




Níveis de energia metabolizável em dietas para frangos de crescimento lento

Metabolizable energy levels in diets for slow-growing chickens

Saulo Veríssimo¹ , Marcos Barcellos Café¹ , Fabyola Barros de Carvalho¹ , Sarah Maria Pires Camargo¹ , Júlio César Lopes Brasileiro¹ , Juliana Pinto Machado¹ , Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite^{*2} , Nadja Susana Mogyca Leandro¹ 

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil 

² Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus São Luís-Maracanã, Maranhão, Brasil 

*autor correspondente: paulo.leite@ifma.edu.br

Recebido: 03 de maio de 2024. Aceito: 06 de dezembro de 2024. Publicado: 20 de maio de 2025. Editor: Rondineli P. Barbero

Resumo: Objetivou-se avaliar quatro níveis de energia metabolizável (EM) na ração para frangos machos e fêmeas: de crescimento lento, sobre desempenho, rendimento de carcaça e metabolizabilidade dos nutrientes. Para o estudo de desempenho e rendimento de carcaça, 480 pintos machos e fêmeas Isa Label foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2, quatro níveis de EM (2.725, 2.850, 2.975 e 3.100 kcal/kg), com seis repetições de 10 aves, sendo avaliados os períodos de 1 a 28 e um a 56 dias de idade. No segundo estudo, foi realizado um ensaio metabólico com coleta total de excretas de 17 a 21 dias, com os mesmos tratamentos do ensaio de desempenho, oito repetições com 10 aves cada, totalizando 320 aves. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial para níveis de energia metabolizável. Os resultados mostraram que, aos 28 dias, os frangos apresentaram diferenças significativas para peso, ganho de peso, consumo de ração, com regressão quadrática positiva para peso e ganho de peso, e regressão linear negativa para conversão alimentar. Aos 56 dias, observou-se regressão quadrática para consumo de ração e conversão alimentar, sem efeito para rendimento de carcaça ou cortes nobres. O balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade de nitrogênio mostraram efeito de regressão quadrática. Para o extrato etéreo, houve regressão linear positiva para o balanço e quadrática para o coeficiente de metabolizabilidade. As variáveis energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida pelo nitrogênio apresentaram efeito de regressão linear positiva. Conclui-se que a ração com níveis de 2.900-2.930 kcal de EM/kg é recomendada para frangos de corte, independentemente do sexo, no período de 1 a 28 dias.

Palavras-chave: desempenho; metabolizabilidade; nutrição; rendimento de carcaça.

Abstract: In this study, we aimed to assess the impact of four levels of metabolizable energy (ME) in feed for slow-growing male and female chickens on their growth performance, carcass yield, and nutrient metabolizability. For growth performance and carcass yield analyses, 480 male and female Isa Label chicks were distributed in a completely randomized design in a 4 × 2 factorial scheme. The birds were fed experimental diets containing 4 different ME levels (2,725, 2,850, 2,975, and 3,100 kcal/kg) during two different feeding periods ranging from 1–28 and 1–56 days of age, with each treatment group consisting of 6 replicates of 10 birds each. The effects of these feeding treatments on growth performance were assessed



at 28 and 56 days of age, whereas those on carcass yield were evaluated at 56 days of age. The metabolic analysis was carried out by total excreta collection from 17 to 21 days, using the same treatments as in the growth performance and carcass yield analyses and eight replicates of 10 birds, totaling 320 birds. The data were subjected to the analysis of variance and polynomial regression for ME levels. At 28 days, the chickens showed significant differences in their live weight, weight gain, and feed consumption. Moreover, a positive quadratic regression was found for live weight and weight gain, and a negative linear regression was obtained for feed conversion. At 56 days, a quadratic regression was found for feed consumption and conversion, with no effect on carcass or prime cut yields. Nitrogen balance and nitrogen metabolizability coefficient showed a quadratic regression effect. A positive linear regression was found for ether extract balance, and a quadratic regression was obtained for the metabolizability coefficient. The variables apparent ME and the ME corrected for nitrogen showed a positive linear regression effect. It can be concluded that feed containing 2,900-2,930 kcal ME/kg is recommended for broiler chickens during 1–28 days of their age, regardless of sex.

Key-words: growth performance; metabolizability; nutrition; carcass yield.

1. Introdução

Para um bom desempenho zootécnico, é necessário atender aos níveis nutricionais para frangos de crescimento lento, principalmente em relação à energia metabolizável (EM), pois isso pode interferir no custo da ração e na qualidade da carcaça. No entanto, grande parte das rações elaboradas para frangos de crescimento lento são baseadas em informações nutricionais oriundas de pesquisas com frango industrial, visto que poucos estudos são realizados para avaliar a exigência nutricional em frangos de crescimento lento, como a EM⁽¹⁾.

