

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL E EFICIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DA
ENERGIA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Letícia Conceição de Melo

**JABOTICABAL – SP
2º Semestre/2025**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL E EFICIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOBRE
O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Letícia Conceição de Melo

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Nilva Kazue Sakomura
Coorientador (a): Me. Daniela Keley Custódio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para Graduação em Zootecnia.

JABOTICABAL – SP

M528a

Melo, Leticia Conceição de

Avaliação de dietas com diferentes níveis de energia metabolizável e eficiências de utilização da energia sobre o desempenho de frangos de corte / Leticia Conceição de Melo. -- Jaboticabal, 2025

29 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Nilva Kazue Sakomura

Coorientadora: Daniela Keley Custódio

1. Nutrição Animal. 2. Eficiência Alimentar. 3. Lipídios Metabolismo. I. Título.

LETÍCIA CONCEIÇÃO DE MELO

**TÍTULO DO TRABALHO ACADÊMICO:
AVALIAÇÃO DE DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS
DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E EFICIÊNCIAS DE UTILIZAÇÃO DA
ENERGIA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Nilva Kazue Sakomura
Coorientador (a): Me. Daniela Keley Custódio

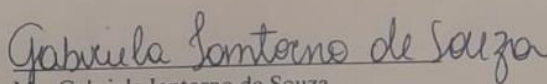
Área de Concentração: Nutrição animal com ênfase em avicultura

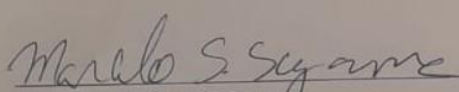
Data da defesa: 15/12/2025

(X) Aprovado
() Reprovado

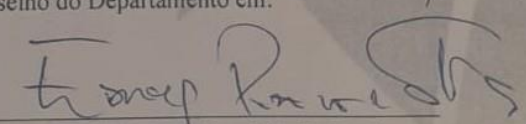
Banca Examinadora:


Me. Daniela Keley Custódio
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal


Me. Gabriela Iantorno de Souza
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal


Me. Marcelo Suzuki Suyama
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em:


Prof. Dr. José Maurício Barbanti
Chefe do Departamento

OFERECIMENTOS

Ofereço este trabalho, primeiramente, a Deus e a Nossa Senhora das Dores, cuja proteção, força e sabedoria me acompanharam em cada etapa desta caminhada. Aos meus pais, Vanielton e Marinilda, pelo amor incondicional, pelo exemplo de dedicação e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava. À minha madrinha, Marilda, dedico este trabalho em reconhecimento ao seu carinho, apoio e presença constante. Estendo este oferecimento a toda a minha família, que sempre esteve ao meu lado, amparando-me e incentivando meus sonhos.

Dedico igualmente aos meus professores, orientadores, colegas e a Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- Câmpus Jaboticabal que fizeram parte desta trajetória acadêmica e contribuíram, de forma direta ou indireta, para minha formação pessoal, científica e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e a Nossa Senhora das Dores, cuja proteção e intercessão me fortaleceram na fé e na perseverança ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Vanilton e Marinilda, expresso minha profunda gratidão pelo dom da vida, pelo apoio incondicional e incentivo constante durante todo o percurso. À minha madrinha, Marilda, agradeço por toda dedicação e cuidado, bem como a todos os meus familiares que, de diferentes formas, estiveram presentes e contribuíram para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora, Professora Doutora Nilva Kazue Sakomura, e à minha coorientadora, Mestranda Daniela Keley Custódio, manifesto meu sincero agradecimento pela orientação, paciência e disponibilidade, fundamentais para o desenvolvimento claro e objetivo deste trabalho.

À equipe do Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP), agradeço pelos momentos de aprendizagem, troca de conhecimento e aprofundamento na área de avicultura: Bruno Albino Leme, Gabriela Iantorno de Souza, Marcelo Suzuki Suyama, Pedro de Carvalho Gaio, Rony Riveros, Nathana Rudio, Audasley Fialho e Camila Kanesiro Cheneri.

Aos meus amigos da graduação — Ana Lucia Couto Oliveira, Victor Otávio Aro Mazzi, Beatriz Santos Colucci, Breno Balabenute, Gabriel da Silva Aguillar, Anna Paula Gregório Silva e Guilherme Trevisan — sou grata por me mostrarem o verdadeiro valor da amizade e por compartilharem comigo essa caminhada.

Agradeço ainda aos Professores Lúcio Araújo e Cristiane Araújo pela acolhida calorosa durante o período de estágio e pelos ensinamentos transmitidos, também aos meus amigos: Byron Xavier Muñoz, Sara Benavides e Caio Bertasi Barbalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro para desenvolvimento desta pesquisa - 26575-6

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta inicial de 1 a 14 dias de idade das aves.....	7
Tabela 2. Composição alimentar das dietas experimentais baseadas no sistema de energia metabolizável com eficiências de utilização da energia líquida para frangos de corte com 14 a 42 dias de idade.	9
Tabela 3. Composição nutricional calculada das dietas experimentais baseadas no sistema de energia metabolizável com eficiências de utilização da energia líquida para frangos de corte com 14 a 42 dias de idade.	10
Tabela 4. Efeito dos níveis de energia metabolizável e da eficiência de utilização da energia líquida sobre o peso médio final (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 14 a 42 dias.	13

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema da utilização e do particionamento da energia das dietas para aves.....4

Figura 2. Dietas experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável aparente com as diferentes eficiências de utilização da energia (70% e 80%)..... 8

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1 Avicultura: integração entre genética, manejo, sanidade e nutrição.....	2
3.2. Energia nos processos metabólicos.....	2 e 3
3.3. Sistema de energia metabolizável e a eficiência de utilização da energia.....	3 a 5
3.4. Efeitos dos níveis de energia sobre o desempenho de frangos de corte.....	5 e 6
4. MATERIAL e MÉTODOS.....	6
4.1. Implicações éticas.....	6
4.2. Animais, instalações e delineamento experimental.....	6 e 7
4.3. Tratamentos e dietas experimentais.....	7 a 10
4.4. Desempenho produtivo.....	11
4.5. Análises estatística.....	11
5. RESULTADOS.....	12 e 13
6. DISCUSSÃO.....	14 e 15
7. CONCLUSÃO.....	15
8. RESUMO.....	15 e 16
9. ABSTRACT.....	17
10. REFERENCIAS.....	18 a 20

1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado dos frangos de corte, é resultado dos avanços em genética, nutrição e manejo, e tem contribuído significativamente para o aumento da eficiência produtiva da avicultura moderna. Entretanto, esse progresso está frequentemente associado à maior incidência de distúrbios metabólicos, os quais podem comprometer o desempenho e elevar os custos de produção (Sakomura *et al.*, 2004). Diante desse cenário, torna-se essencial compreender de forma aprofundada os processos relacionados ao crescimento e ao metabolismo energético das aves, bem como os fatores que modulam esses mecanismos.

