acasalamento (perfazendo 12 dias), conforme as normas para a linhagem (24), recebendo água e as respectivas rações, “ad libitum”.

Após o período de acasalamento, as matrizes foram separadas dos machos e transferidas para gaiolas individuais, sendo o ganho de peso (diariamente) e o consumo de ração (semanalmente) controlados durante toda a gestação e a lactação.

Após o nascimento, era registrado o número de filhotes de cada ninhada. No 3^o dia de idade, as ninhadas eram padronizadas para 7 filhotes e a evolução de seu peso, bem como o das lactantes, acompanhada diariamente.

Aos 21 dias, ocasião do desmame, foram tomados ao acaso, de cada ninhada, 2 filhotes machos. Todos os desmamados (60) foram colocados em gaiolas individuais e alimentados com as respectivas dietas maternas. O peso e a ingestão alimentar foram registrados, para determinação do Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) (25). O comprimento da cauda foi medido do desmame até os 70 dias de idade, quando os animais foram anestesiados com éter etílico e tiveram o fígado e cérebro retirados para determinação do peso úmido e relativo, bem como para avaliação da proteína do tecido (26). O sangue foi utilizado para determinação da hemoglobina, hematócrito (27) e proteína sérica (28). Para o exame histopatológico, realizado segundo as técnicas de rotina do Laboratório de Patologia da UFPE, utilizou-se uma amostra do fígado de todos os filhotes. Os cálculos estatísticos foram feitos utilizando o software SAS, versão 6.12 para computador, em seguida a técnica de Análise de Variância (ANOVA) foi aplicada e, para confirmação dos dados, o teste de comparações pareadas de Tukey. Estabeleceu-se a significância estatística admitindo-se um nível crítico de $p < 0.05$ para rejeição da hipótese nula (29,30).

RESULTADOS

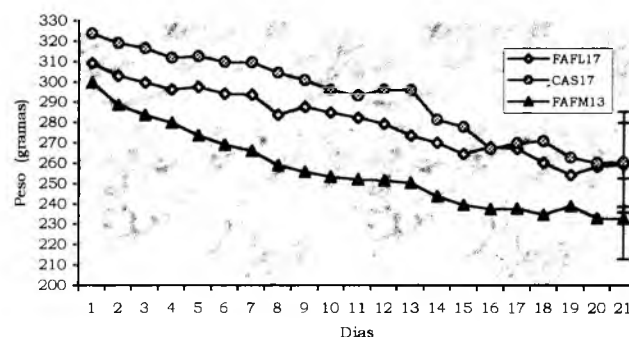
No presente estudo verifica-se que o teor protéico da dieta FAFL17 é de 16,62%, em contrapartida a 13,52% da FAFM13, constituída dos mesmos componentes em quantidades iguais.

Para avaliar a repercussão do enriquecimento da farinha de mandioca, um dos aspectos observados foi o número de filhotes em cada ninhada. Constatou-se que este número não diferiu nos três grupos estudados (FAFL17, FAFM13 e CAS17), com médias de 10, 12 e 11, respectivamente.

Em relação ao ganho em peso das ratas, no final da gestação, foi significativamente maior no grupo alimentado com a dieta caseína (133,91g). Matrizes do grupo FAFL17 (105,27g) obtiveram ganho semelhante à FAFM13 (108,63g).

A ingestão alimentar e protéica das lactantes foi significativamente menor no grupo FAFM13 do que no FAFL17, e, neste, semelhante ao CAS17. Contudo, os três grupos estudados não apresentaram diferenças em relação à perda de peso da lactante (Figura 1); mas, em relação à curva ponderal da prole, os resultados foram significativamente diferentes entre os grupos.