O nível de EM na dieta é definido em função de diversos fatores, tais como: exigência da ave, composição da ração, do custo do ingrediente e do produto a ser produzido, sendo o principal desafio no atendimento das necessidades nutricionais de frangos de crescimento lento, pois é necessário estabelecer um nível ótimo de energia metabolizável com máximo desempenho e baixo teor de gordura na carcaça⁽²⁾. Estudos relacionados com exigência da EM na ração de frangos de crescimento lento mostraram variação na recomendação: de 2.700 kcal⁽²⁾ a 3.200 kcal⁽³⁾, em todas as fases de criação; 2.744 kcal a 2.908 kcal na fase inicial, aos 28 dias⁽⁴⁾; de 2.850 kcal na fase de crescimento e 3.100 kcal no período final de criação⁽⁵⁾.

O aumento do nível de energia nas rações pode proporcionar melhor ganho de peso e conversão alimentar; entretanto, pode resultar também em menor idade ao abate e aumento na quantidade de gordura abdominal das aves⁽⁵⁾. Como consequência, pode ocorrer menor aceitação do produto pelo consumidor, que procura por uma carne tradicionalmente magra⁽⁶⁾. Na literatura existem poucos estudos que avaliaram o aproveitamento nutricional das rações em frangos de crescimento lento. Essas linhagens possuem características próprias e apresentam curvas e taxas de crescimento diferentes das linhagens de crescimento rápido, sendo aves que aproveitam os nutrientes dos alimentos de maneira diferente das aves de crescimento rápido.

Diante de tais considerações, objetivou-se avaliar níveis de energia metabolizável em rações da fase inicial para frangos de crescimento lento e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de machos e fêmeas, além de determinar o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes.

2. Material e métodos

Foram conduzidos dois estudos, previamente aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob o protocolo 063/18, da Universidade Federal de Goiás (UFG). O primeiro experimento foi realizado para determinar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de crescimento lento, alimentados com dietas com diferentes níveis de energia metabolizável na fase inicial. O segundo estudo ocorreu para determinar o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes.

No primeiro estudo, foram adquiridas 480 aves da linhagem Isa Label, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (níveis de energia x sexo), com seis repetições de 10 aves cada. Foram estudados os níveis de energia metabolizável da ração inicial (um a 28 dias de idade) em frangos de crescimento lento, sendo os tratamentos quatro níveis de energia metabolizável (2.725, 2.850, 2.975 e 3.100 kcal/kg) com base no padrão da linhagem.

Para o programa alimentar, foram consideradas duas fases de criação. Na fase inicial, foram testadas as rações experimentais e ração de crescimento (29 a 56 dias), sendo a mesma para todas as aves, pois o objetivo era avaliar o efeito residual de diferentes níveis de EM na ração inicial sobre o período de crescimento de machos e fêmeas. As rações (Tabela 1) foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, de 1 a 56 dias, sendo fareladas e formuladas à base de milho, farelo de trigo, óleo e farelo de soja. Os valores de composição dos alimentos utilizados nas rações foram de acordo com os citados por Rostagno *et al.*⁽⁷⁾ e, com relação às exigências nutricionais, foram consideradas as recomendações do manual da linhagem Globo Aves.

As variáveis de desempenho (consumo de ração, peso, ganho de peso e conversão alimentar) foram avaliadas aos 28 e 56 dias. O rendimento de carcaça (peso de carcaça, rendimento de cortes nobres e peso de gordura abdominal) foi avaliado aos 56 dias de idade. Para o rendimento de carcaça, foram selecionadas, após jejum de oito horas, duas aves de cada parcela, com peso próximo ao peso médio obtido.

Tabela 1. Composição alimentar das rações experimentais, fase inicial (1 a 28 dias de idade) e crescimento (29-56 dias).

