

Desempenho de ratos (*Rattus norvegicus*) da linhagem Wistar em crescimento alimentados com dietas extrusadas e peletizadas

Haroldo Garcia de Faria^{1*} e Sandra Regina Stabile²

¹Biotério Central, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Universidade Paranaense, Câmpus de Paranavaí, Paranavaí, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: hgfaría@uem.br

RESUMO. Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de estudar a influência de dietas extrusadas e peletizadas sobre a digestibilidade e desempenho de ratos em crescimento. Para o ensaio de digestibilidade, 24 ratos da linhagem Wistar, de 21 a 35 dias de idade, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (dietas extrusadas e peletizadas) e 12 repetições. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparentes da matéria seca, proteína bruta quando as dietas foram comparadas. O coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta apresentou-se melhor ($p < 0,05$) para dieta extrusada em comparação com a peletizada. No ensaio de crescimento, 120 ratos da linhagem Wistar, de 21 a 42 dias de idade, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (dietas extrusadas e peletizadas) e 10 repetições e seis animais por unidade experimental. Considerando os períodos analisados, foi constatado que no período de 21 a 35 dias de idade, os animais que receberam ração extrusada apresentaram peso vivo maior ($p < 0,05$), melhor ganho de peso diário ($p < 0,05$) e melhor ($p < 0,05$) conversão alimentar quando comparados com os animais que receberam ração peletizada.

Palavras-chave: digestibilidade, dieta extrusada, dieta peletizada, *Rattus norvegicus*.

ABSTRACT. Performance of rats (*Rattus norvegicus*) of Wistar lineage in growing feeding with extruded and pelleted diets. Two experiments were carried out to study the effect of the extruded and pelleted diets on the digestibility and performance in growing rats. For the digestibility essay, 24 rats of the Wistar lineage, from 21 to 35 days old, were distributed in randomized experimental design, with two treatments (extruded and pelleted diets) and 12 replicates. Differences were not observed ($p > 0.05$) on the apparent digestibility coefficient of dry matter and crude protein when the diets were compared. The coefficient digestibility apparent of the gross energy was ($p < 0.05$) for extruded diet in comparison with the pelleted diet. In performance trial, 120 rats of the Wistar lineage, from 21 to 42 days old, were distributed in randomized experimental design, with two treatments (extruded and pelleted diets) and 10 replicates and six animals for experimental unit. Considering the analyzed periods, it was verified between 21 to 35 days old the animals that received extruded diet presented larger live weight ($p > 0.05$), better daily weight gain ($p > 0.05$) and ($p > 0.05$) feed conversion than the animals that received pelleted diet.

Key words: digestibility, extruded diet, pelleted diet, *Rattus norvegicus*.

Introdução

O estabelecimento de uma dieta adequada a animais de laboratório é um dos fatores mais importantes para obtenção do melhor potencial genético, de crescimento, reprodutivo, longevidade e resposta a estímulos. Para tanto, se faz necessário a formulação de rações com concentrações necessárias de nutrientes e a manipulação de numerosos fatores relacionados com sua qualidade.

Cabe destacar que as metodologias relacionadas à preparação das rações, como extrusão e peletização, são utilizadas com objetivo de incrementar a eficiência de

utilização da dieta, aproveitando melhor o potencial do animal. A extrusão é definida como um processo no qual os alimentos são umedecidos e expandidos em um tubo pela combinação de umidade, pressão e calor. Este conjunto de fatores distingue a extrusão de outros tratamentos utilizados no processamento de dietas, tais como peletização, floculação ou tostagem (O' Connor, 1987). A extrusão requer alta pressão e temperatura acima de 120°C, resultando na expansão da mistura de ingredientes e promovendo maior gelatinização do amido, além de aumento na exposição dos nutrientes contidos no interior das células vegetais à ação do processo digestivo dos animais.

Segundo Andrigueto *et al.* (1981), as rações e matérias-primas extrusadas promovem aumento de peso e eficiência alimentar em animais e, em alguns casos, melhoram significativamente a palatabilidade dos ingredientes ou rações.