FIGURA 1
Curva ponderal das ratas submetidas às diferentes dietas durante o período de lactação

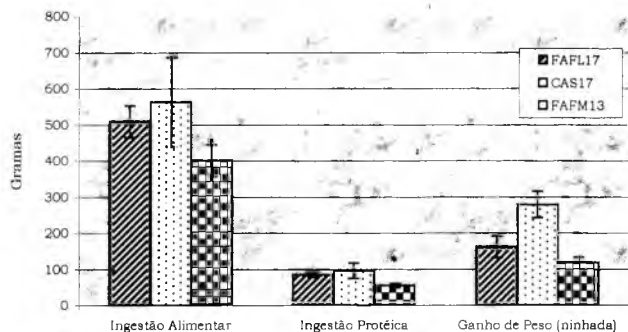


FAFL17= Feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%, CAS17= Caseína a 17,01%, FAFM13= Feijão, arroz e farinha de mandioca a 13,52%. Os pontos e as barras de erro representam, respectivamente, os pesos médios e o desvio-padrão de cada grupo. A análise dos resultados (ANOVA-Teste de Tukey) revelou, no 21^o dia, diferenças significativas ($P < 0.05$) entre FAFM13 e os outros e os outros grupos.

Quanto às ninhadas, verificou-se um ganho de peso significativamente maior para o grupo CAS17 em relação aos demais, bem como menor para FAFM13, cuja ingestão alimentar e protéica materna foi menor (Figura 2).

Resultados ainda mais evidentes podem ser observados no desenvolvimento dos filhotes após desmame. Em relação à ingestão alimentar, o grupo FAFL17 apresentou valores significativamente menores que CAS17 e maiores que FAFM13.

FIGURA 2
Ingestão dietética e protéica das lactantes e ganho de peso das ninhadas



FAFL17= Feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%, CAS17= Caseína a 17,01%, FAFM13= Feijão, arroz e farinha de mandioca a 13,52%. As barras de erro representam o desvio-padrão de cada grupo.

*Diferença significativa em relação aos outros grupos ($P < 0,05$) - ANOVA-Teste de Tukey.

Pode-se ressaltar que o maior consumo de ração ocasionou uma ingestão significativamente maior de proteínas (Tabela 2) para FAFL17 em relação a FAFM13 e, como consequência, o peso final dos filhotes foi superior, como pode ser observado na curva ponderal (Figura 3), que apresentou uma evolução semelhante à das ninhadas.

TABELA 2

Ingestão alimentar e protéica e coeficiente de eficácia alimentar dos filhotes submetidos às diferentes dietas

Dietas	Ingestão		CEA (g)
	Alimentar (g)	Protéica (g)	
FAFL17	529,30 ^a ± 93,75	87,92 ^a ± 15,57	0,33 ^a ± 0,02
CAS17	784,30 ^b ± 45,58	133,41 ^b ± 7,75	0,35 ^a ± 0,02
FAFM13	370,56 ^c ± 42,03	50,06 ^c ± 5,68	0,32 ^b ± 0,02

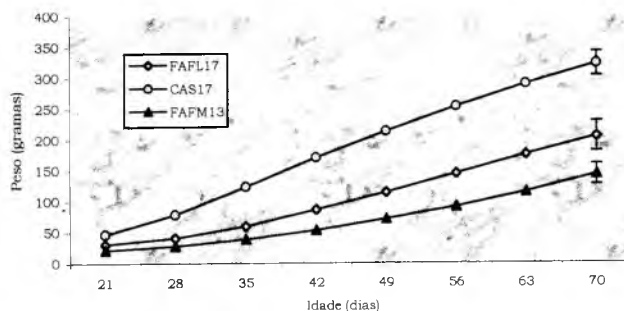
Letras diferentes, na mesma coluna, indicam diferenças estatísticas a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey (n = 20)

FAFL17 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%

CAS17 = Caseína a 17,01%

FAFM13 = Feijão, Arroz e Farinha de Mandioca a 13,52%

FIGURA 3
Curva ponderal dos filhotes desmamados submetidos às diferentes dietas até os 70 dias de idade



FAFL17= Feijão, arroz e farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%, CAS17= Caseína a 17,01%, FAFM13= Feijão, arroz e farinha de mandioca a 13,52%.

