



## Temperatura ambiente e idade do frango de corte sobre o valor energético do milho

### Environmental temperature and broiler age on corn energy value

Fabyola Barros Carvalho<sup>1\*</sup> , José Roberto Sartori<sup>2</sup> , Antonio Celso Pezzato<sup>2</sup> , