

EFEITOS DA IDADE E SEXO SOBRE A METABOLIZAÇÃO DA ENERGIA BRUTA ALIMENTAR EM FRANGOS DE CORTE

CASSIO XAVIER DE MENDONÇA JUNIOR
Professor Livre Docente
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP

MENDONÇA JR., C.X. Efeitos da idade e sexo sobre a metabolização da energia bruta alimentar em frangos de corte. *Rev. Fac. Med. vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 20(1): 69-84, 1983.

RESUMO: 160 pintos de um dia (80 machos e 80 fêmeas) da linhagem Indian River, foram alimentados por 8 semanas com rações de alto (3.200 kcal EM/kg) e de baixo (2.900 kcal EM/kg) teor energético e com 3 níveis de proteína (23%: 1-21 dias; 21%: 22-42 dias; 19%* 43-56 dias). Procedeu-se à determinação da energia metabolizável clássica (EM_C) e corrigida (EM_N), de acordo com a idade e sexo. Tanto a EM_C como a EM_N auferidas nas 3 primeiras semanas de idade não revelaram diferenças significativas quando cotejadas entre si, diferindo entretanto dos valores obtidos para todas as demais semanas. As aves submetidas a rações de elevado teor energético utilizaram melhor a energia bruta do alimento durante as 4 primeiras e 2 últimas semanas de idade, que as aves de baixa energia. As fêmeas apresentaram melhor utilização da energia alimentar que os machos, a partir da 5ª semana de vida.

UNITERMOS: Frangos de corte*; Energia metabolizável*; Idade; Sexo

INTRODUÇÃO

O conhecimento das exigências nutritivas das aves, principalmente no relativo à energia metabolizável, que representa a principal referência para o ajuste dos demais nutrientes das rações, se constitui em passo decisivo para a correta formulação das rações avícolas.

Assim, trabalhos têm sido conduzidos com a finalidade de conhecer os valores de energia metabolizável dos ingredientes mais utilizados nas rações de aves e sua possível relação com a composição química destes alimentos (CARPENTER e CLEGG⁶ e HILL e colab.¹³).

No Brasil, LANNA e colab.¹⁴, comparando os teores de energia metabolizável de 16 alimentos, de origem animal e vegetal, com os resultados apresentados em tabelas estrangeiras, assinalaram concordância dos valores dos alimentos vegetais, enquanto que aqueles de procedência animal revelaram níveis sistematicamente mais baixos. Tais diferenças foram atribuídas às possíveis variações na composição química destes alimentos.

PRESTES e colab.¹⁸ determinaram os valores de energia metabolizável das seis rações comerciais mais difundidas no Estado do Rio Grande do Sul, obtendo cifras oscilando entre 2.929 kcal/kg e 3.269 kcal/kg.

ZALENKA²⁷ verificou que a capacidade de metabolização da energia de uma dieta decresce rapidamente, durante os primeiros dias após a eclosão até atingir um valor mínimo entre o 7º e o 9º dia de idade, ocorrendo, a seguir, um aumento progressivo até a 2ª semana, ocasião em que a ave metaboliza cerca de 9,8% a mais que o valor mínimo de energia anteriormente alcançado.

WASHBURN e colab.²⁶ destacaram influência altamente significativa da idade sobre os índices de energia metabolizável da ração, sendo os valores máximos configurados entre a 5ª e a 6ª semana.

WALDROUP e colab.²⁵ consignaram diferenças significativas, entre machos e fêmeas, na capacidade de utilização da energia alimentar, porém, não encontraram diferenças no grau de resposta das aves, face aos níveis de energia das rações.

GUIRGUIS¹¹ verificou que as fêmeas, (quando confrontadas com os machos), metabolizaram mais energia proveniente do sebo e da farinha de peixe, salientando que o conteúdo energético das rações poderia influenciar, de maneira distinta, o desempenho das aves, de acordo com o sexo. Assim, enquanto as fêmeas se comportariam de forma semelhante até a 5ª semana de vida, quando submetidas a rações de baixo valor energético, os machos, por seu turno, necessitariam de níveis mais elevados de energia a partir da 3ª semana.

Por sua vez, BEGIN³, SIBBALD e SLINGER²¹ e WASHBURN e colab.²⁶ não assinalaram diferenças significativas entre sexos, na metabolização da energia alimentar.

Segundo HILL e colab.¹³ e POTTER¹⁷ nem toda a energia proveniente da catabolização da proteína corpo-

ral poderia ser utilizada pelo organismo, pois parte dela seria perdida como produtos finais do metabolismo proteico, representados principalmente pelo ácido úrico.

Portanto, de acordo com HILL e ANDERSON¹², HILL e colab.¹³, POTTER¹⁷ e SIBBALD e colab.²², os dados de energia metabolizável obtidos deveriam sofrer uma correção, a fim de se eliminar a variável retenção de nitrogênio, ou seja, ajustar os cálculos a uma condição de balanço nitrogenado igual a zero. Esta correção seria justificada pelo fato da oxidação da proteína corporal produzir ácido úrico e outros compostos nitrogenados que, segundo HILL & ANDERSON¹², teriam valor calórico de 8,22 kcal/g de nitrogênio retido.

A presente pesquisa tem por objetivo estudar a influência dos fatores idade e sexo, na metabolização da energia bruta de rações apresentando alta e baixa densidades energéticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Foram utilizados 160 pintos de um dia de idade, da linhagem comercial Indian River, sexados por ocasião do nascimento, mediante inspeção da cloaca.

As aves foram pesadas individualmente e distribuídas, de acordo com o sexo e tipo de ração, em 8 divisões de 2 baterias individualmente equipadas com comedouros e bebedouros, piso de tela de arame e bandejas para colheita de fezes.

Durante as duas primeiras semanas de vida, as aves foram mantidas sob aquecimento elétrico, cujo termostato foi regulado de modo a manter, no interior das diferentes divisões, temperatura oscilando entre 32°C e 35°C.

Rações

Utilizando-se programação linear em computador eletrônico, foram formuladas 6 diferentes rações, calculadas de modo a apresentarem dois níveis de energia metabolizável — 3.200 kcal/kg (alta energia) e 2.900 kcal/kg (baixa energia) — e três teores de proteína bruta (23%, 21% e 19%).

Os ingredientes utilizados, bem como suas respectivas porcentagens nas rações experimentais, são apresentados nos Quad. 1 e 2.

Os valores de proteína e energia metabolizável, calculados para os ingredientes empregados nas diferentes rações, seguiram as especificações apresentadas por SCOTT e cols²⁰, com exceção da lecitina, cujo valor de energia metabolizável adotado constituiu-se na média dos dados

citados por SCOTT e colab.²⁰ (6.500 kcal/kg) e EWING⁸ (8.900 kcal/kg), e do milho, cujo nível estimado foi de 3.350 kcal/kg.

Os teores de aminoácidos adotados nas rações, bem como seus ajustes em relação à energia, seguiram as especificações de THOMAS e colab.²⁴.

Os níveis de vitaminas foram estabelecidos de acordo com SCOTT e colab.²⁰, os teores minerais segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL¹⁶ e os aditivos alimentares não nutrientes, conforme as normas de seus fabricantes.

O sesqui óxido de cromo foi utilizado nas misturas em nível de 0,2% (BEGIN² e HILL e ANDERSON¹²) com a finalidade de avaliar-se a relação consumo/excreção, utilizada no cálculo da energia metabolizável.

