

Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte

[*Effects of physical form of ration on feed digestibility and performance of broiler chickens*]

C.A.A. López, N.C. Baião, L.J.C. Lara, N.M. Rodriguez, S.V. Cançado

Escola de Veterinária da UFMG
Caixa Postal 567
30123-970 - Belo Horizonte, MG

RESUMO

Compararam-se os efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade de nutrientes e o desempenho de frangos de corte. No primeiro experimento foram utilizadas 480 aves (machos) da linhagem *Ross-308*, de 1 a 42 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com três tratamentos (farelada, granulada e expandida-granulada), com oito repetições de 20 aves. No segundo, utilizaram-se 900 aves da mesma linhagem, sexo e período de criação segundo o mesmo delineamento experimental, mas com 10 repetições de 30 aves cada. O coeficiente de metabolização da matéria seca não foi afetado pelos tratamentos. A proteína metabolizável foi maior na ração expandida granulada do que a farelada ($P<0,05$). O processamento da ração melhorou a metabolizabilidade do extrato etéreo ($P<0,05$), correspondendo aos valores de: 68,87, 74,64 e 74,44%, para as rações farelada, peletizada e expandida granulada, respectivamente. O peso dos frangos aumentou com o incremento da intensidade do processamento atingindo-se pesos de 2,597, 2,828 e 2,874kg, para as rações farelada, granulada e expandida granulada, respectivamente ($P<0,05$). O consumo foi maior e a conversão alimentar foi melhor nas aves alimentadas com as rações processadas termicamente ($P<0,05$). Os tratamentos não afetaram a viabilidade das aves.

Palavras-chave: peletização, expansão, digestibilidade, desempenho

ABSTRACT

Two experiments were carried out in order to compare the effects of physical form of ration on feed digestibility and performance of broiler chickens. In the first experiment 480 day-old male Ross broiler chicks were used during the 42 days of trial, following a completely randomized design of three treatments: three physical forms of ration (mash, pellet and expanded-pellet) with eight replicates of twenty birds each. In the second experiment 900 day-old male Ross broiler chicks were used during the 42 day of trial, following the same design, but with 10 replications of 30 birds each. No significant difference in the coefficient of dry matter metabolization was observed. The metabolizable protein was higher in pellet-expanded ration and lower in mash ration ($P<0.05$). The processing of diet significantly increased the metabolizable ether extract ($P<0.05$) and values of 68.87, 74.64 and 74.44% were observed for mash, pellet and expanded-pellet rations, respectively. Body weight of broilers increased as the intensity of processing of ration reaching 2.597, 2.828 and 2.874kg for mash, pellet and expanded-pellet rations, respectively ($P<0.05$). Birds fed processed rations showed higher feed consumption and lower feed conversion ($P<0.05$). The physical form of ration did not affect viability of birds.

Keywords: pellet, expansion, digestibility, performance

INTRODUÇÃO

Os benefícios do processamento da ração têm sido reconhecidos pela indústria avícola. Todos estão de acordo que o tratamento térmico do alimento pode melhorar seu valor nutritivo. O principal modo de ação é, sem dúvida, a influência do processamento sobre a digestibilidade (McCracken, 2002).

A peletização da ração aumenta a digestibilidade dos nutrientes pela ação mecânica e pela temperatura do processo. No caso dos carboidratos, a digestibilidade aumenta, pois a temperatura desagrega os grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática. Os processos térmicos também promovem alterações das estruturas terciárias naturais das proteínas, facilitando sua digestão posterior. (Dozier, 2001).