O amido é o principal componente energético dos grãos de cereais e na extrusão, devido às suas características, contribui para expansão e coesão do produto final, além de ser gelatinizado (Harmann e Harper, 1974). Além disso, como resultado da gelatinização surge um produto de melhor digestão devido à maior facilidade de ação das enzimas digestivas.

Durante a extrusão, ocorre desnaturação protéica, um conjunto de alterações na conformação da molécula, provocando modificações relacionadas à tecnologia de alimentos (Gomes e Aguilera, 1984; Araújo, 1999). A proteína desnaturada é mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos, sua digestibilidade e utilização são melhoradas (Araújo, 1999). Este processo é benéfico para os alimentos, quando provoca uma desnaturação parcial da molécula protéica. Nas extrusoras, utilizam-se altas temperaturas (130 a 140°C), curto tempo de permanência dentro do equipamento (10 a 30 seg.), alta pressão (30 a 60 atm.) e, em alguns casos, umidade de 19 a 25% (Neto, 1992).

O processo de extrusão tem merecido espaço na produção de alimentos devido à sua versatilidade, alta eficiência termodinâmica, baixo custo de operação e baixo espaço por unidade métrica de produção, apesar de exigir equipamentos, muitas vezes importados e de alto custo, que são compensados pela melhor eficiência alimentar.

A peletização é uma operação de moldagem, na qual partículas finamente divididas são aglomeradas em uma forma compacta, chamado grânulo ou pelete. A forma peletizada reduz o desperdício facilitando a prensão e mastigação do alimento pelo animal. A peletização torna o alimento mais denso e desta forma reduz a seletividade e segregação dos ingredientes tornando o alimento mais palatável, reduzindo as partículas de pó presente no mesmo e facilitando a ingestão (Behnke, 1996; Donzier, 2001).

Assim, considerando que a extrusão ou peletização pode alterar a qualidade de uma ração farelada completa, o objetivo deste trabalho foi avaliar o de capacidade de utilização digestiva dos nutrientes, além de avaliar o desempenho dos animais em crescimento recebendo dietas extrusadas e peletizadas.

Material e métodos

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de se verificar os efeitos de dietas

peletizadas e extrusadas sobre a capacidade de utilização digestiva dos nutrientes e desempenho de ratos da linhagem Wistar em crescimento.

Ensaio de digestibilidade

Para determinar a capacidade de utilização digestiva da matéria seca, proteína bruta, energia bruta de dietas extrusadas e peletizadas, foram utilizados em um ensaio de digestibilidade 24 ratos (linhagem Wistar) com 21 dias de idade. Os animais oriundos de ninhadas de fêmeas também recebendo dietas extrusadas e peletizadas foram desmamados com 21 dias de idade e distribuídos, individualmente, em gaiolas metabólicas providas de bebedouros, comedouros e de dispositivo para coleta de fezes. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (dietas extrusadas e peletizadas) cada um com 12 repetições.

O experimento teve duração de 14 dias, sendo 7 dias de adaptação às gaiolas e 7 dias para coleta de fezes, utilizando-se a metodologia padronizada para ensaios de digestibilidade *in vivo* (Perez *et al.*, 1995). As dietas foram fornecidas *ad libitum* tanto durante a fase de adaptação como na fase de coleta de fezes.

As fezes de cada animal foram coletadas, em sua totalidade, no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a -18°C. Ao final do experimento, as fezes de cada animal foram pesadas, homogeneizadas e colocadas em estufas de ventilação forçada a 60°C, durante 72 horas. Em seguida, foram moídas e acondicionadas em vidros devidamente identificados para análises laboratoriais da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), e energia bruta (EB), de acordo com Silva e Queiroz (2002), para os cálculos dos respectivos coeficientes de digestibilidade.