Adotou-se, para a presente investigação, o esquema de alimentação em 3 fases, preconizado por THOMAS e colab.²⁴, que utiliza 3 níveis de proteína nas rações: 23% (1-21 dias), 21% (22-42 dias) e 19% (43-56 dias).

Durante o transcorrer do período experimental, amostras de ração eram colhidas dos comedouros pertencentes a cada lote, nos três últimos dias de cada semana, moidas, homogeneizadas e guardadas em recipientes de papelão para posterior análise química (Quad. 3).

As determinações de umidade, matéria seca, proteína, extrato etéreo, fibra, matéria mineral e cálcio obedeceram aos métodos recomendados pela AOAC¹. Os extrativos não nitrogenados foram obtidos por diferença e o fósforo pelo método de FISKE e SUBBAROW¹⁰. Os valores calóricos brutos foram determinados utilizando-se bomba calorimétrica e colorímetro de marca Parr, enquanto que os níveis de óxido crômico foram obtidos pelo método analítico de DANSKY e HILL⁷.

Colheita de excretas

Os excretas foram colhidos em dois dias consecutivos, segundo critério adotado por BEGIN², e mantidos em estufa de circulação de ar forçada, regulada a 70°C (HILL e colab.¹³).

No 5º dia de cada semana, as bandejas de colheita de fezes eram revestidas internamente com papel plastificado, com a finalidade de evitar perda de umidade por parte dos excretas. No 6º dia, após serem retiradas penas, penugens, escamas e sobras de alimento provenientes dos comedouros, as fezes, correspondentes a um período de 24 horas, foram homogeneizadas, colhendo-se uma amostra de aproximadamente 200 g, que foi transferida para vidro previamente pesado. As amostras de fezes eram mantidas até o dia subsequente em estufa regulada à 70°C. No último dia de cada semana (7º dia), procedia-se a segunda colheita de excretas, realizada nos mesmos moldes do dia anterior. Esta nova amostra obtida era acrescentada à anterior, no vidro correspondente, e mantida em estufa por mais três dias.

Decorrido este intervalo de tempo, as amostras eram pesadas em balança Mettler, de capacidade de 2 kg e sensibilidade de 1 g, para cálculo da umidade parcialmente

perdida e, em seguida, moídas em moinho Thomas, com peneira de malha de 2mm de diâmetro, homogeneizadas e acondicionadas em vidros.

Energia metabolizável

De posse dos valores calóricos brutos dos excretas e das rações, foram calculadas a energia metabolizável clássica (EM_C) e a energia metabolizável corrigida (EM_N) segundo HILL e ANDERSON¹², POTTER¹⁷, e SIBBALD e colab.²². Os valores de EM_N foram calculados multiplicando-se a quantidade de nitrogênio metabolizável (g/kg de alimento seco) pelo fator 8,22 kcal/g de nitrogênio e subtraindo-se dos valores de energia metabolizável clássica.

Análise estatística

Para a interpretação estatística dos resultados foi adotada a análise de variância, segundo modelo de SNEDECOR e COCHRAN²³, utilizando-se três critérios de classificação (rações, sexos e idades) e duas repetições por tratamento, resultando o total de 64 parcelas, sendo cada parcela constituída por 20 aves.

Para as comparações entre médias foi empregado o teste de Newman-Keuls²³.

Os dados expressos em porcentagens foram transformados em arco seno, para serem analisados.

Convencionou-se, previamente, o nível de 5% de probabilidade para comparação e interpretação estatística dos resultados.

RESULTADOS

Energia metabolizável expressa em kcal/kg de matéria seca

Os resultados médios de EM_C e de EM_N encontrados nas rações de alta e de baixa concentração calórica, de acordo com as idades e sexos, bem como os respectivos erros padrões das médias (SX) e coeficientes de variação (C.V.%), são mostrados nas Tab. 1 e 2.

No que diz respeito aos valores médios de EM_C e EM_N obtidos ao final das 8 semanas experimentais, nas rações de alta — 3.625,0 kcal EM_C /kg MS e 3.477,0 kcal EM_N /kg MS — e de baixa energia — 3.386,4 kcal EM_C /kg MS e 3.240,5 kcal EM_N /kg MS — foram consignadas diferenças significativas entre rações, pela análise de variância (Tab. 3).

No entanto, o confronto entre as médias de EM_C e de EM_N auferidas para os machos — 3.502,6 kcal EM_C /kg MS e 3.353,0 kcal EM_N /kg MS — e para as fêmeas — 3.508,7 kcal EM_C /kg MS e 3.364,6 kcal EM_N /kg MS — não revelou diferenças de significância estatística (Tab. 3).

Por outro lado, tanto a energia metabolizável determinada pelo método clássico (Tab. 1), como a obtida pelo método corrigido (Tab. 2), divergiram significativamente entre idades (Tab. 3).

De fato, após o estabelecimento do confronto entre as médias de energia metabolizável consignadas nas diferentes idades, o teste de Newman-Keuls detectou que os

valores assinalados nas três primeiras semanas, ou seja, de 3.321,7, 3.304,2 e 3.376,1 kcal EM_C /kg de ração seca (Tab. 1) e de 3.134,2, 3.139,4 e 3.219,1 kcal EM_N /kg de alimento seco (Tab. 2), não apresentaram diferenças significativas quando cotejados entre si, diferindo, entretanto, dos dados médios encontrados para todas as demais semanas.

Já os níveis médios de EM_C e EM_N , verificados a partir da 4ª semana de idade, não revelaram divergências estatísticas quando confrontados entre si.

Na Fig. 1 são exibidas as variações assinaladas nos valores de EM_C e EM_N das rações de alto e de baixo teor energético, de acordo com as idades das aves.

Pela inspeção das Tab. 1 e 2, verificamos, ainda, que a variabilidade dos valores médios de energia metabolizável foi maior nas rações de baixo teor energético — 4,6% para EM_C e 5,2% para EM_N — quando cotejada com a assinalada naquelas de alta energia — 3,5% para EM_C e 4,1% para EM_N — computando-se ambos os sexos.

Os coeficientes de variação para os valores de EM_C e EM_N nas três primeiras semanas de idade, foram superiores aos verificados nas semanas seguintes; a partir dos 28 dias, houve uma tendência para os dados permanecerem constantes, com valores oscilando de 3,1% a 3,4% para a EM_C e de 3,2% a 3,6% para a EM_N .

Energia metabolizável expressa em porcentagem da energia bruta alimentar

Se agora expressarmos os níveis de energia metabolizável das rações, como porcentagem da energia bruta alimentar, verificamos que as aves submetidas a rações de alta energia tiveram capacidade de utilizar melhores níveis médios de energia bruta do alimento — 75,6% para EM_C e 72,5% para a EM_N — quando comparadas com aquelas alimentadas com rações de baixo teor energético que metabolizaram, respectivamente, 75,2% e 71,9%, em termos de EM_C e EM_N (Tab. 4, 5). Tais diferenças foram julgadas de significado estatístico pela análise de variância (Tab. 6). No relativo a EM_C , as rações de alta energia propiciaram maior capacidade de metabolização até a 4ª semana, quando foram superadas pelas de baixa energia, proporcionando novamente, a contar da 6ª semana, melhores índices metabólicos (Fig. 2). Quanto a EM_N o comportamento foi semelhante até a 4ª semana, ocasião em que as duas rações praticamente se igualaram, voltando a haver, nas 3 últimas semanas, predomínio das rações de alto teor energético (Fig. 2).