A otimização do aproveitamento dos nutrientes e aprimorar a utilização de energia das dietas são estratégias de formulação alimentar essenciais, de modo a favorecer a deposição de proteína, reduzir o acúmulo de gordura e, conseqüentemente, melhorar as características de carcaça (Brumano *et al.*, 2006). Assim, a investigação da eficiência da utilização da energia em frangos de corte constitui uma área estratégica para o avanço da produção avícola e para o desenvolvimento de sistemas alimentares mais eficientes e sustentáveis, considerando que a energia é o componente que mais contribui nos custos com as dietas para a produção de carne de frango.

No entanto, apesar da ampla utilização da energia metabolizável (EM), há crescente interesse em compreender não apenas o valor energético fornecido pela dieta, mas também a eficiência com que as aves utilizam essa energia. Pesquisas recentes têm indicado que diferentes fatores como idade, genética, composição da dieta e ambiente, podem alterar a eficiência energética, impactando, conseqüentemente, as exigências nutricionais e o custo de produção (Teixeira, 2017).

Nesse sentido, estudos que consideram simultaneamente os níveis de EM e a eficiência de utilização da energia líquida podem representar de forma mais precisa a influência sobre o metabolismo energético, o desempenho produtivo e a deposição de proteína para a produção de carne de frango. (Dal Pont *et al.*, 2020; Kogut *et al.*, 2018). Parte-se da hipótese, de que a elevação dos níveis de energia metabolizável, associada a maiores eficiências de utilização da energia nas dietas, resulte em melhoria do desempenho produtivo de frangos de corte

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável e de eficiências de utilização da energia sobre o desempenho produtivo de frangos de corte de 14 a 42 dias de idade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Avicultura: integração entre genética, manejo, sanidade e nutrição

Nos últimos anos, a avicultura de corte passou por significativas transformações tecnológicas, em especial no Brasil. O país consolidou-se entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne de frango, comprovados por dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) sendo que em 2024, o abate de frangos atingiu 6,46 bilhões de unidades, um aumento de 2,7% em relação ao ano anterior, e produção total de carne de frango no mesmo ano foi de aproximadamente 14,972 milhões de toneladas. (ABPA¹, 2025).

No Brasil, os sistemas modernos de produção de frangos de corte apresentam melhora dos índices de eficiência produtiva – expressa por indicadores como ganho de peso, conversão alimentar, peso final e número de lotes por ano – e períodos produtivos mais curtos (Litz, 2024). O aumento da eficiência produtiva é devido aos avanços genéticos, o aprimoramento das práticas de manejo, a melhoria das condições sanitárias e a adoção da nutrição de precisão. Além disso, Brainer *et al.* (2024) destacam que a nutrição, integrada aos demais componentes do sistema produtivo, tem contribuído simultaneamente para o aumento da eficiência zootécnica e para a redução dos impactos ambientais.

A alimentação representa uma parcela dos custos de produção de frangos de corte. Embora os valores dos ingredientes utilizados nas dietas variem conforme o período do ano e a região do país, diversos estudos apontam que a alimentação corresponde a aproximadamente dois terços ou mais do custo total de produção (Soares *et al.*, 2024). Segundo o SENAR², (2024), no 1º trimestre de 2024, a composição do custo de produção foi de 67% somente para alimentação de frangos de corte. Esses dados reforçam que o custo com a ração é o principal fator determinante na produção da avicultura de corte, sendo fortemente influenciado pela variação nos preços dos principais ingredientes utilizados, como milho e farelo de soja.

3.2 Energia nos processos metabólicos

A utilização da energia pelos animais é essencial para todas as etapas do metabolismo: desde a ingestão e digestão dos nutrientes, passando pela absorção no trato gastrointestinal, até

a oxidação desses nutrientes nas células para gerar adenosina trifosfato (ATP) e suportar funções corporais. A absorção de glicose, ácidos graxos e aminoácidos, bem como a sua oxidação em enterócitos ou em outros tecidos, têm sido temas recentes em estudos com aves (Noblet *et al.*, 2023).

O ATP reconhecido como a principal molécula energética, pois fornece energia para processos metabólicos como a síntese de macromoléculas, contração muscular e transporte ativo. No contexto de aves, a retenção de energia nos tecidos envolve a energia depositada sob forma de proteína muscular, gordura corporal ou outros tecidos. A eficiência com que a energia retirada da dieta (por exemplo, energia metabolizável) é convertida em tecidos corporais depende da capacidade do organismo em gerar e usar ATP e em minimizar desperdícios (como calor) (Noblet *et al.*, 2023).

De acordo com Noblet *et al.*, (2025) aves com inflamação intestinal demonstram desequilíbrios metabólicos que ocorrem com alterações nos níveis de ATP, no NAD⁺/NADH, e que isso impacta a retenção de energia corporal (por exemplo, comprometimento da retenção de energia quando a energia metabolizável é reduzida).

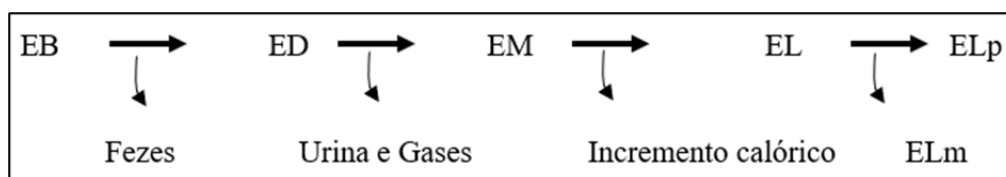
Refere-se a como a energia ingerida (geralmente medida como energia metabolizável) é repartida entre manutenção (metabolismo basal, atividade, termogênese), produção (crescimento, deposição de carne, ovos), perdas de calor, e outros. Em aves, a eficiência de uso da energia e a forma como essa energia é “particionada” tem implicações diretas para rendimento produtivo e custo (Noblet *et al.*, 2025).