A expansão da ração é um processamento térmico de alta temperatura por curto período de tempo, onde os parâmetros de processamento tais como: umidade, temperatura, pressão e energia eletromecânica no *expander* influenciam as características físicas e o valor nutricional do alimento. A ração expandida peletizada em comparação com a peletização tradicional melhora a qualidade dos peletes, pelo maior grau de gelatinização do amido, aumenta de maneira significativa a digestibilidade da gordura e da fibra, aumenta também a energia metabolizável (EM) da ração e elimina bactérias patogênicas e fungos da ração (Lutch, 2002)

A peletização da ração melhora o desempenho das aves devido aos seguintes fatores: maior consumo de alimento pela estrutura grosseira e tamanho homogêneo das partículas, melhora da palatabilidade da ração, aumento da densidade da ração, falta de condições para apreensão seletiva do alimento, melhora da qualidade dos peletes pela gelatinização do amido, alteração do tempo de consumo de ração, favorecimento da utilização da sua energia para fins produtivos, diminuição da contaminação microbiana da ração (McCracken, 2002) e aumento da velocidade de passagem através do trato gastrointestinal (TGI) (Macari et al., 2002).

Ao processo de expansão peletização, além dos mesmos efeitos mencionados para as rações peletizadas são atribuídas as seguintes vantagens:

reduz a contaminação por *Salmonella*; reduz os níveis de substâncias termolábeis que inibem o crescimento; produz menos finos, uma vez que o alimento expandido é mais seco, reduzindo a utilização de inibidores de fungos (Dale, 1996). De acordo com Lutch (2002), o processo de expansão da peletização aumenta o grau de gelatinização do amido melhorando a qualidade dos peletes em relação à ração peletizada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados um ensaio de metabolismo e outro de desempenho com rações de diferente forma física (farelada, granulada e expandida granulada). O equipamento usado para peletizar e expandir as rações estava constituído de um conjunto completo de *expander* e peletizadora¹. Os tempos de passagem das rações foram: de 18 a 20 segundos no condicionador, de 15 a 20 segundos no *expander* e de 15 a 20 segundos na peletizadora. As temperaturas de processamento foram de 60, 110 e 85-90°C no condicionador, *expander* e peletizadora, respectivamente, sendo o tamanho do pelete de 4,76mm.

No ensaio de metabolismo foram utilizados 480 pintos de corte, machos, da linhagem Ross-308, distribuídos ao acaso, em três tratamentos e oito repetições de 20 aves cada (nas três primeiras semanas de vida, para se obter o volume de excretas adequado para fazer as avaliações bromatológicas), e depois o número foi reduzido para 10 aves. As aves foram criadas durante o período de um a 42 dias de idade, em gaiolas metálicas com bandejas próprias para coleta de excretas.

O programa de luz utilizado foi o seguinte: de 1 a 14 dias, 24 horas de luz (24L:0E); de 15 a 21 dias, luz natural; de 22 a 28 dias, 14L:10E; de 29 a 35 dias, 18L:6E; e de 36 a 42 dias 24L: 0E.

Foram utilizados três tipos de ração de acordo com as fases de criação: inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias). A composição das

¹Sprout Matador Model 901, Sprout-Matador A/S - Esbjerg, Danmark

rações e seus valores nutricionais calculados encontram-se na Tab. 1. Os tratamentos definidos pela forma física das rações foram: A-ração farelada; B - ração granulada; C – ração expandida-granulada.

Foram realizadas 10 coletas, sete corresponderam à fase inicial e três à fase de crescimento. Cada coleta correspondeu a um período de três dias. A coleta das excretas foi realizada a cada três dias após um jejum de ração

de quatro horas, (no período de um a 21 dias de idade). As coletas na fase de crescimento foram realizadas durante três dias consecutivos na quarta, quinta e sexta semanas de idade. Posteriormente, as excretas foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada (65°C) durante 48 horas. Após a pré-secagem, o material foi exposto à temperatura ambiente por duas horas e, em seguida, pesado e homogeneizado para a coleta de amostra para as análises respectivas.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para frangos de corte