Atentando para a Fig. 3, podemos perceber que a capacidade das fêmeas metabolizarem a energia bruta alimentar foi inferior à dos machos, nas 3 primeiras semanas de vida para a EM_C , e nas 2 primeiras para a EM_N .

Da 5ª à 8ª semana de idade, as fêmeas revelaram maior capacidade de assimilação de EM_C e da EM_N que os machos, enquanto que estes as superaram durante as 3 semanas iniciais (Fig. 3).

No relativo à utilização percentual da energia bruta alimentar, em termos de EM_C e EM_N , nas diferentes idades, os valores médios nas 3 primeiras semanas ainda se mantiveram mais baixos que os auferidos a partir de então.

Tanto em relação a EM_C como a EM_N , as diferenças entre idades foram julgadas de significado estatístico (Tab. 6).

No entanto, se confrontarmos as médias de utilização da energia alimentar bruta, em termos de EM_C e EM_N , verificamos que os valores — 72,1%, 71,7% e 73,3% para EM_C e 68,0%, 68,1% e 69,9% para EM_N — encontrados respectivamente nas 1ª, 2ª e 3ª semanas de idade, foram significativamente menores que os auferidos nas semanas posteriores (Tab. 4, 5).

No atinente aos valores percentuais de EM_C , observamos que as médias auferidas às 4, 5, 6 e 7 semanas de idade não diferiram estatisticamente entre si. Todavia, os níveis obtidos na 4ª e 7ª semanas foram significativamente mais elevados que a média encontrada na 8ª semana.

Por sua vez, os valores médios de EM_N registrados às 4, 5, 6 e 8 semanas não divergiram significativamente entre si, mas comparados com a média apresentada na 7ª semana de idade, evidenciaram diferenças de significado estatístico.

Quanto aos coeficientes de variação, os valores assinalados para EM_C e a EM_N , foram mais elevados nas rações de baixa energia — 3,6% e 4,3% — quando comparados com os auferidos — 3,0% e 3,7% — para as rações de elevada densidade energéticas (Tab. 4, 5).

Por outro lado, as fêmeas foram responsáveis por variabilidade mais elevada que os machos, tanto no relativo a EM_C como a EM_N .

DISCUSSÃO

Energia metabolizável expressa em kcal/kg de matéria seca

Os resultados de EM_N obtidos para as rações de alta e de baixa energia, nas diferentes fases experimentais, aproximaram-se dos encontrados por PRESTES e cols¹⁸ em rações comerciais iniciais e de acabamento, com níveis de energia bruta oscilando entre 4.080 e 4.438 Kcal/Kg de alimento para as primeiras, e entre 4.021 e 4.302 Kcal/Kg para as últimas. Os autores¹⁸ obtiveram, para as rações iniciais, valores de EM_N entre 2.934 e 3.082 Kcal/Kg e, para as finais, teores situados entre 2.929 e 3.269 Kcal/Kg.

CARPENTER e CLEGG⁶, por sua vez, assinalaram em rações para poedeiras, formuladas à base de milho e farinha de peixe e contendo 4.020 kcal EB/kg — valor este que coincide com o nível energético das rações de baixa energia — teor de 3.220 kcal EM_C /kg, inferior à média consignada — 3.386,4 kcal EM_C /kg — no presente experimento.

Considerando-se ambas as rações estudadas, as fêmeas metabolizaram a energia alimentar em grau ligeiramente superior aos machos, tanto em termos de EM_C como de EM_N , não sendo as diferenças julgadas estatisticamente significativas (Tab. 3).

Nossos resultados vão ao encontro das assertivas de BEGIN³, SIBBALD e SLINGER²¹ e WASHBURN e colab.²⁶ que não verificaram diferenças entre sexos no relativo a EM_C ²¹ e EM_N ^{3,21,26}. Por outro lado, discordam

das conclusões de SCHANG e BONINO¹⁹ e WALDROUP e cols²⁶ que consignaram discrepâncias na utilização da energia metabolizável entre machos e fêmeas.

Em contrapartida, a maior capacidade das fêmeas metabolizarem a gordura dietética, constatada por GUIRGUIS¹¹, não foi observada na presente pesquisa, sendo que as rações de alta energia, apresentando níveis de lecitina entre 6,15% e 7,54% (Quad. 1), revelaram menores diferenças entre sexos, para os valores de EM_C e EM_N , quando comparadas com as obtidas nas de baixa energia que continham, no máximo, 0,55% do referido lipídeo.

A baixa utilização da energia alimentar auferida no presente estudo, durante as primeiras semanas de vida, vai ao encontro das assertivas de FISHER e SHANNON⁹ e ZELENKA²⁷ que atribuíram esta depressão inicial ao fato de os pintos aproveitarem, nesta fase, a energia proveniente de saco vitelínico não absorvido durante o período embrionário. CAREW JUNIOR e colab.⁵ afirmaram que os níveis mais baixos de energia metabolizável, consignados nos períodos iniciais de vida, seriam devidos à baixa capacidade que as aves teriam, nesta idade, de absorverem os lipídios dietéticos.

As tendências dos valores de energia metabolizável aumentarem, com o avançar da idade, observadas na presente pesquisa, corroboram os resultados de FISHER e SHANNON⁹ e PRESTES e colab.¹⁸ e seriam devidas, segundo ZELENKA²⁷, ao progressivo desenvolvimento da capacidade digestiva da ave.

Verificamos que os valores de energia metabolizável, obtidos tanto pelo método clássico como pelo corrigido, elevaram-se a partir da 4ª semana de idade, para em seguida se manterem relativamente constantes até o final do experimento, coincidindo com as observações de MUELLER e colab.¹⁵ e ZELENKA²⁷.

Os resultados de EM_N aqui observados (Tab. 2) são inferiores aos revelados por WASHBURN e cols²⁶ nas raças White Rock — 3.510 e 3.630 Kcal EM_N /Kg — e Cornish — 3.550 e 3.560 Kcal EM_N /Kg — entre 4 e 6 semanas de idade, aproximando-se no entanto, dos verificados entre 6 e 8 semanas, ou seja, de 3.470 e 3.480 Kcal EM_N /Kg para a White Rock e de 3.480 e 3.450 Kcal EM_N /Kg para a raça Cornish.

BOSSARD e COMBS⁴, utilizando rações contendo 8% de óleo de milho e apresentando 4.234 kcal EB/kg e CAREW JUNIOR e colab.⁵, empregando dietas com 7,5% de óleo de soja, porcentagem esta idêntica à utilizada de lecitina na ração de alta energia (fase II), assinalaram, às 4 semanas de idade, valores de respectivamente 3.498 e 3.490 kcal EM_N /kg, inferiores ao nível de 3.592,5 kcal EM_N /kg auferido na ração de alta energia da presente investigação (Tab. 2).

Se agora atentarmos para os dados de energia metabolizável, obtidos mediante utilização do método corrigido (EM_N), verificamos que estes se aproximaram dos valores previamente calculados, enquanto que os determinados pelo método clássico (EM_C) mostraram-se mais elevados. Tais resultados justificariam, portanto, o uso de um fator de correção para equilíbrio nitrogenado, nos

cálculos de energia metabolizável, concordando com as afirmativas de HILL e ANDERSON¹², HILL e colab.¹³, POTTER¹⁷ e SIBBALD e colab.²².

Energia metabolizável expressa em porcentagem da energia bruta alimentar

Nossos resultados de EM_n são mais baixos que os assinalados por BOSSARD e COMBS⁴, de 82,6% e 83,9%, respectivamente para rações contendo 4.234 kcal/kg e 3.762 kcal/kg de energia bruta.