A energia metabolizável ingerida = energia para manutenção + energia para produção + perdas (calor e excreta). A eficiência com que a ave converte energia para produção depende tanto da dieta quanto de fatores genéticos, ambientais e de manejo. Em termos práticos, compreender esse particionamento ajuda a formular dietas que maximizem a energia efetivamente usada para produção e minimizem perdas desnecessárias (Soares *et al.*, 2023).

3.3. Energia metabolizável e eficiência de utilização da energia

Antes da compreensão do conceito de energia metabolizável e de sua utilização pelo organismo, é fundamental entender como ocorre a partição da energia (Figura1). A partição energética refere-se à distribuição das frações de energia destinadas ao trabalho, manutenção, síntese de tecidos e outras funções vitais, bem como às perdas inerentes ao processo (Sakomura & Rostagno, 2016).

Figura 1. Esquema da utilização e do particionamento da energia das dietas para aves



A energia bruta (EB) corresponde à energia total liberada quando um alimento, ingrediente ou material orgânico é completamente oxidado a dióxido de carbono e água, sendo tradicionalmente determinada por meio de bomba calorimétrica (Barzegar *et al.*, 2020). A energia digestível (ED) representa a fração da EB efetivamente absorvida pelo animal, sendo calculada pela diferença entre a EB ingerida e a EB excretada nas fezes (Mesigwa, 2020).

A energia metabolizável (EM) é a principal forma de energia utilizada para mensurar a energia disponível dos alimentos e para formular as dietas para as aves. Ela é obtida subtraindo-se da ED a energia perdida na urina e nos gases produzidos durante a digestão. Em aves, tais perdas gasosas são desprezíveis e, como urina e ácido úrico são eliminados conjuntamente, a mensuração isolada da ED é pouco prática. Assim, EM é geralmente determinada como a diferença entre a EB da dieta e a EB das excretas totais (Carré *et al.*, 2014; Leeson & Summers, 2001).

A EM pode ser expressa como EM aparente (EMA) ou como EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), esta última corrigida para retenção zero de nitrogênio ao considerar o conteúdo energético dos compostos nitrogenados excretados (cerca de 8,22 kcal/g no ácido úrico e 8,73 kcal/g em constituintes urinários). A EMA ingerida é particionada entre energia retida (ER), predominante na forma de gordura e proteína corporal, e produção de calor (PC), que inclui o incremento calórico (IC) do metabolismo e a produção de calor em jejum (Sakomura e Rostagno, 2016). Do ponto de vista fisiológico e aplicado, a energia metabolizável (EM) corresponde à fração energética realmente disponível para manutenção, crescimento, produção e deposição tecidual.

O sistema de energia metabolizável tem sido utilizado há décadas como principal referência na formulação de dietas para frangos de corte, poedeiras e matrizes. Essa consolidação decorre de sua relativa praticidade em comparação a sistemas mais complexos, como o de EL, além de sua ampla integração às principais obras de referência em nutrição de aves (Zuidhof,

2019). Na indústria avícola brasileira e mundial, os valores energéticos de ingredientes e rações são usualmente expressos em EMA ou EMAn (kcal ou MJ/kg) permitindo padronização, comparabilidade entre dietas, estimativas de custos energéticos e aplicação consistente em formulações comerciais (Rostagno *et al.*, 2024). Entretanto, como o sistema de EMA não considera as perdas de calor pelo IC, o sistema de EL é mais adequado e preciso para determinar a utilização de energia pelas aves (Noblet *et al.*, 2022)

A eficiência de utilização da energia pode ser expressa pela relação entre a energia líquida (EL) e a energia metabolizável aparente (EMA), sendo este indicador diretamente associado à proporção da energia ingerida que é efetivamente convertida em energia útil para manutenção e produção. Essa eficiência é fortemente influenciada pela composição nutricional do alimento, uma vez que diferentes nutrientes apresentam distintos incrementos calóricos (IC), refletindo variações nas perdas de energia na forma de calor durante os processos de digestão, absorção e metabolismo. Nesse contexto, nutrientes com menor IC apresentam maior eficiência de utilização energética, de modo que a gordura apresenta a maior eficiência, seguida pelo amido, pela proteína bruta e, por fim, pela fibra, conforme descrito por Carré *et al.* (2014).

3.4. Efeitos dos níveis de energia sobre o desempenho de frangos de corte

A densidade energética (geralmente expressa como EM ou EMA/EMAn) da dieta é um fator central no desempenho de frangos de corte, afetando ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) conversão alimentar (CA) e rendimento de carcaça (RC).

Em estudo realizado por Imari *et al.* (2025) os autores demonstraram que um aumento moderado na densidade energética da dieta pode melhorar o GP e a CR em frangos de 1 a 34 dias de idade, embora nem sempre o consumo de alimento seja reduzido de forma proporcional, com três níveis de EMA (3150, 3200, 3250 kcal/kg), o nível mais alto (3250 kcal/kg) resultou em maior ganho diário médio e menor (CA) comparado ao nível mais baixo (3150 kcal/kg) no período total.

A relação é de certa forma “*trade-off*” onde, dietas mais energéticas tendem a reduzir o consumo de alimento (pois mesmo com menor consumo de ração as aves atingem as exigências energéticas), o que pode melhorar a eficiência produtiva. Em contrapartida, se o excesso de energia for oferecido sem ajuste de outros nutrientes ou manejo, pode haver depósito excessivo de gordura ou piora da eficiência produtiva (Dalólio *et al.*, 2024)

Quando a dieta contém menos energia do que a requerida, os frangos podem aumentar o consumo de ração para compensar. Em condições práticas, a compensação nem sempre é suficiente, o que pode resultar em menor GP e/ou pior CA. Por exemplo, em estudo com frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, demonstrou que dietas com 2850 kcal/kg permitiu a compensação via aumento de consumo, atingindo peso semelhante ao nível mais alto (3250 kcal/kg) ao final do período, porém com maior consumo de ração (Jiang *et al.*, 2024).

Wang *et al.* (2025), comparou dietas com EMA de 3100 kcal/kg e 3220 kcal/kg em frangos, e encontrou que o nível mais alto com óleo de soja oxidado aumentou incidência de miopatia (wooden breast) e comprometimento metabólico. Yu *et al.* (2024) demonstraram que níveis de energia metabolizável de 2800, 2900, 3000 kcal/kg afetaram o depósito de proteína e metabolismo de aminoácidos.