Os pontos e as barras de erro representam, respectivamente, os pesos médios e o desvio-padrão de cada grupo. A análise dos resultados (ANOVA-Teste de Tukey) revelou, no 70 dias de idade, diferenças significativas ($P < 0,001$) entre os grupos onde: CAS17 > FAFL17 > FAFM13.

Entre os filhotes do grupo FAFL17 denota-se um déficit de 36% em relação ao grupo CAS17, enquanto que no grupo FAFM13 foi de 66%. Um outro dado importante é o CEA. Pela análise dos resultados, verifica-se que o grupo FAFL17 apresentou um CEA semelhante ao do CAS17 (Tabela 2).

Para verificar a evolução dos animais em estudo foi feita a medição do comprimento da cauda, procedimento considerado de maior precisão para o registro do crescimento longitudinal do rato (31).

Os comprimentos médios da cauda dos filhotes, ao desmame, foram: FAFL17 - 6,31 cm; CAS17 - 6,62 cm e FAFM13 - 5,98 cm, alcançando um crescimento maior ao final dos 70 dias, respectivamente 16,41 cm, 18,02 cm e 14,67 cm, constatando-se assim diferença significativa entre as dietas estudadas.

Quanto aos resultados da hemoglobina e do hematócrito, expressos na Tabela 3, observa-se que CAS17 apresentou-se significativamente superior às dietas FAFL17 e FAFM13; entretanto, as duas últimas apresentaram resultado semelhante em relação à hemoglobina e denotou-se superioridade para o hematócrito dos animais alimentados com FAFL17.

TABELA 3

Teores médios de hemoglobina, hematócrito e proteína sérica dos filhotes submetidos às diferentes dietas, aos 70 dias de idade

Dietas	Hemoglobina (g/dl)	Hematócrito (%)	Proteína (g/dl)
FAFL17	13,02 ^a ± 0,32	39,00 ^a ± 2,31	6,03 ^a ± 0,84
CAS17	14,73 ^b ± 0,48	42,90 ^b ± 1,37	6,42 ^a ± 0,39
FAFM13	12,02 ^c ± 0,69	37,00 ^a ± 2,54	4,70 ^b ± 0,58

Letras diferentes, na mesma coluna, indicam diferenças estatísticas a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey (n=10)
 FAFL17 = Feijão , Arroz e Farinha de Mandioca enriquecida com bioproteínas a 16,62%
 CAS17 = Caseína a 17,01%
 FAFM13 = Feijão , Arroz e Farinha de Mandioca a 13,52%

Em relação aos teores de proteína sérica, resultados semelhantes foram obtidos para os grupos CAS17 e FAFL17, dentro da faixa recomendada para o animal nesta idade. Entretanto, o valor de FAFM13 foi significativamente inferior aos demais, e abaixo da faixa de normalidade (5,6 a 7,6 g/dl), como pode ser observado na Tabela 3.

Um dos propósitos deste estudo foi a aferição do peso úmido e relativo do fígado e cérebro dos animais, cujos resultados estão expressos na Tabela 4, podendo-se detectar que o peso úmido do fígado apresentou diferença significativamente superior, entre os grupos, na seguinte ordem decrescente: CAS17, FAFL17 e FAFM13.

TABELA 4

Análise do fígado e cérebro dos filhotes submetidos às diferentes dietas durante 70 dias

Dietas	Fígado			Cérebro		
	Peso absoluto (g)	Peso relativo (%)	Proteína (mg/g)	Peso absoluto (g)	Peso relativo (%)	Proteína (mg/g)
FAFL17	8,7304 ^a ± 1,02	4,18 ± 0,29	115,06 ^a ± 10,67	1,5274 ^a ± 0,11	0,75 ^a ± 0,10	99,11 ^a ± 9,04
CAS17	11,5509 ^b ± 1,59	3,66 ± 0,47	123,07 ^a ± 15,25	1,6377 ^a ± 0,08	0,52 ^b ± 0,04	109,78 ^a ± 4,76
FAFM13	5,3581 ^c ± 1,04	3,85 ± 0,63	95,07 ^b ± 7,85	1,3017 ^b ± 0,09	0,95 ^c ± 0,14	86,52 ^a ± 13,38

No que diz respeito ao peso relativo deste órgão, não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos (Tabela 4).