Os dados percentuais de EM_c , obtidos para os machos — 75,3% — e 75,4% — não revelaram diferenças julgadas significativas pela análise de variância (Tab. 6). No entanto, após realizada a correção para o equilíbrio nitrogenado, a diferença nos valores de EM_n , favorecendo as fêmeas, aumentou para 0,2%, passando a ser, apesar de ainda muito pequena, estatisticamente significativa (Tab. 6).

Estes resultados vão ao encontro das afirmativas de GUIRGUIS¹¹, de que as fêmeas tem capacidade de metabolizar maiores níveis de energia que os machos.

No relativo aos índices percentuais de utilização da energia alimentar, em termos de EM_c e EM_n , a análise de variância detectou diferenças de significado estatístico entre idades, contrariando os achados de SCHANG e BONINO¹⁹.

Na presente pesquisa, os índices de metabolização da energia alimentar foram mais baixos nas idades iniciais, aumentando gradativamente até a 4ª semana. A partir daí, mantiveram-se relativamente constantes, atingindo valores máximos às 7 semanas para sofrerem decréscimo na última semana de idade.

FISHER e SHANNON⁹, em rações contendo, entre outros ingredientes, 50% de milho e 10% de cevada, consignaram valores de 76,9% de EM_c e de 72,4% de EM_n , entre a 1ª e a 3ª semana, superiores aos auferidos no presente estudo para as mesmas idades. MUELLER e cols¹⁵, por sua vez, assinalaram níveis de 74,0% e 77,0% de EM_n , respectivamente para a 2ª e a 4ª semana de idade, superiores aos por nós verificados (68,1% e 74,2%).

Nossos resultados (Tab. 4, 5), tanto de EM_c como de EM_n , são mais elevados que os obtidos por SIBBALD e cols²², às 3-4 semanas — 72,0% de EM_c e 68,2% de EM_n — e às 7-8 semanas — 71,5% de EM_c e 68,6% de EM_n — em rações constituídas por 40% de milho e apresentando 4.530 kcal EB/kg, sendo, no entanto, inferiores aos por eles verificados às 2 semanas de idade, a saber, de 73,8% a 78,5% para EM_c e de 69,6% a 76,0% para EM_n .

CONCLUSÕES

Face às condições observadas na presente pesquisa, parece-nos lícito concluir que:

1 — tanto a EM_c como a EM_n , expressas em kcal/kg MS de ração, não sofreram influências devidas ao sexo, revelando, no entanto, diferenças estatísticas entre idades, sendo os valores assinalados nas 3 primeiras semanas, significantemente inferiores aos consignados nas idades posteriores.

2 — a partir da 4ª semana de idade, os níveis de EM_c e EM_n , expressos em kcal/kg MS, mantiveram-se relativamente constantes, não sendo auferidas diferenças significativas quando cotejados entre si.

3 — os valores de EM_n (kcal/kg MS) aproximaram-se mais dos níveis energéticos previamente calculados nas rações, quando comparados com aqueles assinalados pelo método clássico (EM_c).

4 — as aves alimentadas com rações de elevada concentração energética apresentaram, em termos de EM_c e EM_n , níveis percentuais de utilização da energia bruta alimentar superiores aos verificados para aves submetidas a rações de baixa energia, durante as 4 primeiras e as 2 últimas semanas de idade.

5 — se considerarmos todo o período experimental, as fêmeas metabolizaram, em termos de EM_n , 0,2% a mais de energia bruta alimentar que os machos, valor este de significado estatístico.

6 — tanto no relativo à EM_c como à EM_n , as fêmeas revelaram melhor utilização da energia alimentar que os machos, a partir da 5ª semana de idade.

7 — os valores percentuais de EM_c e EM_n , obtidos durante as 3 primeiras semanas de idade, foram significantemente inferiores aos consignados nas demais idades.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Anderson Clayton S.A. Indústria e Comércio, nas pessoas dos Doutores Júlio Cezar Alvarez e Eduardo Kruth, pela colaboração oferecida, colocando à nossa disposição suas instalações e funcionários, além de ceder as matérias primas empregadas na elaboração das rações; e às Granjas Ito S.A. pela cessão das aves utilizadas no presente estudo.

MENDONÇA JR., C.X. Effects of age and sex of broilers on metabolic efficiency of dietary energy utilization. *Rev.Fac.Med. vet.Zootec.Univ.S.Paulo*, 20(1): 69-84, 1983.

SUMMARY: 160 day old Indian River chicks (80 males and 80 females) were fed diets containing high (3,200 kcal ME/kg) and low (2,900 kcal ME/kg) levels of energy and 3 levels of protein (23%: 1-21 days; 21% 22-42 days; 19%: 43-56 days). The classical (ME_c) and corrected (ME_n) metabolizable energy values were determined according to age and sex. There were no significant differences between the values of ME_c and ME_n found in the first 3 weeks of age. However, these data were significantly lower than those obtained in the last 5 weeks of age. Chicks metabolized significantly more gross energy from high energy diet than a low energy diet, during both the first 4 weeks and the last 2 weeks of age. Data indicated that females utilized the dietary energy between 5 and 8 weeks more efficiently than males.

UNITERMS: Age; Broilers*; Energy, metabolizable*; Sex

QUADRO 1 – Composição percentual das rações experimentais

Rações	Fase I		Fase II		Fase III	
	Alta Energia	Baixa Energia	Alta Energia	Baixa Energia	Alta Energia	Baixa Energia
Matérias Primas						
Fubá	51,07	58,71	53,66	62,08	61,25	65,25
Farelo de soja 46%	36,98	34,75	33,26	33,70	27,50	27,50
Farinha de carne e ossos 45%	–	–	2,22	–	2,00	–
Farinha de peixe 60%	2,47	3,17	–	–	–	–
Refinazil	–	–	–	–	–	3,50
Lecitina	6,34	–	7,54	0,55	6,15	–
Calcáreo	0,47	0,94	0,44	0,44	0,50	0,50
Ortofosfato bicálcio	1,53	1,41	1,33	1,77	1,00	1,70
DL Metionina 99%	0,09	0,03	0,22	0,11	0,10	0,05
Cloreto de Sódio	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25
Premix I	0,75	0,75	–	–	–	–
Premix II	–	–	1,09	1,09	–	–
Premix III	–	–	–	–	1,25	1,25
Caolin	0,06	–	–	–	–	–
TOTAL	100,05	99,99	100,00	99,98	100,00	100,00

QUADRO 2 – Composição dos "premix" utilizados nas diferentes rações experimentais (g/kg).

INGREDIENTES	PREMIX I	PREMIX II	PREMIX III
VITAMINAS			
Vitamina A – 500.000 UI/g	2,734	1,892	1,648
Vitamina D ₃ – 200.000 UI/g	1,172	0,808	0,704
Vitamina E – 500 UI/g	3,203	2,204	1,920
Menadiona bissulfito de sódio (K ₃) – 94%	0,086	0,061	0,052
Mononitrato de tiamina (B ₁) – 100%	0,297	0,206	0,180
Riboflavina (B ₂) – 97%	0,625	0,433	0,376
Pantotenato de cálcio – 98%	1,367	1,408	1,224
Acido nicotínico – 96%	4,492	3,826	3,334
Piridoxina (B ₆) – 100%	0,508	0,414	0,360
Biotina – 1%	2,422	1,653	1,440
Cloreto de colina – 50%	424,312	594,800	517,400
Vitamina B ₁₂ – 0,1%	1,445	0,998	0,870
MINERAIS			
Sulfato de cobre	2,148	1,510	1,316
Sulfato de ferro	36,641	22,339	19,460
Sulfato de manganês	42,969	37,416	32,594
Iodato de cálcio	0,078	0,057	0,050
Selenito de sódio	0,031	0,020	0,018
Óxido de zinco	6,641	5,741	5,000
ADITIVOS			
Ácido 3 nitro 4 hidroxifenilarsônico - 99%	3,984	2,784	2,424
Coban	132,812	91,837	80,000
Lincomix	33,203	22,959	20,000
Etoxiquin – 50%	33,203	22,959	20,000
Óxido crômico – como indicador	265,625	183,673	160,000
Fubá cozido	–	–	129,630
TOTAL	1000	1000	1000

QUADRO 3 – Composição química, em relação à matéria úmida, das rações experimentais.