Estudos de Zhang *et al.* (2024), avaliaram a combinação de aminoácidos digestíveis e EMA reduzida (84% do recomendado) e constatou que redução da EM implicou em menor deposição de gordura, mas também menor qualidade de carcaça e retorno econômico. Assim, a redução nos valores de EMA das dietas pode aumentar o consumo de ração como mecanismo compensatório para atingir as exigências de energia das aves, porém a redução da energia disponível pode comprometer o ganho de peso e reduzir a deposição de proteína para o crescimento dos frangos. Além disso, a eficiência de utilização da EL:EMA pode afetar o desempenho produtivo.

4. MATERIAL e MÉTODOS

4.1. Implicações Éticas

O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo. Todos os procedimentos experimentais realizados durante os ensaios, foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob o protocolo nº 5401/20.

4.2. Animais, instalações e delineamento experimental

Foram utilizados 1.260 frangos de corte machos, da linhagem Cobb 500 de 1 dia de idade. As aves foram mantidas em um galpão de pressão negativa com controle da temperatura ambiental. Foram alojadas em boxes (1,5 x 3,0m) contendo cama de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros do tipo nipple.

Durante a recepção das aves, realizou-se a conferência da sexagem e distribuição aleatória em 42 boxes de 30 aves cada. Durante o período pré-experimental (1-14 dias de idade), as aves foram mantidas em condições semelhantes com livre acesso à água de bebida e uma dieta farelada a base de milho e farelo de soja.

Aos 14 dias de idade, as aves foram distribuídas em faixas de peso para obter uma ($\pm$ variação de 10% no peso médio) e (90% de uniformidade) peso médio semelhante entre unidades experimentais (boxes). As aves foram distribuídas sobre um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x 2), compreendendo 6 tratamentos, com 7 repetições de 30 aves cada, totalizando 42 unidades experimentais. As dietas serão formuladas com três níveis de EMA (2900, 3050 e 3200 kcal/kg) e utilizando eficiências de utilização de energia (EL:EMA) de 70% e 80%. O período experimental foi de 14 a 42 dias de idade.

O programa de luz utilizado, seguiu as recomendações do manual da linhagem (Cobb500), consistindo em 24 horas de luz nos estágios iniciais de crescimento (até sete dias de idade), e após o 7º dia passou a ser 18 horas de luz e 6 horas de escuridão.

Diariamente foi realizado o manejo de ajuste de altura de comedouros/bebedouros, bem como da temperatura de modo a proporcionar condições ideais para que os animais expressem seu máximo potencial genético (conforme o manual da linhagem).

4.3. Tratamentos e Dietas experimentais

Durante o período pré-experimental (1 a 14 dias) as aves receberam uma dieta basal a base de milho e farelo de soja *ad libitum* formulada de acordo com as exigências preconizadas por Rostagno *et al.* (2024), na forma farelada (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da dieta inicial de 1 a 14 dias de idade das aves.

Ingredientes, %	Dieta pré-experimental
Milho	50,955
Farelo de soja	41,805
Óleo de soja	2,211
Fosfato bicálcico	2,295
Calcário	1,120
Sal (NaCl)	0,520
L-Lisina HCl (79%)	0,176
L-Metionina (99%)	0,478
L-Treonina (80%)	0,115
L-Valina (97.5%)	0,055
L-Isoleucina (90%)	-

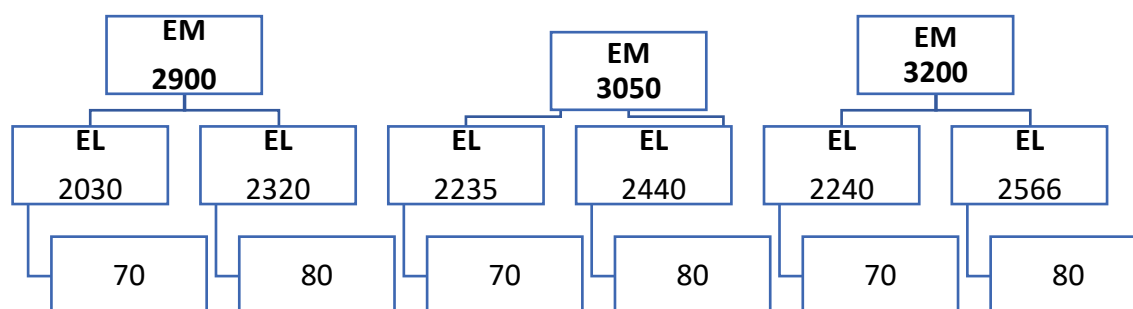
Cloreto de colina (70%)	0,070
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,200
Composição nutricional calculada²	
Proteína Bruta, %	24,01
Energia metabolizável, kcal/kg	2946
Calcio total, %	1,141
Fósforo disponível, %	0,543
Potássio, %	0,928
Sódio, %	0,220
Cloro, %	0,411
Aminoácidos digestíveis, %	
Lisina	1,359
Metionina	0,789
Met + Cys	1,107
Treonina	0,917
Triptofano	0,277
Arginina	1,503
Valina	1,045

¹Suplemento vitamínico e mineral por Kg de produto: vitamina A (all-trans retinol), 9,700 IU; vitamina D3 (cholecalciferol), 2,700 IU; vitamina E (DL- α -acetato de tocoferol), 17 IU; vitamina K3, 2.79 mg; vitamina B₁, 2.00 mg; vitamina B₂, 5.50 mg; ácido pantotênico, 10.6 mg; vitamina B₆, 3.05 mg; vitamina B₁₂, 15.0 mcg; niacina, 0.039 g; ácido fólico, 1.00 mg; biotina, 0.0083 mg; Cloreto de colina, 0.150 g; ferro (sulfato ferroso), 0.044 g; cobre (sulfato de cobre), 9.00 mg; magnésio (sulfato de magnésio), 0.050 g; zinco (óxido de zinco), 0.050 g; iodo (iodato de cálcio), 1.00 mg; selênio (selenito de sódio), 0.250 mg.

² Composição Calculada usando dado da tabelas brasileira de aves e suínos (Rostagno et al., 2024).