Em relação ao peso úmido do cérebro, a diferença entre os grupos CAS17 e FAFL17 não foi significativa; todavia,

no grupo FAFM13 mostrou-se significativamente inferior.

Um outro ponto que vale a pena ressaltar refere-se ao peso relativo do cérebro, verificando-se que o grupo controle apresentou um peso relativo elevado (Tabela 4).

Avaliando as proteínas totais do fígado e cérebro nos animais de todas as dietas estudadas (Tabela 4), observa-se uma diferença significativamente menor nos animais que consumiam a dieta controle, em relação aos outros dois grupos, e valores semelhantes da dieta experimental e padrão.

Analisando os aspectos histológicos, para detectar possíveis efeitos tóxicos da *Saccharomyces cerevisiae* que pudessem ocasionar alterações nas células do fígado, verificou-se que o tecido hepático de todos os grupos estudados estava de acordo com os padrões de normalidade com arquitetura e citologia epiteliais e estromais preservadas.

DISCUSSÃO

Vários aspectos foram levados em consideração para avaliar a repercussão do enriquecimento protéico da farinha de mandioca, dentre eles o número de filhotes por ninhada. Embora não constitua, isoladamente, um parâmetro suficiente para possibilitar conclusões decisivas, é um indicador da influência da dieta sobre a fertilidade (32); poder-se-ia, então, inferir, no presente trabalho, que não houve influência das dietas sobre o número de recém-natos, por rata.

Em relação à ingestão alimentar da lactante, o grupo dietético de teor protéico inferior (FAFM13) foi o que apresentou menor valor. Estes dados estão de acordo com Jessop (33), ao afirmar que, na lactação, a demanda de aminoácidos aumenta, ou seja, torna-se superior às requeridas pelas necessidades basais. Também a ingestão alimentar varia de forma acentuada, de acordo com o conteúdo protéico da dieta que, quando diminuído, ocasiona uma redução dos teores protéicos ingeridos e influencia a performance lactacional, repercutindo na evolução da perda de peso materno, bem como, no aumento de peso da ninhada.

No presente trabalho não houve repercussão na perda de peso da lactante; contudo, o aumento de peso da prole foi estatisticamente significante. Assim, poder-se-ia considerar que tanto a qualidade como as quantidades da proteína ingeridas durante o período de aleitamento têm influência na qualidade do leite materno, ocasionando uma melhora no estado nutricional dos filhotes aleitados.

É importante salientar, em relação às ninhadas estudadas, que o peso ao nascer não diferiu significativamente entre os grupos. Esta observação é interessante quando confrontada com a afirmativa de Resnick et al. (34), de que o feto em desenvolvimento pode ser comparado a um parasita perfeito, capaz de retirar da mãe qualquer nutriente de que precise, independente do seu estado nutricional. O que leva a questionar, em relação aos achados deste trabalho, se a

semelhança de peso inicial das ninhadas poderia ser atribuída a este parasitismo.

Avaliando a ingestão alimentar dos filhotes, verifica-se comportamento semelhante ao das lactantes.

Cozzolino (13) refere que alguns animais, neste caso o rato, têm a capacidade instintiva de selecionar rações mais balanceadas; contudo, quando não há possibilidade de escolha, o animal tende a ingerir menor quantidade de ração e conseqüentemente, de proteína.

Da mesma forma, Pellet & Young (35) comentam que a palatabilidade dos componentes da dieta constitui um fator de grande influência em relação à quantidade ingerida pelos animais de laboratório. As duas razões poderiam justificar a diferença constatada no consumo alimentar entre o grupo experimental (FAFL17) e o controle (FAFM13).

Em relação à evolução de peso dos filhotes, Caballero-Córdoba, Pacheco e Sgarbieri (19), em trabalho realizado em ratos, constataram crescimento em proporções ainda maiores, 70% a 80%, para os grupos alimentados com células de levedura a 10% de proteína, quando comparados aos alimentados com caseína, no mesmo teor.

O CEA, cuja avaliação, em conjunto com os parâmetros abordados anteriormente, evidencia o valor biológico das dietas em estudo, mostrou-se diferente dos resultados encontrados por Cozzolino (13) que, testando a *Saccharomyces cerevisiae* a 10% na dieta de ratos, encontrou índices inferiores, quando comparou com caseína na mesma proporção.

Analisando a variação do comprimento da cauda, verifica-se que os componentes da dieta FAFL17, em comparação à FAFM13, promoveram crescimento das crias, com um déficit de 10% entre ambas.

É importante mencionar, em relação à análises sanguíneas, que os dados obtidos nestes parâmetros encontram-se dentro da escala de referência para ratos (hemoglobina - 11 a 18g/dl; hematócrito - 36 a 48%) (36).

Um outro parâmetro avaliado foi a proteína sérica. Machado (37) afirma que somente grandes alterações na dieta podem modificar os constituintes sanguíneos, o que leva a questionar se o valor significativamente inferior constatado para o grupo FAFM13 não seria uma conseqüência do tipo de proteína ingerida.

Em avaliações biológicas, um dado de grande importância é o peso dos órgãos, a partir do conhecimento de que este peso tende a diminuir em animais desnutridos em proteínas e/ou calorias (13,38).

Comparando os resultados deste trabalho com os de Metri (39), evidenciam-se semelhanças, visto que o autor constatou diferenças entre o peso do cérebro do grupo padrão (caseína 10%) e do grupo experimental (farinha enriquecida a 11%), bem como verificou que as duas dietas apresentavam valores superiores, quando comparadas com o grupo controle (farinha comum a 10% de proteína).

Este comportamento do peso absoluto e relativo foi também atestado por Monteiro (40), em trabalho utilizando DBR, obtendo pesos cerebrais absolutos menores e pesos relativos maiores, chamando a atenção para os efeitos visíveis resultantes de uma dieta desbalanceada, que ocasiona uma desproporção entre o conjunto do organismo e da cabeça. Também outros autores (41-44) verificaram, em seus estudos, que filhotes alimentados com uma dieta pobre em proteínas apresentavam peso relativo do cérebro maior.

Os resultados do presente estudo permitem supor, ao comparar o grupo experimental com o padrão, que o teor protéico do primeiro contribuiu para o crescimento e desenvolvimento do órgão.

Em relação à histopatologia do órgão, Metri (39) encontrou, avaliando o fígado de 60 animais, resultados semelhantes.

Um dado relevante, em relação a este parâmetro, refere-se ao achado de Cozzolino (13), em trabalho sobre biomassa protéica. Mesmo utilizando o nível protéico de 25%, considerado elevado para esta fonte alimentar, o autor encontrou resultados normais.

Em síntese, é possível afirmar que, na maior parte dos parâmetros avaliados, em relação aos filhotes a dieta experimental obteve melhores resultados do que a controle.

Os dados apresentados sugerem que a farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), quando adicionada a dietas constituídas essencialmente de misturas vegetais, promove uma melhoria da qualidade da mistura. Os resultados permitem inferir que esta farinha poderia representar uma boa fonte de suplementação alimentar; contudo, os dados também indicam que esta adição não alcança os resultados obtidos com o uso da dieta padrão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Bibliotecária Maria Christina Malta de Almeida Costa pela revisão e normatização do trabalho, e a José Paulino Ventura, pela colaboração técnica.

REFERÊNCIAS

1. Silva GS. Validação da secagem natural, da produção de raspas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) no secador solar de superfície de concreto, à céu aberto, para o estado da Paraíba. [Dissertação] João Pessoa (PB): Univ Fed da Paraíba, 1996.
2. El-Sayed M, Abdel-Aal FW, Sosulski A, Adel YS, Mohamed MY. Nutritional functional and sensor properties of wheat, rice and fababean blends texturized by drum drying. Intern J Food Sci Technol 1996; 31 (3).
3. Genovese MI, Lajolo FM. In vitro digestibility of albumin proteins from *Phaseolus vulgaris* L. Efect of chemical

- modification. *J Agric Food Chem* 1996; 44: 3022 – 3028.
4. Barker DJP. Maternal nutrition, fetal nutrition, and disease in later life. *Nutrition* 1997; 13: 807-13.
 5. Organização Mundial de Saúde. Necessidades de energia e proteína. São Paulo: Roca, 1998.
 6. McGuire MK, Littleton AW, Schulze KJ, Rasmussen KM. Pre- and postweaning food restrictions interact to determine reproductive success and milk volume in rats. Ithaca: American Institute of Nutrition, 1995.
 7. Organización Panamericana de la Salud. Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá. Alimentación infantil: bases fisiológicas. Guatemala, 1992.
 8. Sohlstrom A, Kabir N, Sadurskis A, Forsum E. Body composition and fat distribution during the first 2 weeks of gestation in ad lib.– fed and energy - restricted rats. *Brit J Nutr* 1994; 71: 317 - 33.
 9. Pine AP, Jessop N S, Oldham J D. Maternal protein reserves and their influence on lactational performance in rats. *Brit. J Nutr* 1993; 71: 13-27.
 10. Maternal protein reserves and their influence on lactational performance in rats. 3. The effects of dietary protein restriction and stage of lactation on milk composition. *Brit J Nutr.* 1994; 72:815-30.
 11. Rasmussen KM. The influence of maternal nutrition on lactation. *Ann Rev Nutr* 1992; 12:103-17.
 12. Picciano MF. Embarazo y lactancia. In: Ziegler EE, Filer LJ Jr, eds. Conocimientos actuales sobre nutrición. 7th ed. Washington: OMS, 1997.
 13. Cozzolino SME. Valor nutricional da biomassa de *Saccharomyces cerevisiae*: estudos em gerações sucessivas de ratos. [Dissertação] São Paulo (SP): Univ de São Paulo, 1982.
 14. Scarinci HE, Umansky G, Mendonza MSC de. Estudio de la composición química de biomazas celulares de levaduras. *Arch Latinoamer Nut* 1990;40:595 - 601.
 15. Pacheco MTB, Caballero-Córdoba GM, Sgarbieri VC. Composition and nutritive value of yeast biomass and yeast protein concentrates. *J Nut Sci Vitamin* 1997; 43: 601 - 12.
 16. Mariath JGR, Zucas S M. Valor nutricional da proteína isolada de resíduo de cerveja. *Assoc Brás Ind Aliment* 1983; 65: 24 - 36.
 17. Benassi VT, Camargo CRO, Ciacco CF. Caracterização química e redução do conteúdo de ácidos nucleicos das células de levedura (*Saccharomyces spp.*) provenientes da produção de álcool de cana. *Cien Tecnol Alim* 1990; 10: 249 - 60.
 18. Boze H, Moulin G, Galzy P. Production of food and fodder yeasts. *Crit Rev Biotechn* 1992; 12: 65 - 86.
 19. Caballero-Córdoba G M, Pacheco MTB, Sgarbieri VC. Composição química da biomassa de levedura integral (*Saccharomyces sp*) e determinação do valor nutritivo da proteína em células íntegras ou rompidas mecanicamente. *Cien Tecnol Alim* 1997; 17: 102 - 6.
 20. Caballero-Córdoba, G M, Sgarbieri V C. Efeitos da ingestão de proteínas de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre os níveis séricos e urinários de ácido úrico em ratos wistar. *Anais do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*; 1998. Rio de Janeiro
 21. Horwitz W. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 3rd ed. Washington: AOAC, 1975.
 22. Tagle M A. Nutrição. São Paulo: Artes Médicas, 1981.
 23. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 Purified diets or laboratory rodents; final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 1993; 123: 1939 - 51.
 24. Laus J E. Biologia e reprodução. In: Comissão de Ensino do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Manual para técnicos em bioterismo. 2nd ed. Ver e ampl São Paulo: EPM, 1996: 57 - 66.
 25. Campbell JA. Method for determination of PER & NPR. In: Food and Nutrition Board. Committee on Protein Quality. Evaluation of protein quality. Washington, 1963: 31- 32.
 26. Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr A L, Randall RJ. Protein measurement with the folinphenol reagent. *J Biol Chem* 1951; 193: 265 - 75.
 27. Janini P, Janini P F. Interpretação clínica do hemograma. 10ed. São Paulo: Sarvier, 1990.
 28. Gornall AG, Bardawell CJ, David MJB. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *J Biol Chem* 1949; 177 : 751.
 29. Altman DG. Practical statistics for medical research, London: Chapman and Hall, 1991.
 30. Montgomery DC. Design and analysis of experiments. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1984.
 31. Barbosa L, Santiago S de. Efecto de la restricción en el consumo de alimento de la rata adulta sobre el crecimiento y la composición tisular de la cría lactante. *Arch Latinoamer Nutr* 1994; 44 : 98 – 104.
 32. Pires Leal MMRB. Efeito do teor e qualidade da proteína alimentar sobre alguns parâmetros do desenvolvimento e manutenção da espécie – Estudo através de quatro gerações de ratos albinos. [Dissertação] São Luís (MA): Fund Univ do Maranhão, 1976.
 33. Jessop N S. Protein metabolism during lactation. *Proc. Nutr Soc* 1997; 56: 169-75.
 34. Resnick O, Morgane PJ, Hasson R, Miller M. Overt and hidden forms of chronic malnutrition in the rat and their relevance to man. *Neurosc Biobehav Rev* 1982; 6: 55-75.
 35. Pellet PL, Young VR. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United Nations Univ, 1980.
 36. Harkness JE, Wagner J E. Biologia e clínica de coelhos e roedores. 3rd ed. São Paulo: Roca, 1993.
 37. Machado PF. Valor nutritivo da levedura, resíduo da produção de álcool, para vacas em lactação. [Dissertação] São Paulo (SP): Univ de São Paulo, 1983.
 38. Lourenço E J, Zucas S M, Pereira CAB. Influência da proteína da dieta sobre o desenvolvimento de órgãos – ensaio em ratos. *An Farm Quím São Paulo* 1980; 20: 254 - 60.
 39. Metri AC. Farinha de mandioca enriquecida com proteína de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. [Dissertação] Recife (PE): Univ Fed de Pernambuco, 1999.

40. Monteiro JS. Desnutrição, estimulação ambiental e desenvolvimento do sistema nervoso: um estudo eletrofisiológico. [Dissertação] Recife (PE): Univ Fed de Pernambuco, 1995.
41. Kenney MA, Barton EB. Malnutrition and fetal development in two generations of rats. *Nut Rep Internat* 1975; 11: 243-9.
42. Pessoa DCN. de P. Efeitos da desnutrição pela Dieta Básica Regional (DBR), em três gerações de ratos, sobre a reprodução, crescimento corporal e desenvolvimento de órgãos. [Dissertação] Recife (PE): Univ Fed de Pernambuco, 1997.
43. Morgane PJ, Austin-Lafrance R, Bronzino J, Tonkiss J, Diaz-Cintra S, Cintra L, et al. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosc Biobehav Rev* 1993; 17: 91 - 128.
44. Lima JG, Oliveira LM, Lachat JJ, Dal-Bo CMR, Almeida SS. Comparison of the effects of lab chow and casein diets based on body and brain development of rats. *Braz J Méd Biol Res* 1993; 26 : 1069-76.

Recibido: 18-02-2000

Aceptado: 10-11-2000