Nutrientes	Rações	Fase I		Fase II		Fase III	
		Alta Energia	Baixa Energia	Alta Energia	Baixa Energia	Alta Energia	Baixa Energia
Umidade (%)		9,79	9,98	10,03	10,59	9,93	10,56
Proteína (%)		23,83	24,20	20,72	20,85	19,39	19,36
Extrato etéreo (%)		9,03	3,51	10,18	4,26	8,13	3,82
Fibra (%)		3,02	3,05	2,59	2,92	2,58	3,03
Extrativos não nitrogenados (%)		47,63	51,80	50,36	55,58	54,49	57,92
Matéria mineral (%)		6,70	7,46	6,12	5,80	5,48	5,31
Cálcio (%)		1,14	1,26	1,21	1,22	1,36	1,04
Fósforo (%)		0,72	0,62	0,73	0,66	0,69	0,58
Valor calórico bruto (kcal/kg)		4.279	4.005	4.359	4.073	4.291	4.035
Energia metabolizável (kcal/kg) 1/		2.991	2.743	3.230	3.018	3.219	2.998
Energia metabolizável (kcal/kg) 2/		3.160	2.890	3.220	2.930	3.220	2.900

1/ Energia determinada (EM_N)

2/ Energia calculada

TABELA 1 – Valores médios de energia metabolizável clássica (EM_C), expressos em kcal/kg de ração seca, erro padrão da média (S \bar{X}) e coeficiente de variabilidade (C.V.%) auferidos nos diferentes tratamentos, de acordo com as idades estudadas, São Paulo, SP, 1980.

Semanas	Ração de alta energia			Ração de baixa energia			Ambas as rações			S \bar{X}	C.V. (%)
	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos		
1ª	3.482,5	3.429,5	3.456,0	3.197,5	3.177,5	3.187,5	3.340,0	3.303,5	3.321,7 ^{a1}	52,6	4,5
2ª	3.444,0	3.452,0	3.448,0	3.172,0	3.149,0	3.160,5	3.308,0	3.300,5	3.304,2 ^a	55,6	4,8
3ª	3.514,0	3.507,0	3.510,5	3.243,5	3.240,0	3.241,7	3.378,7	3.373,5	3.376,1 ^a	51,2	4,3
4ª	3.744,5	3.766,5	3.755,5	3.544,0	3.533,5	5.538,7	3.644,2	3.650,0	3.647,1 ^b	41,1	3,2
5ª	3.748,5	3.718,5	3.733,5	3.514,5	3.512,0	3.513,2	3.631,5	3.615,2	3.623,4 ^b	42,2	3,3
6ª	3.713,5	3.743,5	3.728,5	3.483,0	3.522,5	3.502,7	3.598,2	3.633,0	3.615,6 ^b	43,5	3,4
7ª	3.707,5	3.722,0	3.714,7	3.468,0	3.516,5	3.492,2	3.587,7	3.619,2	3.603,5 ^b	42,9	3,4
8ª	3.648,0	3.657,5	3.652,7	3.417,5	3.492,5	3.455,0	3.532,7	3.575,0	3.553,9 ^b	38,9	3,1
Média	3.625,3	3.624,6	3.625,0	3.380,0	3.392,9	3.386,4	3.502,6	3.508,7	3.505,7		
S \bar{X}	30,5	33,7	22,4	36,8	42,0	27,5	32,2	33,7	23,1		
C.V. (%)	3,4	3,7	3,5	4,4	4,9	4,6	5,2	5,4	5,3		

¹ Médias com diferentes letras nas colunas representam diferenças significativas (P ≤ 0,05) pelo teste de Newman-Keuls

TABELA 2 – Valores médios de energia metabolizável clássica (EM_C), expressos em kcal/kg de ração seca, erro padrão da média ($S\bar{x}$) e coeficiente de variabilidade (C.V.%) auferidos nos diferentes tratamentos, face às idades estudadas, São Paulo, SP, 1980

Tratamentos	Ração de alta energia			Ração de baixa energia			Ambas as rações			$S\bar{x}$	C.V. (%)
	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos		
Semanas											
1ª	3.287,5	3.245,5	3.266,5	3.004,0	3.000,0	3.002,0	3.145,7	3.122,7	3.134,2 ^{a1}	51,3	4,6
2ª	3.268,0	3.283,5	3.275,7	3.006,5	2.999,5	3.003,0	3.137,2	3.141,5	3.139,4 ^a	52,4	4,7
3ª	3.352,0	3.353,0	3.352,5	3.081,0	3.090,5	3.085,7	3.216,5	3.221,7	3.219,1 ^a	50,7	4,5
4ª	3.576,0	3.609,0	3.592,5	3.386,5	3.380,5	3.383,5	3.481,2	3.494,7	3.488,0 ^b	39,8	3,2
5ª	3.588,0	3.571,5	3.579,7	3.366,5	3.371,0	3.368,7	3.477,2	3.471,2	3.474,2 ^b	40,2	3,3
6ª	3.584,5	3.613,5	3.599,0	3.364,0	3.390,0	3.377,0	3.474,2	3.501,7	3.488,0 ^b	42,5	3,4
7ª	3.586,5	3.605,5	3.596,0	3.344,5	3.386,5	3.365,5	3.465,5	3.496,0	3.480,7 ^b	44,3	3,6
8ª	3.543,5	3.565,0	3.554,2	3.309,0	3.369,0	3.339,0	3.426,2	3.467,0	3.446,6 ^b	41,7	3,4
Média	3.473,2	3.480,8	3.477,0	3.232,7	3.248,4	3.240,5	3.353,0	3.364,6	3.358,8		
$S\bar{x}$	34,9	38,3	25,5	41,4	44,6	30,0	34,3	35,7	24,6		
C.V. (%)	4,0	4,4	4,1	5,1	5,5	5,2	5,8	6,0	5,8		

¹ Médias com diferentes letras nas colunas representam diferenças significativas

($P \leq 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls.

TABELA 3 – Análise de variância da energia metabolizável clássica (EM_C) e da energia metabolizável corrigida (EM_N), expressas em kcal/kg de alimento (M.S.), referente a rações, sexos e idades, São Paulo, SP, 1980.

Fontes de Variação	G.L.	Energia metabolizável clássica (EM_C)		Energia metabolizável corrigida (EM_N)	
		Q.M.	F	Q.M.	F
Rações (R)	1	909.877,52	1.278,85 *	894.679,52	1.713,06 *
Sexos (S)	1	594,14	0,83ns	2.150,64	4,12ns
Idades (I)	7	170.316,57	239,38 *	214.146,46	410,03 *
R x S	1	749,39	1,05ns	260,01	0,50ns
R x I	7	2.028,94	2,85 *	1.462,12	2,80 *
S x I	7	1.543,14	2,17ns	875,61	1,68ns
R x S x I	7	565,18	0,79ns	391,77	0,75ns
Resíduo	32	711,48	–	522,27	–
TOTAL	63				

* $P \leq 0,05$

ns não significativo

TABELA 4 – Valores médios de energia metabolizável clássica (EM_C), expressos em % da energia bruta (EB) alimentar, erro padrão da média (S \bar{x}) e coeficiente de variabilidade (C.V. %) concernentes aos diferentes tratamentos e idades, São Paulo, SP, 1980.

Tratamentos	Ração de alta energia			Ração de baixa energia			Ambas as rações			S \bar{x}	C.V. (%)
	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos		
Semanas											
1a	73,1	72,0	72,5	71,8	71,4	71,6	72,5	71,7	72,1 ^{a1}	0,3	1,4
2 ^a	72,3	72,4	72,4	71,3	70,8	71,0	71,8	71,6	71,7 ^a	0,3	1,4
3 ^a	73,7	73,6	73,7	72,9	72,8	72,9	73,3	73,2	73,3 ^b	0,2	0,8
4 ^a	77,3	77,7	77,5	77,8	77,6	77,7	77,5	77,7	77,6 ^c	0,1	0,3
5 ^a	77,3	76,7	77,0	77,1	77,1	77,1	77,2	76,9	77,1 ^{cd}	0,1	0,5
6 ^a	76,6	77,2	76,9	76,4	77,3	76,9	76,5	77,3	76,9 ^{cd}	0,3	0,9
7 ^a	77,8	78,1	77,9	76,8	77,9	77,4	77,3	78,0	77,7 ^c	0,2	0,8
8 ^a	76,6	76,8	76,7	75,7	77,4	76,6	76,2	77,1	76,6 ^d	0,2	0,9
Média	75,6	75,6	75,6	75,0	75,3	75,2	75,3	75,4	75,4		
S \bar{x}	0,5	0,6	0,4	0,6	0,7	0,5	0,4	0,5	0,3		
C.V. (%)	2,8	3,2	3,0	3,4	4,0	3,6	3,1	3,6	3,3		

¹ Médias com diferentes letras nas colunas representam diferenças significativas (P \leq 0,05) pelo teste de Newman-Keuls.

TABELA 5 – Valores médios de energia metabolizável corrigida (EM_N) expressos em % da energia bruta (EB) alimentar, erro padrão da média ($S\bar{x}$) e coeficiente de variabilidade (C.V. %) face aos diferentes tratamentos e idades, São Paulo, SP, 1980.

Tratamentos	Ração de alta energia			Ração de baixa energia			Ambas as rações			$S\bar{x}$	C.V. (%)
	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos	Machos	Fêmeas	Ambos os sexos		
Semanas											
1ª	69,0	68,1	68,6	67,5	67,4	67,5	68,3	67,8	68,0 ^{a1}	0,3	1,4
2ª	68,6	68,9	68,7	67,5	67,4	67,5	68,1	68,1	68,1 ^a	0,3	1,3
3ª	70,3	70,4	70,4	69,2	69,4	69,3	69,8	69,9	69,9 ^b	0,2	0,8
4ª	73,8	74,4	74,1	74,3	74,1	74,2	74,0	74,3	74,2 ^c	0,1	0,4
5ª	74,0	73,7	73,9	73,8	73,9	73,9	73,9	73,8	73,9 ^c	0,1	0,5
6ª	74,0	74,6	74,3	73,8	74,4	74,1	73,9	74,5	74,2 ^c	0,1	0,6
7ª	75,3	75,6	75,5	74,1	75,1	74,6	74,7	75,4	75,0 ^d	0,2	0,9
8ª	74,3	74,8	74,6	73,3	74,6	74,0	73,8	74,7	74,3 ^c	0,2	0,8
Média	72,4	72,6	72,5	71,7	72,1	71,9	72,1	72,3	72,2		
$S\bar{x}$	0,6	0,7	0,5	0,7	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4		
C.V. (%)	3,5	3,9	3,7	4,1	4,6	4,3	3,8	4,2	4,0		

¹ Médias com diferentes letras nas colunas representam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls.

TABELA 6 – Análise de variância da energia metabolizável clássica (EM_C) e da energia metabolizável corrigida (EM_N), expressas em porcentagem de energia bruta alimentar (E.B.), atinente às rações, sexos e idades (dados transformados em arco seno), São Paulo, SP, 1980.

Fontes de Variação	G.L.	Energia metabolizável clássica (EM_C)		Energia metabolizável corrigida (EM_N)	
		Q.M.	F	Q.M.	F
Rações (R)	1	1,25	5,68*	2,02	15,54*
Sexos (S)	1	0,03	0,14ns	0,57	4,38*
Idades (I)	7	21,42	97,36*	28,47	219,00*
R x S	1	0,19	0,86ns	0,02	0,15ns
R x I	7	0,31	1,41ns	0,29	2,23ns
S x I	7	0,45	2,05ns	0,22	1,69ns
R x S x I	7	0,09	0,41ns	0,10	0,77ns
Resíduo	32	0,22	—	0,13	—
TOTAL	63				