As dietas experimentais foram formuladas baseado no sistema de EM. Considerando a variação de 150 kcal de EM, com níveis de, (2900, 3050, 3200) e utilizando eficiências de utilização de energia de 70% e 80%, conforme explicado na (Figura 2).

Figura 2. Dietas experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável aparente com as diferentes eficiências de utilização da energia (70% e 80%).



Adicionalmente, a formulação das dietas obteve como objetivo manter uma relação constante de lisina digestível para EMAn de 3,95 g lisina digestível/Mcal de EMAn. Da mesma forma, considerou-se a relação de lisina para aminoácidos essenciais semelhante em todos os tratamentos seguindo as recomendações de Rostagno *et al.*, (2024). Este critério foi adotado para garantir uma densidade de aminoácidos para energia semelhante em todos os tratamentos experimentais Na Tabela 2 está presente a composição nutricional das dietas experimentais e na Tabela 3 a composição nutricional calculada.

Tabela 2. Composição alimentar das dietas experimentais baseadas no sistema de energia metabolizável com eficiências de utilização da energia líquida para frangos de corte com 14 a 42 dias de idade.

Energia Metabolizável	2900		3200		3050	
Energia Líquida	2030	2320	2560	2240	2135	2440
Eficiência	0,70	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80
Ingredientes, %						
Milho 7,86% PB		0,007	0,007	26,678	50,397	
Farelo de Soja 46% PB	9,580	32,216	35,816	1,932	14,896	7,156
Sorgo (alto tanino)		28,520	40,043			
Trigo Grão	65,000	0,013	0,013			21,077
Farelo de algodão 39% PB	3,538	0,015	0,015			18,000
Farinha de carne e ossos 48% PB	3,628	0,011	0,011		3,677	
Óleo de soja	1,442	9,049	10,370	10,122	3,342	10,745
Farelo de Trigo	6,694	0,003	0,003	20,000	12,000	12,000
Farelo de amendoim		0,016	0,017	16,216	0,732	
Farelo de arroz		6,046				
Polpa cítrica		19,046	8,031			4,374
Glúten de milho 60% PB		0,003	0,003			0,631
Amido		0,001	0,001			
DDGS		0,014	0,014	4,720		20,000
DDG-HP Essencial	7,182			13,502	9,782	
DFS_Fibra seca enriquecida com solúveis						
Calcário calcítico	0,548		0,383	1,229	0,567	1,129
Fosfato bicálcico		1,163	1,235	0,701	0,001	0,407
Sal	0,152	0,226	0,226	0,198	0,152	0,185
Bicarbonato de Sódio	0,382	0,302	0,340	0,349	0,385	0,241
Lisina CJ (07/24)	0,490	0,230	0,263	0,720	0,481	0,599
L-Metionina CJ BIO (07/24)	0,352	0,473	0,520	0,464	0,436	0,423
Treonina CJ (07/24)	0,292	0,196	0,214	0,395	0,270	0,317
Arginina (07/24)	0,162	0,057	0,087		0,228	0,001
Triptofano (07/24)	0,022			0,057	0,044	0,027
Valina (07/24)	0,117	0,090	0,095	0,186	0,153	0,176
Isoleucina CJ (07/24)	0,149	0,033	0,024	0,261	0,186	0,242
Cloreto de Colina- 70%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070

Premix Mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Inert		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
TOTAL	100	100	100	100	100	100

²HP-DDG, grão seco de destilaria rico em proteína. ³O suplemento vitamínico forneceu as quantidades a seguir por Kg de dieta completa: vitamina A (retinol totalmente trans), 7.040 UI; vitamina D3 (coleciferol), 2.464 UI; vitamina E (acetato de DL- α -tocoferol), 7,5 UI; vitamina K3, 1,76 mg; vitamina B1, 1.936 mg; vitamina B2, 5.016 mg; ácido pantotênico, 13,2 mg; vitamina B6, 2.816 mg; vitamina B12, 10,56,0 mg; niacina, 30,8 mg; ácido fólico, 0,6 mg; biotina, 0,018 mg; ⁴O suplemento mineral forneceu o seguinte por quilo de dieta completa: ferro (sulfato ferroso), 70 mg; cobre (sulfato de cobre), 18 mg; manganês (sulfato de manganês), 140 mg; zinco (óxido de zinco), 130 mg; iodo (iodato de cálcio), 0,13 mg.

Tabela 3. Composição nutricional calculada das dietas experimentais baseadas no sistema de energia metabolizável com eficiências de utilização da energia líquida para frangos de corte com 14 a 42 dias de idade.

Energia Metabolizável (EM)	2900		3200		3050	
Energia Líquida (EL)	2030	2320	2560	2240	2135	2440
Eficiência	0,70	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80
Níveis nutricionais calculados						
Energia metabolizável, kcal/kg	2900	2900	3200	3200	3050	3050
Proteína Bruta, %	20,32	20,33	21,63	22,17	20,41	21,56
Total Ca, %	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
AvP, %	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338
K, %	0,610	0,929	0,864	0,654	0,647	0,805
Na, %	0,204	0,207	0,206	0,204	0,204	0,205
Cl, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Lisina %	1,145	1,145	1,263	1,263	1,204	1,204
Metionina %	0,622	0,702	0,772	0,742	0,712	0,696
Metionina + Cistina %	0,882	0,882	0,973	0,973	0,927	0,927
Treonina %	0,756	0,756	0,834	0,834	0,795	0,795
Triptofano %	0,206	0,223	0,248	0,227	0,217	0,217
Arginina %	1,225	1,225	1,351	1,391	1,288	1,302
Glicina + Serina %	1,437	1,438	1,577	1,161	1,287	1,322
Valina %	0,882	0,882	0,973	0,973	0,927	0,927
Isoleucina %	0,767	0,767	0,846	0,846	0,807	0,807
Leucina %	1,319	1,394	1,596	1,618	1,580	1,392
Histidina %	0,424	0,424	0,467	0,467	0,445	0,445
Fenilalanina %	0,810	0,851	0,955	0,861	0,784	0,881
EB = K + Na - Cl (mEq/Kg)	194,495	277,458	260,142	205,665	203,891	245,148

4.4. Desempenho produtivo

Aos 14, 28 e 42 dias de idade realizou-se a pesagem grupal das aves por parcela, para cálculo do ganho médio diário (GMD), assim como a mensuração da ração residual para o cálculo do consumo de ração (CR). A conversão alimentar (CA) foi calculada a partir do ganho de peso (GP) e o consumo de ração (CR), corrigidos pela mortalidade. Com esse intuito, a mortalidade foi registrada diariamente para a correção da CA conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2016).