Ingrediente	Ração	
	Inicial	Crescimento
Milho	59,160	64,387
Farelo de soja (46%)	31,720	26,994
Farinha de carne e ossos (40%)	5,690	4,847
Óleo de soja	1,420	1,554
Calcário (39%)	0,874	1,035
Sal comum	0,362	0,359
DL-Metionina (99%)	0,192	0,206
HCl-Lisina (78%)	0,082	0,118
Premix vitamínico-mineral ¹	0,500	0,500
Total	100,000	100,000
Níveis nutricionais ²		
Proteína bruta (%)	22,00	20,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2980	3050
Cálcio (%)	0,980	0,950
Sódio (%)	0,230	0,220
Fósforo disponível (%)	0,480	0,420
Metionina (%)	0,525	0,512
Metionina + Cistina (%)	0,900	0,860
Lisina (%)	1,230	1,120
Treonina (%)	0,825	0,748
Triptofano (%)	0,259	0,229

¹Premix inicial: Vit.A: 1.333.000UI, Vit.D₃: 166.700UI, Vit.E: 1.667UI, Ác. fólico: 36mg, Ác. pantotênico: 2.837mg, Ác. nicotínico: 4.000mg, Biotina: 3,34mg, vit.B₆ (Piridoxina): 60mg, Vit.B₂ (Riboflavina): 459mg, Vit.B₁ (Tiamina): 80mg, Vit.B₁₂:3.333mcg, Vit.C: 8.225mg, Vit.K₃: 353mg, Ferro: 20.070mg, Cobre: 1.904mg, Manganês: 3.700mg, Zinco: 16.464mg, Iodo: 85mg, Selênio: 24mg, Colina: 21,67g, Antioxidante: 25g, Olaquinox: 12,50g, Virginiamicina: 3,33g, Veículo qsp 1.000g. (6kg/ton.).

¹Premix crescimento: Vit.A: 2.934.000UI, Vit.D₃: 400.000UI, Vit.E: 4.167UI, Ác. fólico: 216mg, Ác. pantotênico: 5.640mg, Ác. nicotínico: 10.800mg, Biotina: 8,8mg, Vit.B₆ (Piridoxina): 240mg, Vit.B₂ (Riboflavina): 1.152mg, Vit.B₁ (Tiamina): 220mg, Vit.B₁₂: 8.666mcg, Vit.C: 16.448mg, Vit.K₃: 705mg, ferro: 40.140mg, Cobre: 3.808mg, Cobalto: 128mg, Manganês: 20.666mg, Zinco: 32.928mg, Iodo: 170mg, Selênio: 60mg, Colina: 43.334mg, Antioxidante: 50g, Olaquinox: 16,67g, Bacitracina de Zinco: 8,33g, Veículo qsp 1.000g. (2,5kg/ton.).

²Rostagno et al. (2000).

Amostras das rações e excretas foram levadas ao laboratório para a determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) (Silva, 1990) e de energia bruta. A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica semi-automática PARR 1281².

Os coeficientes de digestibilidade e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) foram determinados em ensaio de metabolismo, pelo método da coleta total de excretas (Sibbald, 1977).

Os dados das sete coletas correspondentes à fase inicial e das três coletas da fase de crescimento,

² Parr Instrument Company - Illinois, EUA

Efeitos da forma física da ração...

foram agrupadas em um único valor (média aritmética de todas as coletas por variável) para cada repetição, sendo essas médias submetidas à análise estatística.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, totalizando três tratamentos com oito repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste Student-Newman-Keuls usando-se o procedimento GLM do SAS (User's..., 1985).

No experimento de desempenho, foram utilizados 900 pintos de corte, machos da linhagem Ross. Os pintos foram alojados em galpão convencional, dividido em boxes, utilizando-se 30 aves por box de 2x1,5m. Para o aquecimento dos pintos nos primeiros 14 dias de alojamento, foi utilizada uma lâmpada infravermelha, para cada box.

Durante os sete primeiros dias de alojamento foi utilizado um bebedouro do tipo copo de pressão para cada 30 aves. Após este período, utilizou-se um bebedouro do tipo pendular automático para cada box. No período de um a 14 dias de alojamento utilizou-se, por box, um comedouro tipo infantil, e, a partir desta fase, dois comedouros do tipo tubular (um para cada 15 aves).