* $P \leq 0,05$

ns não significativo

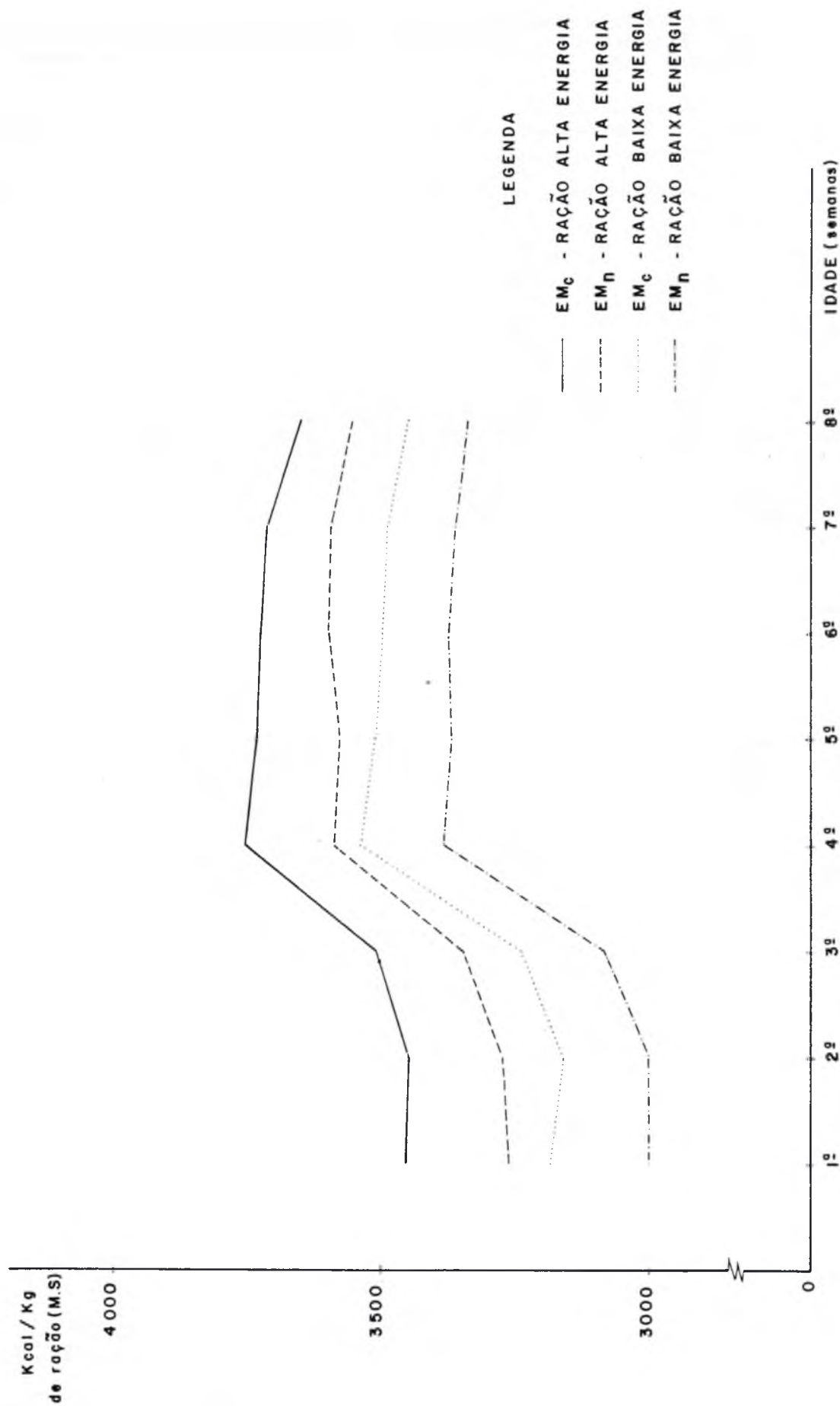


FIG. 1 - Níveis de energia metabolizável clássica (EM_c) e corrigida (EM_n), expressos em Kcal/Kg, obtidos nas diferentes idades, em ambas as rações estudadas.

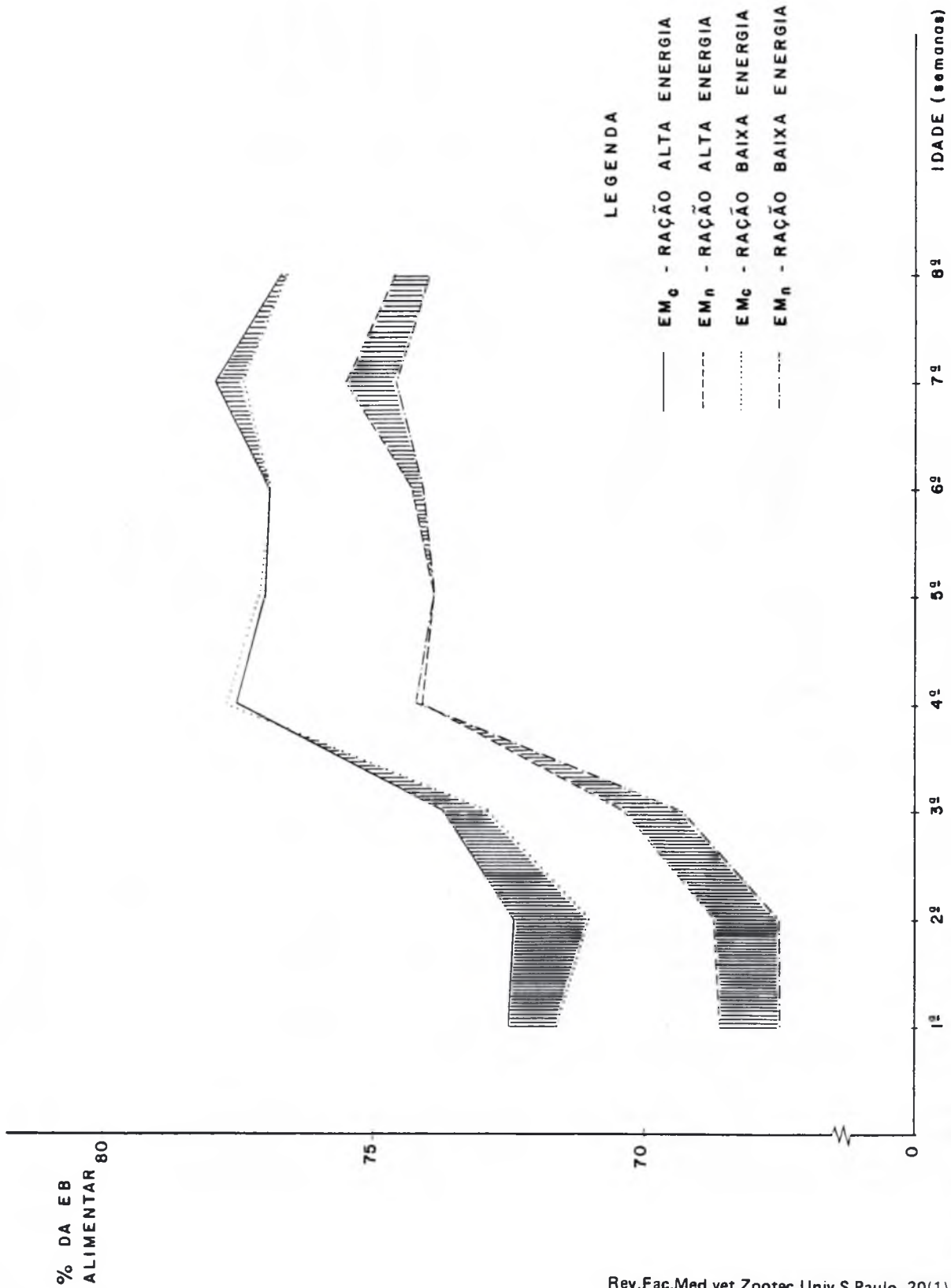


FIG. 2 - Níveis de energia metabolizável clássica (EM_c) e corrigida (EM_n) expressos em porcentagem da energia bruta (EB) alimentar, de acordo com as idades e rações estudadas.