4.5. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância de dois fatores (ANOVA), sendo três níveis de energia e duas eficiências, utilizando o procedimento GLM no software *SAS OnDemand for Academics*. Quando observados efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste LSMEANS com ajuste pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5%. Interações significativas foram desdobradas conforme os fatores envolvidos.

5. RESULTADOS

Na tabela 4 são apresentados os resultados de peso médio (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com três níveis de energia metabolizável (2900; 3050 e 3200 kcal/kg) e duas eficiências (70% e 80%). Observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de energia e da eficiência para PM, GP e CA, enquanto o CR foi influenciado apenas pela eficiência. Além disso, verificou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre níveis de energia e eficiência para PM, GP e CA.

No desdobramento da interação para o PM, constatou-se que as aves alimentadas com dietas contendo 2900 e 3050 kcal/kg apresentaram maiores valores quando a eficiência foi de 70%. Por outro lado, sob eficiência de 80%, não foram observadas diferenças entre os níveis de 3050 e 3200 kcal/kg, embora ambos tenham se destacado com valores superiores em relação ao nível de 2900 kcal/kg.

Para o GP, observou-se comportamento semelhante ao registrado para o PM. As aves que receberam dietas com 2900 e 3050 kcal/kg apresentaram maior GP quando avaliadas sob eficiência de 70%. Já na eficiência de 80%, o desempenho foi semelhante entre 3050 e 3200 kcal/kg, ambos superiores ao nível de 2900 kcal/kg. Ainda, verificou-se que, nos níveis de 2900 e 3050 kcal/kg, o GP foi superior com 70% de eficiência em comparação à eficiência de 80%, enquanto no nível de 3200 kcal/kg não houve diferença entre as eficiências analisadas.

Em relação ao CR, não foi constatado efeito significativo dos níveis de energia, embora tenha havido efeito da eficiência. De modo geral, as aves alimentadas sob eficiência de 70% apresentaram maiores consumos, independentemente do nível de energia.

Para a conversão alimentar, verificou-se que, na eficiência de 70%, houve diferença entre os níveis de energia, com pior CA no nível de 2900 kcal/kg. Já na eficiência de 80%, a pior conversão foi registrada também no nível de 2900 kcal/kg, sendo este o único caso em que se observou diferença entre as eficiências, com vantagem para as aves avaliadas sob eficiência de 70%. Considerando os valores numéricos, o melhor desempenho em CA foi obtido com o nível de 3050 kcal/kg associado à eficiência de 70%.

Tabela 4. Efeito dos níveis de energia metabolizável e da eficiência de utilização da energia líquida sobre o peso médio final (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 14 a 42 dias

Variável	Eficiência	Energia Metabolizável (Kcal/Kg)			Média	SE	CV (%)	Energia (EM)	Eficiência (Ef)	EM x Ef
		2900	3050	3200						
PM (Kg)	0,70	3,052 ^{Aab}	3,135 ^{Aa}	2,940 ^{Ab}	3,042					
	0,80	1,921 ^{Bb}	2,795 ^{Ba}	2,805 ^{Aa}	2,507	0,068	6,85	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média	2,486	2,965	2,873						
CR (Kg)	0,70	4,521 ^{Aa}	4,289 ^{Aab}	4,947 ^{Aa}	4,339					
	0,80	3,941 ^{Ba}	4,033 ^{Aa}	3,974 ^{Aa}	3,983	0,048	6,12	0,3481	<0,0001	0,1452
	Média	4,231	4,161	4,089						
GP (Kg)	0,70	2,551 ^{Aab}	2,636 ^{Aa}	2,439 ^{Ab}	2,542					
	0,80	1,420 ^{Bb}	2,294 ^{Ba}	2,306 ^{Aa}	2,007	0,068	8,32	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média	1,985	2,465	2,372						
CA (kg/kg)	0,70	1,782 ^{Aa}	1,636 ^{Ab}	1,734 ^{Ab}	1,715					
	0,80	2,797 ^{Aa}	1,770 ^{Ab}	1,721 ^{Ab}	2,096	0,068	10,01	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média	2,900	1,727	1,700						

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); SE = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação

6. DISCUSSÃO

Os resultados observados confirmam que a resposta dos frangos aos níveis de (EMA) é modulada pela eficiência de utilização da energia. Segundo Noblet *et al.* (2022), a EMA disponível reflete não apenas a energia dos ingredientes, mas também fatores fisiológicos ligados ao metabolismo e à retenção de nutrientes. Assim, o ganho de peso observado nos níveis de 2900 e 3050 kcal/kg, na eficiência de 70% sugere que aves mais eficientes já respondem próximas ao limite fisiológico mesmo com a eficiência mais baixa, indicando eficiência de utilização da energia. Esse achado é consistente com Barzegar *et al.* (2019), que relatam menor produção de calor e maior aproveitamento energético em aves mais eficientes, reduzindo sua sensibilidade ao aumento da densidade energética.

O (GP) das aves apresentou um padrão semelhante, indicando a existência de um nível ótimo de energia para maximizar o desempenho. No estudo, a maior resposta ocorreu com níveis intermediários de (EMA) (2900 e 3050 kcal/kg) sob eficiência de 70%, enquanto na eficiência de 80% o desempenho foi semelhante entre 3050 e 3200 kcal/kg, ambos foram superiores ao nível de 2900 kcal/kg. Resultados compatíveis foram reportados por Hu *et al.* (2018), que observaram que o aumento da (EMA) favoreceu o (GP), embora o efeito dependesse de fatores digestivos como a adição de lipase, sugerindo que a utilização da energia não é linear. De forma semelhante, da Silva *et al.* (2021) indicaram que níveis intermediários da (EMA) (3050–3200 kcal/kg) otimizam tanto o (GP) quanto a (CA), evidenciando que a eficiência metabólica das aves desempenha papel central na utilização da energia da dieta.