O programa de vacinação, manejo, programa de luz, rações e tratamentos foram os mesmos usados no ensaio de metabolismo.

Ao final do experimento, 42 dias de idade, todas as aves foram pesadas. O cálculo da conversão alimentar foi feito com base no consumo médio de ração e no peso médio das aves ao término do período de criação, descontando-se o seu peso inicial. O número de aves mortas foi registrado diariamente para se fazer o cálculo da porcentagem de viabilidade.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e 10 repetições de 30 aves cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste Student-Newman-Keuls usando-se o procedimento GLM do SAS (User's..., 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos coeficientes de metabolização da MS (CMMS), PB (CMPB), EE (CMEE) e EMA da ração são apresentados na Tab. 2. A forma física da ração não influenciou a digestibilidade da matéria seca ($P>0,05$). Essa resposta na digestibilidade da MS é semelhante à relatada por Hussar e Robblee (1962) que não observaram diferenças na digestibilidade da MS quando compararam dietas fareladas e peletizadas. Savory (1975) também não encontrou diferenças na digestibilidade aparente da ração entre dietas peletizadas e fareladas. Lutch (2002) observou uma resposta semelhante à determinada neste experimento, quando comparou os efeitos da ração expandida peletizada em relação à ração peletizada. O autor verificou que a digestibilidade da matéria orgânica não foi influenciada pelo processamento da ração. Porém, esta resposta difere daqueles resultados observados por Zadari e Sell (1990), os quais obtiveram aumento significativo da digestibilidade da MS nas dietas peletizadas, quando comparadas às dietas fareladas.

Nos dados do CMPB verifica-se efeito significativo da forma física da ração ($P<0,05$).

A metabolização da PB foi semelhante entre a ração farelada e a granulada, enquanto que a ração expandida granulada apresentou maior CMPB em relação à ração farelada, não havendo diferenças entre as rações processadas.

Tabela 2. Coeficiente de metabolização (%) da matéria seca, nutrientes e energia metabolizável aparente, de acordo com a forma física da ração

Tratamento	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEE (%)	EMA kcal/kg
Farelada	73,66	62,77b	68,87b	3020b
Granulada	72,50	63,79ab	74,64a	3030b
Expandida	73,09	64,63a	74,43a	3060a
CV (%)	0,86	1,93	1,38	0,72

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si ($P<0,05$).

Os resultados assemelham-se aos citados por Bolton (1960), que observou que os valores da digestibilidade da proteína não foram afetados pela idade do frango de corte, nem pelo processo de peletização, sendo estes valores quase constantes ao longo da fase de criação do frango de corte. Smith et al. (1995) não encontraram diferenças no consumo de proteína quando compararam rações peletizadas e expandidas peletizadas.

O efeito do processamento térmico mais intenso nos valores da PB é semelhante ao reportado por Plavnik e Sklan (1995) que observaram diferenças nas digestibilidades do nitrogênio quando compararam uma ração expandida em relação à somente farelada. Entretanto, Scott et al. (1997) observaram diferenças na digestibilidade da proteína quando compararam dietas peletizadas e expandidas peletizadas. Lutch (2002) verificou que o impacto curto, mas intenso, do calor úmido, não alterou a digestibilidade da proteína, amido e fibra em detergente ácido. Dos resultados obtidos pode-se deduzir que o processamento térmico mais intenso melhora a digestibilidade da proteína.

O CMEE foi maior nas rações processadas em relação à ração farelada ($P < 0,05$).

Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com os relatados por López (1999), que observou melhora na digestibilidade do EE quando comparou rações peletizadas e fareladas. Plavnik e Sklan (1995) também obtiveram melhor digestibilidade dos ácidos graxos quando compararam uma dieta expandida em relação a uma somente farelada em dietas à base de milho

e soja. Lutch (2002) verificou melhora na digestibilidade da gordura de uma ração expandida peletizada em relação a uma somente peletizada.