Experimento de desempenho

Foram utilizados 120 ratos da linhagem Wistar, 60 machos e 60 fêmeas, com 21 a 42 dias de idade. Os animais oriundos de fêmeas que também recebiam dietas peletizadas ou extrusadas foram distribuídos em caixas de polipropileno com dimensões de 40 x 33 x 17 cm (comprimento, largura e altura) providas de comedouros e bebedouros suspensos.

As caixas foram alojadas em sala com temperatura controlada com média de 21°C, fotoperíodo de 12 horas claro/12 horas escuro e umidade relativa de 70%. Os animais desmamados aos 21 dias de idade foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos (dieta extrusada ou peletizada) e dez repetições, sendo a unidade experimental constituída por seis animais.

O experimento teve a duração de 21 dias e os tratamentos consistiram de uma dieta para atender às necessidades de crescimento de ratos (NRC, 1995) variando somente o seu processamento por extrusão ou peletização. (Tabela 1).

Os animais foram pesados no início do experimento (21 dias) e a cada sete dias durante o período experimental que compreendeu até 42 dias de idade. A ração fornecida, bem como a sobra, também foram pesadas quando da obtenção do peso dos animais.

Tabela 1. Composição porcentual e química da dieta experimental.

Ingredientes	Unidade	Quantidade
Milho	kg	36,500
Farelo de soja	kg	30,550
Farelo de trigo	kg	30,000
Fosfato bicálcico	kg	1,700
Calcário	kg	0,500
Premix Vit+Min ¹	kg	0,450
Sal comum	kg	0,300
Total		100,00
Composição Química calculada		
Proteína bruta	%	22,00
Energia Bruta	Kcal kg ⁻¹	3993
Cálcio	%	0,76
Fósforo	%	0,86
Fibra bruta	%	5,0

1- Premix vitamínico e mineral AIN93.

As características avaliadas, referentes ao desempenho dos animais, foram o consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA).

Análise estatística

Os dados do ensaio de digestibilidade e de desempenho dos ratos da desmama até 42 dias de idade foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa Saeg (1997), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais. O modelo estatístico utilizado para análise das características de desempenho dos animais foi:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = é o valor observado das variáveis estudadas relativas ao indivíduo j , recebendo a dieta i ,

μ = constante geral,

T_i = efeito da dieta i sendo $i = 1$ e 2 (i_1 dieta extrusada, i_2 dieta peletizada),

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Para comparação das médias, foi utilizado o teste Student-Newman Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as dietas quanto aos coeficientes de digestibilidade

aparentes da matéria seca e proteína bruta (Tabela 2). Contudo, o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta apresentou-se mais elevado ($p < 0,05$) para a dieta extrusada em comparação com a peletizada.

Tabela 2. Médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) de ratos da linhagem Wistar alimentados com dietas peletizadas ou extrusadas.

Tratamentos	Dieta Peletizada	Dieta extrusada	Médias	CV%
CDAMS (%)	60,0A	59,6A	59,7	4,8
CDAPB (%)	82,0A	81,8A	81,8	2,4
CDAEB (%)	57,0A	58,7B	56,7	7,4

Letras diferentes no sentido de linha diferem ($p < 0,05$) pelo teste Student-Newman Keuls (SNK).

Segundo Andrigueto *et al.* (1981), as rações extrusadas promovem melhora na eficiência alimentar em animais, fato este verificado neste experimento somente para coeficiente de digestibilidade da energia bruta.

A melhor digestibilidade encontrada para a energia bruta em dietas extrusadas está relacionada com a melhora na digestibilidade do amido, uma vez que a combinação de pressão, umidade e temperatura permitem expansão da mistura dos ingredientes e a gelatinização do amido, ocorrendo assim a exposição dos nutrientes contidos no interior das células vegetais, favorecendo, portanto, a ação digestiva e melhorando a eficiência alimentar.

Contudo, Maertens e Luzi (1995) observaram que a extrusão falhou em reduzir as perdas fecais de amido em coelhos de cinco ou sete semanas, alimentados com dietas ricas em milho; os autores sugerem que a estrutura modificada do amido pode sofrer um rearranjo após resfriamento.