Alimentos (%)	Rações experimentais				
	Inicial				Crescimento
	2.725 kcal	2.850 kcal	2.975 kcal	3.100 kcal	
Milho grão	58,80	61,89	62,78	59,90	65,34
Soja farelo	28,53	29,46	30,24	30,73	27,36
Trigo farelo	7,60	3,56	1,00	1,00	2,24
Fosfato bicálcico	1,85	1,89	1,92	1,92	2,10
Calcário calcítico	1,49	1,47	1,45	1,44	1,22
Óleo de soja	1,00	1,00	1,88	4,28	1,00
Sal comum	0,47	0,47	0,47	0,47	0,524
Premix ^{1*}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL- metionina99%	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10
L-lisina Hcl 98%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,016
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	19,00	19,00	19,00	19,00	18,5
Em. (kcal/kg)	2.725	2.850	2.975	3.100	2.950
Cálcio (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,11
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50
Lisina total (%)	1,05	1,06	1,07	1,08	0,95
Met + cistina total (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,25

¹ Premix– mineral e vitamínico: níveis de garantia por quilograma de produto: Ácido fólico 1.600,00 mg, Ácido pantotênico 24,96 g, Biotina 80 mg, Hidróxido de tolueno butilado 100 mg, Niacina 67,20 g, Selênio 600 mg, Vitamina A 13.4440.000 UI, Vitamina B1 500 mg, Vitamina B12 9.200 mcg, Vitamina B2 9.600 mg, Vitamina B6 4.992 mg, Vitamina D3 3.200.000 UI, Vitamina E 21.000 UI, Vitamina K3 2.880 mg, Cobre 15 g, Ferro 90 g, Iodo 1.500 mg, Manganês 150 g, Zinco 140 g. *Premix– mineral e vitamínico – isento de promotor de crescimento e anticoccidiano.

No segundo estudo, para determinar a metabolizabilidade de dietas, foram utilizadas 320 aves Isa Label distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (níveis de energia 2725, 2.850, 2.975 e 3.100 kcal/kg), com quatro repetições de 10 aves para cada tratamento. O experimento foi conduzido até o vigésimo primeiro dia de idade, sendo o método de coleta total de excretas realizado entre os dias 17 e 21; foram utilizadas as mesmas rações do primeiro experimento (Tabela 1). A coleta total de excretas teve a duração de cinco dias, sendo realizada duas vezes ao dia, às oito horas da manhã e às cinco horas da tarde. As amostras foram armazenadas diariamente e posteriormente congeladas. No último dia de coleta, as excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e pesadas, sendo retirados 500g para a pré-secagem em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 horas.

As amostras de excretas secas foram moídas em moinho tipo facas com peneira de 1 mm para realização das análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e energia bruta das rações e excretas, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz *et al.*⁽⁸⁾. A partir disso, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMS), do nitrogênio (CMN), do extrato etéreo (CMEE), balanço de nitrogênio (BN), balanço do extrato etéreo (BE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) por meio de equações descritas por Sakomura *et al.*⁽⁹⁾.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste Tukey para comparação entre as médias. A análise de regressão polinomial foi utilizada para estudo dos níveis de energia metabolizável na ração sobre metabolizabilidade dos nutrientes. Para análise estatística, foi utilizado o programa Estatístico SAS/STAT 9.2/2008.

3. Resultados e discussão

Na análise de desempenho, no período de 1 a 28 dias (Tabela 2), não houve interação ($p>0,05$) entre os fatores estudados, porém houve diferença ($p<0,05$) entre machos e fêmeas para peso vivo, ganho de peso e consumo de ração. Os machos apresentaram resultados numericamente mais altos que as fêmeas em todos os fatores. Houve efeito de regressão quadrática ($p<0,05$) para as variáveis de peso vivo e ganho de peso, com ponto de máximo de 2.915,22 kcal/kg. Os níveis de EM também influenciaram na conversão alimentar, com efeito de regressão linear negativa ($p<0,05$), no qual aves que consumiram maiores níveis de EM apresentaram melhores valores de conversão alimentar (CA).

Tabela 2. Desempenho de frango de crescimento lento alimentados com rações com diferentes níveis de EM, no período de um a 28 dias.

Variáveis				
EM (kcal/kg)	Peso vivo (g)	Ganho de peso (g/ave\dia)	Consumo de Ração (g)	Conversão alimentar
2.725	855 ^b	29,12 ^b	1489	1,707 ^a
2.850	851 ^b	28,99 ^b	1424	1,638 ^{ab}
2.975	863 ^{ab}	29,42 ^{ab}	1459	1,652 ^{ab}
3.100	885 ^a	30,21 ^a	1440	1,606 ^b
Sexo				
Macho	893 ^a	30,48 ^a	1499 ^a	1,641
Fêmea	834 ^b	28,38 ^b	1407 ^b	1,660
Valor de P				
Energia	0,025	0,023	0,072	0,020
Sexo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,369
Energia x sexo	0,245	0,232	0,089	0,222
CV (%)	2,07	2,14	2,67	2,93
Regressão				
Peso Vivo		P=0,001	R ² =0,81	CV (%) = 4,28
Ganho de Peso		P=0,001	R ² =0,84	CV (%) = 4,44
Conversão Alimentar		P=0,004	R ² =0,21	CV (%) = 3,03

*Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey.