A melhora da digestibilidade obtida pelas rações peletizadas neste trabalho seria consequência do processamento térmico, o qual, por ser abrasivo, provocaria a quebra da parede celular permitindo a liberação da gordura intracelular que, de certo modo, permitiria melhor utilização da gordura da dieta pela ave (Ortiz et al., 1998).

A energia metabolizável aparente foi influenciada pelo processamento térmico mais intenso ($P < 0,05$). A ração expandida granulada apresentou maior EMA do que as rações granulada e farelada, respectivamente. Vest (1996) observou melhora na EM quando as rações eram expandidas e granuladas do que somente granulada. Essa resposta estaria relacionada com melhoras nos coeficientes de metabolização da PB e do EE encontrada no ensaio de metabolismo para essa dieta, indicando que o efeito benéfico da granulação-expansão seria devido a mudanças induzidas pelo processamento, pelo melhoramento da eficiência de digestão e absorção, devido ao efeito conjunto da temperatura e pressão que podem ter quebrado a estrutura da parede celular e/ou induzido algumas mudanças na química dos nutrientes da dieta, fazendo-as mais digeríveis pelas enzimas do trato gastrointestinal (Peisker, 1994).

Os resultados de desempenho das aves aos 42 dias de idade são mostrados na Tab. 3.

Tabela. 3. Desempenho de aves aos 42 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamento	Peso corporal (kg)	Consumo ração (kg)	Conversão alimentar (kg:kg)	Viabilidade (%)
Farelada	2,597c	4,452b	1,744b	99,34
Granulada	2,828b	4,787a	1,719a	97,33
Expandida	2,874a	4,827a	1,706a	97,67
CV (%)	1,68	1,52	1,22	2,56

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

Em relação ao peso corporal, este aumentou na medida em que se intensificou o grau de processamento da ração ($P < 0,05$). Essa resposta foi consequência do maior consumo e melhor conversão alimentar alcançado pelas aves que consumiram as dietas peletizadas e expandidas

peletizadas, em relação às rações fareladas. Respostas semelhantes foram observadas por Parsons et al. (2003), que verificaram maior peso corporal das aves alimentadas com ração peletizada. Smith et al. (1995), Vest (1996) e Scott et al. (1997) observaram maior peso

Efeitos da forma física da ração...

corporal em aves alimentadas com ração expandida peletizada do que somente peletizada.

O maior peso corporal das aves alimentadas com as rações processadas, provavelmente, se deva: ao aumento do consumo diário de nutrientes pela facilidade que têm as aves para consumir alimento de estrutura grosseira; ao incremento da digestibilidade do amido e a desativação de fatores antinutricionais susceptíveis ao calor; à melhora da qualidade dos peletes pela gelatinização do amido (Lutch, 2002; Mckinney e Teeter, 2002); à melhora na retenção de energia e/ou nitrogênio; ao aumento da metabolização do extrato etéreo (ensaio de metabolismo) (López e Baião, 2002); e ao menor gasto de energia para consumir a ração.

A diferença de peso, entre as aves alimentadas com a ração granulada e as aves alimentadas com a ração expandida-granulada, seria consequência de melhoras na qualidade dos grânulos e aumento da energia metabolizável na ração expandida granulada (Vest, 1996) em relação à ração granulada.

O consumo de ração foi influenciado pela forma física da ração ($P<0,05$). Aves alimentadas com as rações processadas apresentaram maior consumo em relação àquelas alimentadas com a ração farelada (López e Baião, 2004).

Essa resposta sugere que as aves têm capacidade para consumir maior quantidade de ração e que as rações fareladas limitam esse consumo. Estes resultados estão de acordo com aqueles citados na literatura, devido a maior densidade da ração (Hussar e Robblee, 1962; Zadari e Sell, 1995); ao melhoramento da palatabilidade da dieta, à estrutura grosseira e ao tamanho homogêneo das partículas, à falta de condições para fazer uma alimentação seletiva (Capdevila, 1997; López e Baião, 2002); ao aumento da velocidade de passagem do alimento através do trato gastrointestinal (Macari, 2002), à melhora da qualidade dos peletes e ao menor desperdício de ração (Mckinney e Teeter, 2002).