Em relação ao (CR), observou-se uma estratégia de aumento no consumo para atendimento das exigências energéticas, onde as aves avaliadas sob eficiência de 70% apresentaram maior consumo, independentemente do nível de energia. Esse comportamento de compensação já foi relatado por Gopinger *et al.* (2017) e Infante-Rodríguez *et al.* (2016), que demonstraram que frangos ajustam o consumo para atender às exigências energéticas, mesmo quando a densidade energética da dieta varia. Dessa forma, o que foi observado no estudo indica que aves precisam ingerir mais ração em dietas com menor eficiência de utilização da EL, para suprir suas necessidades energéticas, ressaltando a importância de considerar a utilização de energia, além do nível de energia da dieta, na formulação de ração para frangos de corte.

Quanto a (CA), os resultados obtidos neste estudo, com pior conversão no nível de 2900 kcal/kg, são consistentes com Toghyani *et al.* (2024), que demonstraram que dietas com menor

densidade energética reduzem a eficiência alimentar por comprometerem o balanço entre energia e nutrientes, resultando em maior CR. Por outro lado, o nível de 3050 kcal/kg, que apresentou a (CA) na eficiência de 70%, enquadra-se na faixa considerada ideal por Marx *et al.* (2023), uma vez que representa um nível intermediário de energia capaz de maximizar a eficiência metabólica sem gerar excedentes energéticos. Nessa condição, as aves direcionam uma proporção maior da energia ingerida para retenção e crescimento, reduzindo o custo energético por unidade de ganho e, conseqüentemente, melhorando a (CA). Níveis intermediários de energia promovem o melhor equilíbrio entre oferta e utilização metabólica, favorecendo a eficiência alimentar, enquanto níveis mais baixos tornam o sistema menos eficiente e mais sensível às variações na eficiência de uso da energia.

Ao formular a dieta deve se considerar o nível de EMA e a eficiência de utilização da energia, pois no mesmo nível de EMA a eficiência teve influência.

Eficiência de 80% teve inclusão de polpa cítrica, que é um ingrediente com elevado conteúdo de fibra solúvel. A fibra solúvel está relacionada com aumento da viscosidade intestinal reduzindo a interação entre enzima e substrato para a hidrólise de nutrientes das dietas. Assim, maior quantidade de nutrientes está disponível para a fermentação bacteriana, podendo favorecer o desenvolvimento de bactérias patogênicas ou oportunistas. Além disso, aumentam a retenção de água na digesta e piorando a qualidade da cama (Svihus, 2014 Nguyen *et al.*, 2022).

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que a interação entre o nível energético da dieta e a eficiência de utilização da energia exerce papel determinante na otimização do desempenho produtivo de frangos de corte, evidenciando a necessidade de considerar conjuntamente esses fatores na formulação de dietas que atendam de forma precisa às exigências nutricionais e potencializem os resultados zootécnicos. Dentre os tratamentos avaliados, o nível energético intermediário de 3050 kcal/kg associado à eficiência de utilização da energia de 70% proporcionou o melhor desempenho das aves, c

8. RESUMO

O desempenho dos frangos depende da interação entre o nível de EMA e a eficiência da utilização da energia líquida. As aves submetidas ao nível intermediário de 3050 kcal/kg com 70%

de eficiência, apresentaram melhor desempenho. Assim, a combinação entre nível adequado de energia e eficiência de utilização é fundamental para maximizar ganho, consumo e conversão. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável aparente (EMA) e de eficiências de utilização da energia sobre o desempenho produtivo de frangos de corte de 14 a 42 dias de idade. O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados 1.260 frangos machos da linhagem Cobb 500, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial composto por seis tratamentos e sete repetições, totalizando 42 unidades experimentais com 30 aves cada. As dietas experimentais foram formuladas com base no sistema de energia metabolizável, adotando incrementos de 150 kcal/kg entre os níveis energéticos (2900, 3050 e 3200 kcal/kg), e duas eficiências de utilização da energia líquida em relação a EMA (70% e 80%). ~~Ae~~as aves receberam a dieta de 14 a 42 dias de idade, foi avaliado o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. As pesagens foram realizadas aos 14, 28 e 42 dias, enquanto o consumo de ração foi estimado pela diferença entre ração fornecida e ração residual. A conversão alimentar foi corrigida pela mortalidade. Os resultados indicaram efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de energia, da eficiência e da interação entre esses fatores para peso médio, ganho de peso e conversão alimentar, evidenciando que o desempenho foi influenciado de forma conjunta pelos dois fatores avaliados. O consumo de ração, por sua vez, foi afetado apenas pela eficiência metabólica ($p < 0,05$), sendo maior nas aves avaliadas sob 70% de eficiência. Observou-se que a combinação de 3050 kcal/kg com 70% de eficiência resultou nos melhores indicadores de desempenho, com maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Conclui-se que a interação entre nível energético da dieta e eficiência de utilização da energia é determinante para otimizar o desempenho produtivo de frangos de corte, reforçando a importância de ajustar ambos os fatores na formulação de dietas que atendam às exigências nutricionais e maximizem os resultados zootécnicos.

Palavras-chave: densidade energética, nutrição de aves, metabolismo, performance.

9. ABSTRACT

The performance of broiler chickens depends on the interaction between the level of apparent metabolizable energy (AME) and the efficiency of net energy utilization. Birds subjected to the intermediate level of 3050 kcal/kg with 70% efficiency showed better performance. Thus, the combination of adequate energy level and utilization efficiency is fundamental to maximizing gain, consumption, and conversion. This study aimed to evaluate the effect of different levels of apparent metabolizable energy (AME) and energy utilization efficiencies on the productive performance of broiler chickens from 14 to 42 days of age. The experimental trial was conducted at the Poultry Science Laboratory (LAVINESP) of the Faculty of Agricultural and Veterinary Sciences – UNESP, Jaboticabal Campus. 1,260 male Cobb 500 broiler chickens were used, distributed in a completely randomized design in a factorial arrangement composed of six treatments and seven replicates, totaling 42 experimental units with 30 birds each. The experimental diets were formulated based on the metabolizable energy system, adopting increments of 150 kcal/kg between energy levels (2900, 3050, and 3200 kcal/kg), and two efficiencies of net energy utilization in relation to AME (70% and 80%). The birds received the diet from 14 to 42 days of age, and weight gain, feed intake, and feed conversion were evaluated. Weighings were performed at 14, 28, and 42 days, while feed intake was estimated by the difference between feed supplied and residual feed. Feed conversion was corrected for mortality. The results indicated a significant effect ($p < 0.05$) of energy levels, efficiency, and the interaction between these factors on average weight, weight gain, and feed conversion, showing that performance was jointly influenced by the two factors evaluated. Feed consumption, in turn, was affected only by metabolic efficiency ($p < 0.05$), being higher in birds evaluated under 70% efficiency. It was observed that the combination of 3050 kcal/kg with 70% efficiency resulted in the best performance indicators, with greater weight gain and better feed conversion. It is concluded that the interaction between dietary energy level and energy utilization efficiency is crucial for optimizing the productive performance of broiler chickens, reinforcing the importance of adjusting both factors in formulating diets that meet nutritional requirements and maximize zoo-technical results.