CV=Coeficiente de Variação. Valor de P= Probabilidade de significância
 Peso vivo – $Y=0,6026422+8,6336e-5x+4,5584e-7x^2$
 Ganho de peso diário – $Y=0,0200704+3,0982e-6x+1,625e-8x^2$. Conversão alimentar- $Y=2,3439542-0,0002371x$.

De um a 56 dias de idade (Tabela 3), observa-se que houve diferença ($p<0,05$) entre os sexos para todas as variáveis analisadas. Machos apresentaram maiores médias de peso vivo, ganho de peso e consumo de ração e menor conversão alimentar. Também houve efeito de regressão quadrática ($p<0,05$) para consumo de ração, com ponto de mínima de 2.912,5 kcal/kg. Além disso, houve efeito de interação ($p<0,05$) para os fatores estudados (energia x sexo) em relação à conversão alimentar, sendo que fêmeas responderam de forma quadrática, com ponto de máxima de 2.929,55 kcal/kg e os machos de forma linear negativa aos níveis crescentes de EM.

Tabela 3. Desempenho de frango de crescimento lento alimentados com rações com diferentes níveis de EM na fase inicial, no período de um a 56 dias de idade.

Variáveis				
EM (kcal/kg)	Peso vivo (g)	Ganho de peso (g/ave/dia)	Consumo de Ração (g/ave/ período)	Conversão alimentar
2.725	2.422	42,55	4.979 ^a	2,225
2.850	2.353	41,32	4.790 ^b	2,219
2.975	2.393	42,03	4.857 ^b	2,247
3.100	2.386	41,92	4.815 ^b	2,206
Sexo				
Macho	2637 ^a	46,39 ^a	5100 ^a	2,166 ^b
Fêmea	2140 ^b	37,51 ^b	4621 ^b	2,283 ^a
Valor de P				
Energia	0,361	0,369	0,015	0,259
Sexo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Energia x sexo	0,108	0,108	0,599	0,007
CV (%)	2,72	2,77	1,94	1,55
Regressão				
Consumo de Ração		P=<0,0001	R ² =0,48	CV (%)= 5,64
Conversão Alimentar Fêmea		P=0,046	R ² =0,159	CV (%)= 2,10
Conversão Alimentar Macho		P=0,009	R ² =0,228	CV (%)= 1,05

*Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem (P<0,05) pelo teste Tukey. CV=Coeficiente de Variação. Valor de P= Probabilidade de significância; Consumo de ração- $Y=5,8009476-0,0003385x+2,3449e-6x^2$; Conversão alimentar fêmea- $Y=2,0863803+8,0866e-5x-2,2167e-6x^2$; Conversão alimentar macho- $Y=2,6037351-0,00015x$.

Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Mendonça *et al.*⁽⁵⁾ e Mendonça *et al.*⁽¹⁰⁾, que observaram efeito dos níveis crescentes de energia metabolizável (2.600, 2.750, 2.900, 3.050 e 3.200 kcal) sobre melhora na conversão alimentar e diminuição no consumo de ração de frangos de corte de crescimento lento na fase inicial, crescimento e final. Na fase inicial, as aves que consumiram rações com maiores níveis de EM obtiveram melhor peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar corrigida. Segundo Sakomura *et al.*⁽¹¹⁾, a melhora na conversão alimentar das aves pode estar associada a maior suplementação de gordura nas rações com maiores níveis de EM, gerando menor incremento calórico, resultando em melhor eficiência energética, por aumentar a energia líquida da ração.

Apesar da melhora na conversão alimentar e maior consumo de ração, não se observou melhoria no peso vivo final, pois no presente estudo avaliou-se apenas os níveis crescentes de EM, sendo fixado o nível de proteína bruta da ração, fazendo com que a relação energia:proteína das rações experimentais (2.725-143, 2.850-150, 2.975-156, 3.100-163) fossem superiores ao recomendado para a linhagem.

Segundo Mendonça *et al.*⁽¹⁰⁾, em estudo com frangos de crescimento lento submetidos a diferentes níveis de EM (2.600, 2.750, 2.900, 3.050, 3.200 kcal/kg) com as seguintes diferentes relações energia:proteína (121, 128, 135, 142 e 149), observou-se que a melhor relação energia:proteína, para melhor desempenho zootécnico das aves foi 128 na fase inicial.