Hussar e Robblee (1962) verificaram aumento de 15% a mais de consumo, favorável à ração peletizada, explicando que isso seria consequência direta do aumento em 24% da densidade da ração, em relação à dieta farelada. Contudo, Nir et al. (1995), Mckinney e Teeter

(2002) e Greenwood et al. (2004), não detectaram diferenças no consumo quando compararam rações peletizadas e fareladas. Plavnik e Sklan (1995) também não observaram diferenças no consumo de ração quando alimentaram aves com ração expandida em relação à ração somente farelada.

O processamento da ração melhorou a conversão alimentar ($P<0,05$). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Leeson et al. (1999) e Greenwood et al. (2004) que observaram melhor conversão nas dietas peletizadas em relação às mesmas dietas, mas oferecidas na forma de farelo. Entretanto, Nir et al. (1995) não observaram diferenças na conversão alimentar quando compararam aves alimentadas com rações peletizadas em relação às fareladas, e com os encontrados por Plavnik e Sklan (1997), que não verificaram melhoras na conversão alimentar quando trituraram a ração peletizada, evidenciando que esse processo aboliu os efeitos positivos da peletização. E também não observaram diferenças na conversão alimentar quando compararam frangos alimentados com ração somente expandida em relação a aves alimentadas com ração farelada.

A teoria de que a peletização melhora a energia produtiva destinada para ganho (Reddy et al., 1970) e que esse processo favorece a digestão de certos nutrientes foi confirmada neste experimento.

Isso confirma os resultados citados por Capdevila (1997), que considera que o processo de peletização, por ser abrasivo, quebra as paredes celulares aumentando a disponibilidade dos nutrientes contidos nas células, e pela melhora da digestibilidade da gordura e celulose com aumento da EM das rações submetidas aos processos de expansão e peletização (Lucht, 2002). Além disso, Leeson et al. (1999) observaram melhor conversão alimentar em aves alimentadas com dietas peletizadas com baixa energia e baixa densidade de nutrientes em relação às mesmas dietas, mas oferecidas na forma de farelo. Greenwood et al. (2004) detectaram melhora na eficiência alimentar quando utilizaram rações com diferentes níveis de lisina e de energia na ração. Smith et al. (1995), Vest (1996) e Scott et al. (1997) verificaram melhor conversão alimentar nas aves

alimentadas com rações expandidas peletizadas em relação à somente peletizada.

A forma física da ração não influenciou a viabilidade das aves ($P < 0,05$). Esse resultado provavelmente se deve ao programa de luz aplicado durante a criação das aves. Parsons et al. (2003) observaram maior mortalidade nas aves alimentadas com dietas peletizadas em relação às fareladas. Nir et al. (1995) mencionaram aumento da mortalidade em três vezes a mais, nas aves alimentadas com rações peletizadas, do que aquelas que receberam rações fareladas, indicando que esta alta mortalidade poderia ser provavelmente, resultado de uma menor atividade, devido ao fato de que os frangos alimentados com rações peletizadas são menos ativos, permanecendo mais tempo deitados do que caminhando. Vest (1996) também observou maior mortalidade nas aves alimentadas com ração expandida peletizada em relação à ração somente peletizada.

CONCLUSÃO

O desempenho dos frangos de corte é melhorado com o aumento da intensidade do processamento térmico devido ao maior consumo e melhor aproveitamento da ração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLTON, W. The digestibility of mash and pellets by chicks. *J. Agric. Sci.*, v.55, 141-142, 1962.

CAPDEVILA, J. Efectos de la granulación sobre la formulación de raciones en avicultura. *Sel. Avic.*, v.39, p.465-474, 1997.

DALE, N. Improving nutrient utilization by ingredient and dietary modification. *World Poult.*, v.12, p.33-34, 1996.

DOZIER, W. A. Pelet de calidad para obtener carne de ave más económica. *Alim. Balanc. Anim.*, v.8, p.16-19, 2001.

GREENWOOD, M.W.; CRAMER, K.R.; CLARK, P.M. et al. Influence of feed form on dietary lysine and energy intake and utilization of broilers from 14 to 30 days of age. *Int. J. Poult. Sci.*, v.3, p.189-194, 2004

HUSSAR, N.; ROBBLEE, A.R. Effects of pelleting on the utilization of feed by the growing chicken. *Poult. Sci.*, v. 41, 1489-1493, 1962

LEESON, S.; CASTON, L.J.; SUMMERS, J.D. et al. Performance of male broilers to 70 days when feed diets of varying nutrient density as mash or pellets. *J. Appl. Poult. Res.*, v.8, p.452-464, 1999.

LÓPEZ, C.A.A. Efeitos do método de processamento e granulometria da ração sobre o desempenho, digestibilidade e composição da carcaça de frangos de corte. 1999. 42f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.54, p.189-195, 2002.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, p.214-221, 2004

LUTCH, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. *Ind. Avic.*, v.50, p.32-35, 2002.

MACARI, M. Neurofisiologia aplicada. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP- UNESP, 2002. 400p.

MCCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. Wallingford: Cabi Publishing, 2002. p.301-316.

MCKINNEY, L.; TEETER, R. Caloric value of pelleting. *Tech. Focus Cobb*, n.3, p.1-6, 2002.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. et al. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poult. Sci.*, v.74, p.771-783, 1995.

ORTIZ, L.T.; REBOLE, A.; RODRIGUEZ, E. et al. Effect of chicken age on the nutritive valor of

Efeitos da forma física da ração...

- diets with graded additions of full-fat sunflower seeds. *Br. Poult. Sci.*, v.29, p.530-535, 1998.
- PARSONS, A.S.; MORITZ, J.S.; BLEMININGS, K.P. et al. Effect of grain particle size and feed texture on broiler performance and carcass quality. *Poult. Sci.*, v.82, suppl.1, p.26, 2003.
- PEISKER, M. Influence of expansion on feed components. *Feed Mix*, v.2, p.26-31, 1994.
- PLAVNIK, I.; SKLAN, D. Nutritional effects of expansion and short time extrusion on feeds for broilers. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.55, p.247-251, 1995.
- REDDY, C.V.; JENSEN, L.S.; MERRILL, L.H. et al. Influence of mechanical alteration of dietary density of energy available for chick growth. *J. Nutr.*, v.77, p.428-433, 1962.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.T.F.; DONZELE, J. L. et al. *Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2000.
- SAVORY, C.J. Growth and behaviour of chicks on pellets or mash. *Br. Poult. Sci.*, v.15, p.281-286, 1975.
- SCOTT, T.A.; SWIFT, M.L.; BEDFORD, M.R. The influence of feed milling, enzyme supplementation, and nutrient regimen on broiler chick performance. *J. Appl. Poult. Res.*, v.6, p.391-398, 1997.
- SIBBALD, I.R. The effect of steam pelleting on the true metabolizable energy values of poultry diets. *Poult. Sci.*, v.55, p.970-974, 1977.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.
- SMITH, P.A.; FIRMAN, J.D.; DALE, N.M. Effects of feed processed in an annular gap expander on subsequent broiler performance. *Poult. Sci.*, v.74, suppl.1, p.145, 1995.
- USER'S guide: statistics. Cary, NC: SAS Institute, 1985. 956p.
- VEST, L. Influence of expanders on broiler performance. *Poult. Dig.*, v.57, p.18-24, 1996.
- ZATARI, I.M.; SELL, J.L. Effects of pelleting diets containing sunflower meal on performance of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.30, p.121-129, 1990.