O que se verifica é que a extrusão nem sempre é eficiente em causar melhora na eficiência alimentar e isso ocorre porque o aproveitamento do amido depende de vários fatores. Segundo Rooney e Pflugfelder (1986), a digestibilidade do amido depende de uma série de fatores, uma vez que os grânulos de amido não são semelhantes, diferindo em sua aparência, tamanho e propriedade, de acordo com a espécie vegetal. Esses autores afirmam que o amido proveniente de cereais é mais facilmente digerido do que o amido oriundo de legumes. No entanto, existem diferenças entre os cereais em relação à textura do endosperma e em relação à amilose/amilopectina, sendo o aproveitamento do amido inversamente proporcional a seu conteúdo de amilose.

Os valores encontrados para a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta peletizada são semelhantes ao encontrados por Faria *et al.* (2004) que, trabalhando com dietas peletizadas autoclavadas

ou não para ratos, encontraram valores de 59,12% para matéria seca, 81,6% para proteína bruta e 56,0% para a energia bruta.

Considerando os períodos analisados, constatou-se que no período de 21 a 35 dias de idade os animais que receberam ração extrusada apresentaram peso vivo maior ($p < 0,05$) e maior ganho de peso diário ($p < 0,05$) quando comparados aos animais que receberam ração peletizada (Tabela 3).

Tabela 3. Peso vivo, ganho de peso diário, consumo de ração diário e conversão alimentar de ratos (*Rattus norvegicus*) da linhagem Wistar alimentados com ração extrusada e peletizada em idades.

Idades	Tratamentos		Média geral	CV(%)
	Dieta extrusada	Dieta peletizada		
	Peso Vivo (g)			
21 dias	47	46	46,4	9,2
28 dias	73	72	72,5	8,9
35 dias	112 A	108 B	110	7,3
42 dias	140	144	142	7,7
	Ganho de peso diário (g)			
21- 28 dias	4,3	4,3	4,3	12,6
21- 35 dias	5,0 A	4,6 B	4,8	9,8
21- 42 dias	4,9	5,0	4,7	11,4
	Consumo de ração diário (g)			
21- 28 dias	9,5	8,5	9,00	10,7
21- 35 dias	12,4	11,9	12,1	7,0
21- 42 dias	13,3	13,9	13,6	6,2
	Conversão alimentar			
21- 28 dias	2,0	1,9	2,1	6,4
21- 35 dias	2,1 A	2,6 B	2,3	5,6
21- 42 dias	2,7	2,8	2,8	8,5

Médias com letras diferentes no sentido de linha diferem ($p < 0,05$) pelo teste Student-Newman Keuls (SNK).

O maior peso vivo ($p < 0,05$), verificado aos 35 dias, foi motivado pela melhor conversão alimentar, uma vez que o consumo de ração diário não foi afetado. Esta conversão, como verificado no ensaio de digestibilidade, foi em função do aproveitamento da energia.

Como mencionado, o efeito da extrusão é fundamental para o aproveitamento digestivo e desempenho do animal. Segundo Thomas e Van der Poel (1998), o principal fator que contribui para essas mudanças é o vapor. Aumentando-se a pressão de vapor, aumenta-se o grau de gelatinização do amido, e o tempo maior de permanência da mistura no cano de saída da extrusora promove melhor absorção da umidade e aumento no tamanho da partícula do amido, devido à dilatação por hidratação.

Além deste, outros fatores podem contribuir para o desempenho animal. A extrusão apresenta algumas vantagens em relação aos demais tipos de processos, tais como inibição de fatores antinutricionais, minimização da reação de Maillard, devido ao brevíssimo tempo de retenção dentro do extrusor (Bataglia, 1990), retardo na rancificação de gorduras

(Pablos, 1986; Herkelman e Cromwell, 1990), aumento na digestibilidade do óleo por tornar-se mais disponível para os animais (Sakamura, 1996) e diminuição nas perdas de vitaminas, principalmente as lipossolúveis.

Considerando o período total de experimento, não foi observada diferença ($p > 0,05$) nas características de desempenho dos animais que receberam ração extrusada ou peletizada. Este fato pode estar relacionado com a adaptação dos animais às dietas e aos processos de maturação de secreções enzimáticas digestivas, uma vez que o processamento por extrusão favorece a ação das enzimas digestivas com melhor aproveitamento dos nutrientes.

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que a dieta extrusada apresentou melhor aproveitamento digestivo da energia bruta quando comparada com a dieta peletizada. No período de 21 a 35 dias, os animais que consumiram dieta extrusada obtiveram melhor desempenho, porém isto não se manteve considerando o período total do experimento.

Referências

- ANDRIGUETO, J.M. *et al.* *Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos*. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v.1, p. 23-26.
- ARAÚJO, J. M. A. *Química dos alimentos: teoria e pratica*. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- BATAGLIA, A.M. A extrusão no prepare de alimentos para animais. *In: SIMPOSIO DO COLEGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL*, 3., 1990, Campinas. *Anais...* Campinas: CBNA, 1990. p. 73-82.
- BEHNKE, K.C. Feed manufacturing Technology: current issues and challenges. *Animal Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 62, p. 49-57, 1996.
- DONZIER, W.A. Pellet de qualidade para obter carne de ave más aeconómica. *Alimentos Balanceados para Animales*, Mount Morris, v. 8, p. 16-19, 2001.
- FARIA, H.G. *et al.* Effect od autoclaving diets use for growing rats: digestibility and performance. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 113-119, 2004.
- GOMES, M.H.; AGUILERA, J.M. A. Physicochemical model for extrusion of corn starch. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 49, p. 40-63, 1984.
- HARMANN, D.V.; HARPER, J.M. Modeling a forming foods extruder. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 39, n.6, p. 1099-1104, 1974.
- HERKELMAN, K.L.; CROMWELL, G.L. Utilization of full-fat soybeans by swine reviewed. *Feedstuffs*, Minneapolis, v. 62, n. 17, p. 15-22, 1990.
- MAERTENS, L.; LUZI, F. The effect of extrusion in

- diets with different starch levels on the performance and digestibility of Young rabbits. In: SYMPOSIUM ON HOUSING AND DISEASES OF RABBITS, FURBEARING ANIMALS AND PET ANIMALS, 9., 1995, Celle. *Proceedings...* Celle: German Branch, W.R.S.A, 1995. p.131-138.
- NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avicult. Ind.*, Itu, v. 988, p. 4-15, 1992.
- NRC-National Research Council Nutrient. *Requirements of Laboratory Animals*. (Fourth Revised Edition, 1995). Washington, D.C.: National Academy Press, 1995.
- O'CONNOR, C. *Product development services available from extruder manufactures*. In: Extrusion technology for the food industry. New York: Elsevier Applied Science, 1987. p. 71-75.
- PEREZ, J.M. *et al.* European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *Word Rabbit Sci.*, Toulouse, v. 3, n. 3, p. 41-43, 1995.
- PABLOS, L.B. *Consideraciones sobre el uso de la soya integral en la alimentacion d alas aves*. México: Associac. Americana de Soya, 1986. (Buletin tecnico, 61).
- ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Animal Sci.*, Savoy, v. 63, n. 2, p. 1607-1623, 1986.
- SAEG-Sistema de Análise Estatística e Genéticas. *Manual de utilização do programa SAEG*. Viçosa: UFV, 1997.
- SAKAMURA, N.K. *Estudo do valor nutricional das sojas integrais processadas e de sua utilização*. 1996. Tese (Livre Docência em Avicultura)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- THOMAS, M.; VAN Der POEL, A.F.B. *Physical quality of pellet animal feed. 1. Criteria for pellet quality*. In: Physical quality of pellet animal feed: a feed model study. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1998. p. 16-49.

Received on December 14, 2005.

Accepted on February 22, 2007.