Com relação aos resultados das variáveis de rendimento de carcaça, no período de um a 56 dias, não houve interação (p>0,05) entre os fatores estudados (Tabela 4). Porém, houve diferença entre os sexos para porcentagem de gordura, maior proporção para machos e rendimento de peito, maior para fêmeas. Os resultados desse estudo sugerem que os frangos de crescimento lento não respondem aos níveis crescentes de energia metabolizável quanto ao rendimento de carcaça, e esse fato pode estar associado ao fator genético.

Em relação à diferença apresentada para machos e fêmeas para porcentagem de gordura, notou-se que machos depositaram o excedente energético em forma de gordura corporal. Segundo Boekholt *et al.*⁽¹²⁾, quando a ingestão de EM é alta, mais energia é retida como gordura e menos como proteína. Em relação ao rendimento de cortes nobres no período de 1 aos 56 dias (Tabela 4), os resultados mostraram que não houve interação ($p>0,05$) entre níveis de energia e sexo.

Tabela 4. Percentual de rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de crescimento lento alimentados com rações com diferentes níveis de EM na fase inicial, aos 56 dias.

Variáveis					
EM (kcal/kg)	RC (%)	% G	RP (%)	RCS (%)	RA (%)
2.725	72,21	3,31	23,45	34,78	12,51
2.850	70,80	3,41	22,84	35,99	12,42
2.975	71,46	3,3	24,74	36,15	12,73
3.100	71,32	3,64	23,04	35,28	12,38
Sexo					
Macho	71,85	3,79a	22,23b	36,05	12,52
Fêmea	71,05	3,04b	24,81a	35,05	12,51
Valor de P					
	RC (%)	% G	RP (%)	RCS (%)	RA (%)
Energia	0,555	0,799	0,150	0,496	0,821
Sexo	0,267	0,011	0,0001	0,167	0,964
EM x Sexo	0,832	0,266	0,560	0,806	0,776
CV (%)	3,35	26,89	8,61	6,75	7,40

CV=Coeficiente de Variação. Valor de P= Probabilidade de significância RC- Rendimento de Carcaça %G- Porcentagem de Gordura RP-Rendimento de Peito RCS- Rendimento de Coxa e Sobrecoxa RA- Rendimento de Asa. *Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey.

Foi observada diferença entre sexo, para peso do peito, sendo que as fêmeas apresentaram maiores valores de rendimento de peito em relação aos machos. Os dados demonstraram que não houve efeito de regressão para nenhuma das variáveis de rendimento, para os níveis crescentes de EM da ração inicial, tanto para machos quanto para as fêmeas ($p>0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira Neto *et al.*⁽¹³⁾, Sakomura *et al.*⁽¹¹⁾, Mendes *et al.*⁽¹⁴⁾ e Duarte *et al.*⁽¹⁵⁾, sendo que o rendimento de cortes nobres não foi influenciado pelos níveis crescentes de energia metabolizável (entre 2.900 e 3.600 kcal/kg) em frangos de corte de crescimento rápido.

No entanto, os resultados divergem daqueles encontrados por Oliveira Neto *et al.*⁽¹⁶⁾, que estudaram níveis de EM na ração de crescimento de frangos de crescimento rápido (3.000, 3.075, 3.150, 3.225 e 3.300 kcal/kg) e constataram efeitos no rendimento de carcaça, sendo que, para peso absoluto da sobrecoxa, observaram efeito quadrático positivo com ponto de máxima de 3150 kcal/kg para níveis de energia metabolizável nas rações. Em outro estudo, Copat *et al.*⁽²⁾ verificaram menor peso de carcaça com o aumento do nível de energia, o que pode estar associado com o menor consumo de ração e nutrientes por parte do frango caipira.

Assim como para rendimento de carcaça, as aves de crescimento lento não responderam aos níveis crescentes de EM na fase inicial para rendimento de cortes nobres, pois a seleção genética nestas aves foi menos intensa e com finalidade distinta quando se compara a aves de crescimento rápido, priorizando redução na taxa de engorda, rusticidade e adaptabilidade. As aves de crescimento lento poderiam ter respondido com melhores resultados de rendimento de carcaça e de cortes nobres, caso fosse feito um ajuste na relação energia:proteína, pois o desequilíbrio nesta relação limita o crescimento de tecido magro, o que pode ter afetado no rendimento⁽¹⁷⁾.