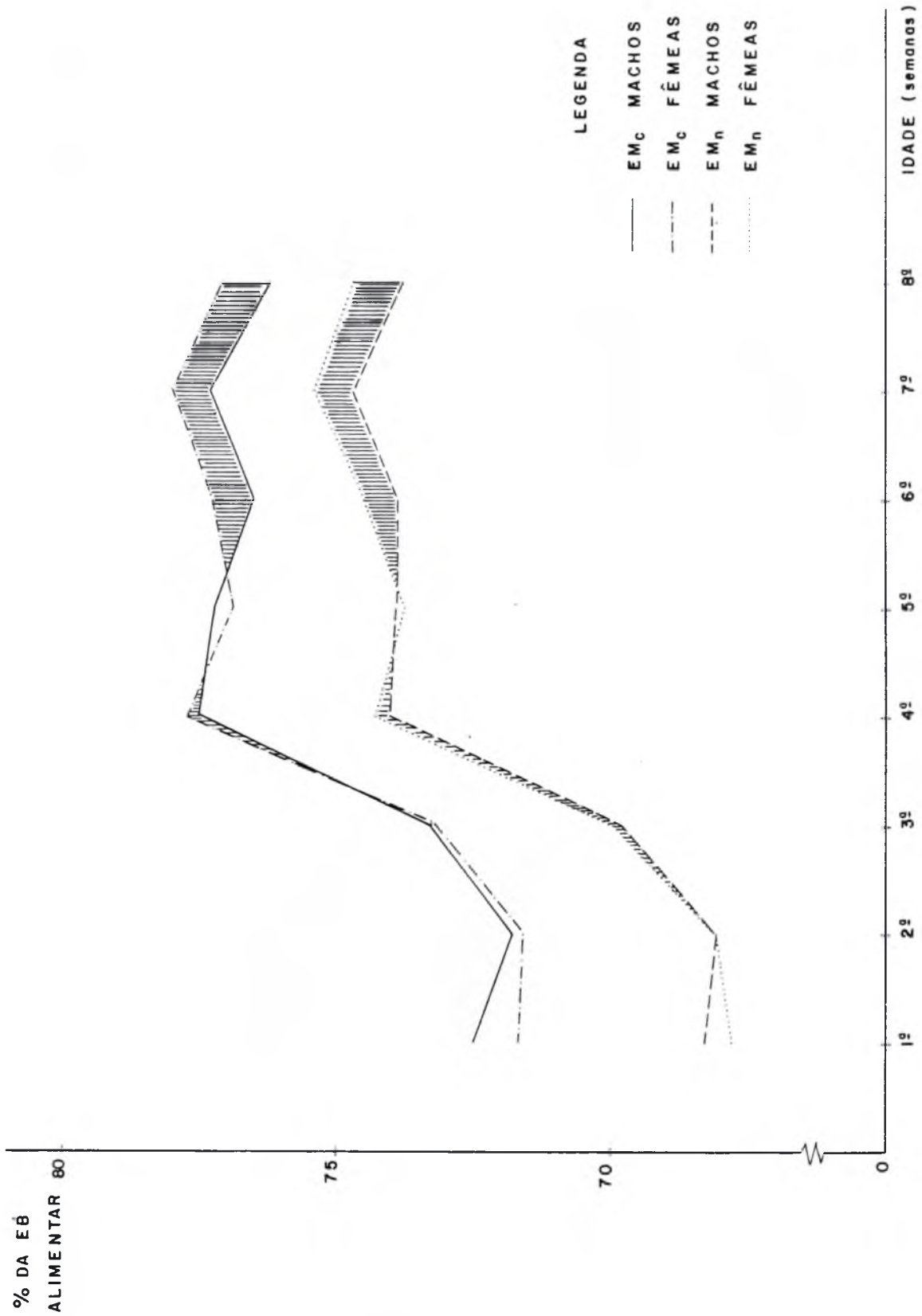


FIG. 3 - Níveis de energia metabolizável clássica (EM_c) e corrigida (EM_n) expressos em porcentagem da energia bruta (EB) alimentar, de acordo com as idades e sexos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 10.ed. Washington, George Banta Publishing, 1965.
- 2 – BEGIN, J.J. A comparison of calculated and determined metabolizable energy values. *Poult. Sci.*, 40: 674-6, 1961.
- 3 – BEGIN, J.J. The relation of breed and sex of chickens to the utilization of energy. *Poult.Sci.*, 46: 379-83, 1967.
- 4 – BOSSARD, E.H. & COMBS, G.F. Studies on energy utilization by the growing chick. *Poult.Sci.*, 40: 930-8, 1961.
- 5 – CAREW JUNIOR, L.B.; NESHEIN, M.C.; HILL, F.W. The relationship of dietary energy level and density to the growth response of chicks to fats. *Poult.Sci.*, 42: 710-8, 1963.
- 6 – CARPENTER, K.J. & CLEGG, K.M. The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *J.Sci.Food Agric.*, 7: 45-51, 1956.
- 7 – DANSKY, L.M. & HILL, F.W. Application of the chromic oxide indicator method to balance studies with growing chickens. *J.Nutr.*, 47: 449-59, 1952.
- 8 – EWING, W.R. *Poultry nutrition*. 5.ed. Pasadena, The Ray Ewing, 1963.
- 9 – FISHER, C. & SHANNON, D.W.F. Metabolizable energy determinations using chicks and turkeys. *Brit.Poult.Sci.*, 14: 609-13, 1973.
- 10 – FISKE, C.H. & SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J.biol.Chem.*, 66: 375-400, 1925.
- 11 – GUIRGUIS, N. Metabolizable energy values of fats and protein concentrates for poultry: effect of sex and inclusion level of feedstuffs. *Austr. J.exp.Agric.anim.Husb.*, 16: 691-5, 1976.
- 12 – HILL, F.W. & ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *J.Nutr.*, 64: 587-603, 1958.
- 13 – HILL, F.W.; ANDERSON, D.L.; RENNER, R.; CAREW JUNIOR, L.B. Studies of the metabolizable energy of grain and grain products for chickens. *Poult.Sci.*, 39: 573-9, 1960.
- 14 – LANNA, P.A.S.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; FONSECA, J.B.; FRANQUEIRA, J.M. Tabela de composição de alimentos concentrados. I. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com pintos. *Rev. Soc.Bras.Zoot.*, 8: 516-23, 1979.
- 15 – MUELLER, W.J.; BOUCHER, R.V.; CALLENBACH, E.W. Influence of age and sex on the utilization of proximate nutrients and energy by chickens. *J.Nutr.*, 58: 37-50, 1956.
- 16 – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of domestic animals*. 1. Nutrient requirements of poultry. 6.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1971.
- 17 – POTTER, L.M. The precision of measuring metabolizable energy in poultry feedstuffs. *Feedstuffs*, 44 (13): 28-9, 40, 1972.
- 18 – PRESTES, P.J.Q.; OLIVEIRA, S.C.; TRINDADE, D.S.; MUELLER, S.; OLIVEIRA, W.M.; QUADROS, A.T.F.; CAVALHEIRO, A.C.L. Comparação entre rações para frangos de corte mais vendidas no Rio Grande do Sul. II. Análises químicas das rações. *Pesq.Agropec.bras.Sér.vet.*, 6: 5-13, 1971.
- 19 – SCHANG, M.J. & BONINO, M.F.A. Comportamiento de los valores de energia metabolizable durante el crecimiento de las aves. In: CONGRESSO MUNDIAL DE AVICULTURA, 16., Rio de Janeiro, 1978. *Anais & Sumários*. p. 69-73.
- 20 – SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. *Nutrition of the chicken*. Ithaca, Humphrey Press, 1979.
- 21 – SIBBALD, I.R. & SLINGER, S.J. The effects of breed, sex, an arsenical and nutrient density on the utilization of dietary energy. *Poult.Sci.*, 42: 1325-32, 1963.
- 22 – SIBBALD, I.R.; SUMMERS, J.D.; SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. *Poult.Sci.*, 39: 544-56, 1960.
- 23 – SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 6.ed. Ames, Iowa State University Press, 1967.
- 24 – THOMAS, O.P.; TWINING, P.V.; BOSSARD, E.H.; NICHOLSON, J.L. Updated amino acid requirements of broilers. In: MARILAND NUTRI-

TIONAL CONFERENCE AND FEED MANUFACTURE, 1978. *Proceedings*. p. 107-11.

25 – WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; PAYNE, J.R.; JOHNSON, Z.B. Characterization of the response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. *Poult.Sci.*, 55: 130-45, 1976.

26 – WASHBURN, K.W.; GULL, R.A.; EDWARDS JUNIOR, H.M. Influence of genetic differences in

feed efficiency of young chickens on derivation of metabolizable energy from the diet and nitrogen retention. *J.Nutr.*, 105: 726-32, 1975.

27 – ZELENKA, J. Influence of the age of chicken on the metabolizable energy values of poultry diets. *Brit.Poult.Sci.*, 9: 135-42, 1968.

Recebido para publicação em: 16-03-1983

Aprovado para publicação em: 24-06-1983