Keywords: energy density, poultry nutrition, metabolism, performance.

10. REFERENCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2024: Frango. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf. Acesso em: 07 nov. 2025.

BARZEGAR, S.; WU, S. B.; CHOCT, M.; SWICK, R. A. Factors affecting energy metabolism and evaluating net energy of poultry feed. **Poultry Science**, v. 99, n. 1, p. 487–498, 2020.

BRAINER, M. M. de A. et al. Avanços da nutrição aplicada a frangos – revisão. **Revista Científica**, v. X, n. Y, p. 68–88, 2024.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, dez 2006.

CARRÉ, B.; LESSIRE, M.; JUIN, H. Predição do valor energético líquido de dietas para frangos de corte. **Animal** . v. 8(9), p. 1395-1401, 2014.

DAL PONT, G. C. et al. Dietary factors as triggers of low-grade chronic intestinal inflammation in poultry. **Microorganisms**, v. 8, n. 1, p. 139, 2020

DALÓLIO, F. M. et al. Metabolizable energy and standardized ileal digestibility of amino acids of corn co-products in broiler diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 53, e20230168, 2024.

GOPINGER, E. et al. Live performance, carcass, and bone quality responses of grower and finisher broilers to dietary metabolizable energy levels. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 19, p. 559–566, 2017.

HU, Y. D. et al. Effect of diets with different energy and lipase levels on performance, digestibility and carcass trait in broilers. Asian-Australas **Jornual Animal Science**. v. 31, n. 8, p. 1275–1284, 2018.

IMARI, Z. K.; JAHANDOST ARDIN, S.; HASSANABADI, A. The effect of dietary metabolisable energy and stocking density on performance and carcass traits in broilers. **Food Science & Nutrition**, v. 13, n. 9, e70836, 2025..

INFANTE-RODRÍGUEZ, F. et al. Effect of diets with different energy concentrations on performance and carcass characteristics of broilers in dry tropics. **SpringerPlus**, v. 5, p. 1937, 2016.

JIANG, LIU, ZHIBIN, ZHANG. Broiler age differently affects apparent metabolizable energy and net energy of expanded soybean meal. **Animals**, v. 14, n. 8, art. 1198, 2024.

KOGUT, M. H. et al. Inflammatory phenotypes in the intestine of poultry: not all inflammation is created equal. **Poultry Science**, v. 97, p. 2339–2346, 2018.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Energy. In: *Nutrition of the Chicken*. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. p. 34–99.

LIU, W. et al. Apparent metabolizable and net energy values of corn and soybean meal for broiler breeding cocks. **Poultry Science**, v. 96, n. 1, p. 135–143, 2017.

LITZ, F. H. Melhoramento genético de frangos de corte. **Pubvet**, v. 6, n. 18, 2022.

MARX, F. O. et al. Use of statistical models to determine the optimal concentration of metabolizable energy for broilers. **Livestock Science**, v. 274, p. 105268, 2023.

MUSIGWA, S. Effect of multi-carbohydrases on energy utilisation in broiler diets. 2020. Thesis (Doctorate) – University of New England, Armidale, AUS.

NGUYEN, H. T. et al. Dietary soluble non-starch polysaccharide level and xylanase influence the gastrointestinal environment and nutrient utilisation in laying hens. **British Poultry Science**, v. 63, n. 3, p. 340–350, 2022.

NOBLET, J.; TAY-ZAR, A.; WU, S.-B. et al. Re-evaluation of research on metabolic utilisation of energy in poultry: recommendations for a net energy system. **Animal Nutrition**, v. 16, p. 62–72, 2023.

NOBLET, J.; WU, S.-B.; CHOCT, M. Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: a review. **Animal Nutrition**, v. 8, p. 185–203, 2022.

NOBLET, J. et al. Intestinal inflammation disrupts energy metabolism in layer pullets: insights into energy partitioning. **Jornual Animal Science Biotechnoly.**, 2025.

ROHL0FF JÚNIOR, N.; SOUZA, C.; NUNES, R. V. Energetic values of animal by-products for broilers of different ages. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2024.

SAKAMORA, N.K. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, dez 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2016.

SENAR/MS – Sistema Famasul. Boletim Avicultura, edição 07. Mato Grosso do Sul: SENAR/MS, 2024. 28 p. Disponível em: <https://portal.sistemapamasul.com.br/>. Acesso em: 07 nov. 2025.

SILVA, T. R. et al. Energy levels in diets with a fixed nutrient:calorie ratio for free-range broilers. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, supl. 2, p. 4009–4022, 2021.

SVIHUS, B. Function of the digestive system. **Journal of Applied Poultry Research**, 23(2), 306–314, 2014

SOARES, K. R.; XIMENES, L. F. Carne de frango. Caderno Setorial ETENE, v. 9, n. 335, maio 2024.

TEIXEIRA, M. P. F. Efeito da composição da ração sobre energia líquida em frangos de corte. **Nutritime**, v. 14, n. 6, p. 7077–7090, 2017.

TOGHYANI, M. et al. Interactive effects of dietary energy levels with amino acid density. **Poultry Science**, v. 103, n. 12, p. 104361, 2024.

WANG, D. et al. Effects of dietary metabolizable energy density and inclusion of oxidized soybean oil on the growth performance, serum biochemical parameters, redox status, and wooden breast incidence of broilers. Pub Med, Jan, 2025.

ZHANG, B. et al. Effects of Reduced Amino Acids and Apparent Metabolizable Energy on Meat Processing, Internal Organ Development, and Economic Returns of Cobb 700 and Ross 708 Broilers. **Amino Acid Nutrition in Poultry**: 2nd Edition. April 2025.

ZUIDHOF, M. J. A review of dietary metabolizable and net energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 28, p. 231–241, 2019.