Em relação às diferenças observadas entre machos e fêmeas quanto ao rendimento de partes nobres, os resultados corroboram com os encontrados por Mendes *et al.*⁽¹⁴⁾, ao avaliar níveis crescentes de EM (2.900, 2.960, 3.020, 3.080, 3.140 e 3.200 kcal/kg) em frango de crescimento rápido, sendo que observaram que machos obtiveram melhores resultados para rendimento de coxa e sobrecoxa, enquanto as fêmeas apresentaram melhor rendimento de peito.

Dourado *et al.*⁽¹⁸⁾ e Takahashi *et al.*⁽¹⁹⁾ também observaram resultados semelhantes ao avaliar linhagens de frangos de crescimento lento submetidos a diferentes sistemas de criação (confinado/semiconfinado), sendo que fêmeas apresentaram melhor rendimento de peito e machos melhores rendimentos nas demais partes nobres. Com relação aos resultados da metabolizabilidade dos nutrientes das rações, no período de 17 a 21 dias, observa-se que não houve interação ($p>0,05$) entre os fatores energia da dieta e sexo (Tabela 5).

Tabela 5. Balanço de nitrogênio e extrato etéreo coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes de frangos de corte de crescimento lento alimentados com rações com diferentes níveis de EM na fase inicial.

Nutriente					
EM (kcal/kg)	BN	BEE	CMN	CMEE	CMMS
2.725	50,33 _a	7,48 _d	66,63 _a	72,28 _b	72,57 ^b
2.850	42,30 _{bc}	10,42 _c	63,11 _{ab}	84,38 ^a	74,37 ^{ab}
2.975	39,21 ^c	12,57 _b	60,84 _b	85,52 ^a	74,22 ^{ab}
3.100	46,20 ^{ab}	13,64 _a	64,69 _{ab}	83,08 ^a	75,40 ^a
Macho	44,56	11,22	62,91 _b	82,05	73,71
Fêmea	44,46	10,84	64,95 _a	83,08	74,57
Valor de p					
Energia	<,0001	<,0001	0,003	<,0001	0,019
Sexo	0,940	0,148	0,033	0,150	0,158
EM. x sexo	0,279	0,087	0,721	0,241	0,657
CV (%)	8,67	6,41	4,41	2,39	2,24
Regressão					
P	<,0001	<,0001	0,0014	<,0001	<,0001
R ²	0,4	0,007	0,038	0,47	0,22
CV	8,64	8,1	4,61	2,48	2,22

*Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey. CV=Coeficiente de Variação. Valor de P= Probabilidade de significância; *BN -Balanço de Nitrogênio- $Y=75,884447-0,0123833x+0,0002404x^2$; *BEE -Balanço de Extrato Etéreo- $Y=37,05225+0,01651x$; *CMN -Coeficiente de Metabolizabilidade do Nitrogênio - $Y=80,419269-0,006488x+0,0001178x^2$; *CMEE -Coeficiente de Metabolizabilidade do Extrato Etéreo - $Y=42,362533+0,0148299x-0,0001528x^2$; *CMMS-Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca - $Y=54,7439+0,006661x$.

Porém, houve diferença ($p<0,05$) entre machos e fêmeas para variável coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio. Além disso, houve efeito de regressão dos níveis crescentes de EM da ração para todas as variáveis analisadas (Tabela 5). Para o balanço de nitrogênio e coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio, houve efeito de regressão quadrática ($p<0,05$), com ponto de mínima de 2912,5 kcal/kg. Tais resultados corroboram com os de Oliveira Neto *et al.*⁽¹³⁾, que observaram aumento do balanço de nitrogênio e coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio com o aumento da energia metabolizável da dieta em frangos de crescimento rápido. No entanto, Cançado e Baião⁽²⁰⁾ não verificaram efeito dos níveis crescentes da energia metabolizável na ração de frangos de corte de crescimento rápido na fase inicial sobre estas variáveis.

Para o balanço de extrato etéreo, houve regressão linear positiva ($p<0,05$), aves que consumiram rações com maiores níveis de energia metabolizável obtiveram maiores valores de balanço de extrato etéreo. Já a variável coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo apresentou efeito de regressão quadrática ($p<0,05$), com ponto de máxima de 2912,5 kcal/kg.

Resultados semelhantes aos obtidos Oliveira Neto *et al.*⁽¹³⁾, ao estudar o efeito dos níveis crescentes de EM (entre 2900 e 3300 kcal/kg) na ração em frangos de corte de crescimento rápido, sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta. De acordo com Singh *et al.*⁽²¹⁾, a energia metabolizável aparente, em frangos de crescimento lento, pode ser utilizada para atividades físicas, o que pode resultar em menor ganho de peso quando comparado com frangos de crescimento rápido.

Em relação ao coeficiente de metabolizabilidade de matéria seca, houve efeito de regressão linear positiva ($p<0,05$). Os valores aumentaram com os níveis crescentes de energia metabolizável nas rações. Além disso, notou-se diferença ($p<0,05$) entre machos e fêmeas para essa variável, no qual fêmeas apresentaram maiores valores de coeficiente de metabolizabilidade da MS. Com relação aos dados de energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida pelo nitrogênio (Tabela 6), pode-se observar que houve efeito de regressão linear positiva ($p<0,05$), ou seja, com o aumento da energia metabolizável na ração resultou aumento dos valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio da ração. A energia metabolizável da dieta é afetada diretamente pela composição do alimento, sendo que o aumento dos níveis de EM da ração pela inclusão de óleo (fonte tradicional de energia) levam a maiores valores de EMA e EMAn, conforme se aumenta a inclusão deste produto na dieta.

Tabela 6. Energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio de frango de corte de crescimento lento, alimentados com rações com diferentes níveis de EM na fase inicial.

Nutriente		
EM (kcal/kg)	EMA	EMAn
2.725	3302,2 ^c	3113,1 ^d
2.850	3372,4 ^c	3216,6 ^c
2.975	3471,8 ^b	3324,6 ^b
3.100	3674,4 ^a	3507,2 ^a
Macho	3468,9	3279,5
Fêmea	3441,6	3301,2
Valor de p		
Sexo	<,0001	<,0001
EM. x sexo	0,245	0,313
CV (%)	0,869	0,782
Regressão		
P	0,022	<,0001
R ²	0,16	0,13
CV (%)	2,02	1,81

*Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey. CV=Coeficiente de Variação. Valor de P= Probabilidade de significância; *EMA -Energia Metabolizável Aparente - $Y=621,54247+0,972944x$; *EMAn-Energia Metabolizável Aparente Corrigida pelo Nitrogênio - $Y=283,2756+1,032494x$.

Na comparação com os dados obtidos nos dois experimentos, verifica-se que ao final da fase inicial, aos 28 dias, tanto machos como fêmeas de crescimento lento responderam aos níveis crescentes de energia metabolizável. As aves apresentaram melhora linear nos resultados de conversão alimentar corrigida e melhores resultados de peso vivo e ganho de peso até o nível de 2915,22 kcal/kcal, valor próximo ao obtido por Massi *et al.*⁽²²⁾ de 3046 kcal/kcal para melhor resultado de conversão alimentar.

Níveis elevados não geraram resultados significativos e ainda podem ser prejudiciais, assim como notado no ensaio de metabolizabilidade, em que os níveis muito elevados de EM levaram à diminuição do balanço de nitrogênio e coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio a partir de 2912,5 kcal/kg, prejudicando o aproveitamento da proteína e a deposição de tecido magro.

A partir dos 21 dias de idade, fica evidente que machos e fêmeas de aves de crescimento lento possuem diferenças fisiológicas no desenvolvimento, machos têm resultados de desempenho superiores aos das fêmeas, o que sugere que o ideal é realizar a sexagem dos pintos de crescimento lento e criá-los em lotes separados. Assim, há redução na competição entre as aves quando criadas em galpões diferentes, melhorando o desempenho dos lotes.

4. Conclusão

Conclui-se que a ração com níveis de 2.900-2.930 kcal/kg de energia metabolizável (EM) na fase inicial é recomendada para frangos de corte, independentemente do sexo, no período de 1 a 28 dias.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados serão fornecidos mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceituação: S. Veríssimo e Leandro, N.S.M. Curadoria de dados: Leandro, N.S.M, Café. M.B e Carvalho. F. B: Aquisição de financiamento: Leandro, N.S.M e Café. M.B: Administração do projeto: S. Veríssimo. Metodologia: Carvalho. F. B e Leandro, N.S.M. Investigação: S. Veríssimo, Camargo. S. M. P, Brasileiro. J. C. L e Machado. J. P. Visualização: Leite. P.R.S.C. e Leandro, N.S.M. Redação (rascunho original): S. Veríssimo. Redação (revisão e edição): Leite. P.R.S.C.

Referências

1. Santos FR, Stringhini JH, Oliveira PR, Duarte EF, Minafra CS, Café MB. Values of Metabolizable Energy and Metabolization of Nutrients for Slow- and Fast-growing Birds at Different Ages. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2015; 17(4): 517-522. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-635X1704517-522>
2. Copat LLP, Nascimento KMRS, Kiefer C, Berno PR, Freitas HB, Silva TR, Chaves NRB, Amin M, Santana PG, Oliveira NG. Metabolizable Energy Levels for Free-Range Broiler Chickens. *Journal of Agricultural Studies*. 2020; 8(3): 820-831. Disponível em DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v8i3.16666>
3. Silva TR, Nascimento KMRS, Kiefer C, Copat LLP, Freitas HB, Chaves NRB, Silva LAR, Leite JV, Ofício AV. Metabolizable energy levels in diets with a fixed nutrient: calorie ratio for free-range broilers. *Semina: Ciências. Agrárias*. 2021; 42(6): 4009-4022. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n6Supl2p4009>
4. Santos FR, Stringhini JH, Minafra CS, Almeida RR, Oliveira PR, Duarte FR, Silva RB, Café MB. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. *Arquivo Brasileiro de medicina veterinária e zootecnia*. 2014; 66(6): 839-1846. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-6402>
5. Mendonça MO, Sakomura NK, Santos JBKE, Freitas FR, Fernandes ERF, Barbosa NAA. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2008. 37(8):1433-1440. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800014>
6. Gaya LG, Mourão GB, Ferraz JBS. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. *Ciência Rural*. 2006; 36(2): 709-716. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200058>
7. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG Saraiva A, Teixeira ML, Rodrigues PB, Oliveira RF, Barreto, SLT, Brito CO, Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4th ed. Viçosa: Imprensa Universitária; 2017. 488p.

8. Silva DJ, Queiroz AC. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3st ed. Viçosa: UFV; 2002. 235p.
9. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2st ed. Jaboticabal: Funep; 2016. 262p.
10. Mendonça MO, Sakomura NK, Santos FR, Barbosa, NAA, Fernandes JBKE, Freitas ERF. Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semiconfinado. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 2007; 29(1): 23-30. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/40422963_Niveis_de_energia_metabolizavel_e_relacoes_energiaproteina_para_aves_de_corte_de_crescimento_lento_criadas_em_sistema_semiconfinado
11. Sakomura N, Longo FA, Rabello CB, Watanabe K, Pelícia K, Freitas ER. Efeito do Nível de Energia Metabolizável da Dieta no Desempenho e Metabolismo Energético de Frangos de Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004; 33(6): 1758-1767. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000700014>
12. Boekholt HA, Grinten PVD, Schreurs VV, Los MJ, Leffering, CP. Effect of dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chickens. *British Poultry Science*. 1994; 35(4): 603-614. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00071669408417725>
13. Oliveira Neto AR, Oliveira RFM, Donzele JL *et al.* Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutro. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2000; 29(4): 1132-1140. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000400026>
14. Mendes AA, Moreira J, Oliveira EG, Garcia EA, Almeida MIM, Garcia RG. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004; 33(6): 2300-2307. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000900016>
15. Duarte KF, Junqueira OM, Filardi RS, Laurentiz AC, Sousa HBAS, Oliveira TMFS. Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 2007; 29(1): 39-47. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i1.250>
16. Oliveira Neto AR, Oliveira RFM, Donzele JL *et al.* Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 1999; 28(5): 1054-1062. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000500022>
17. Nascimento AH, Silva JHV, Albino LFT, Runho RC, Pozza PC. Energia metabolizável e relação energia:proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004; 33(4): 911-918. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000400011>
18. Dourado LRB, Sakomura NK, Nascimento DCN, Dorigam JC, Marcato SM, Fernandes JBK. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado, Ciência agrotécnica. 2009; 33(3): 875-881. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300030>
19. Takahashi SE, Mendes AA, Saldanha ESPB, Pizzolante CC, Pelícia K, Garcia RG, Paz ICLA, Quinteiro ICLA. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2006; 58(4): 624-632. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400026>
20. Cançado SV, Baião NC. Efeito do período de jejum entre o nascimento e o alojamento e da adição de óleo à ração sobre o desempenho de pintos de corte e digestibilidade da ração. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2002; 54(6): 630- 635. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352002000600012>
21. Singh M, LIM AJ, Muir WI, Groves PJ. Comparison of performance and carcass composition of a novel slow-growing crossbred broiler with fast-growing broiler for chicken meat in Australia. *Poultry Science*. 2021; 100(3): 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.063>
22. Massi PA, Lima CAR, Machado NJB, Dilelis F, Brasil RJM, Corrêa GSS, Curvelo FA. Metabolizable energy for broilers with different genetic growth potentials under a free-range system. *Boletim Indústria Animal*. 2018; 75(s/n): 1-12. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1420>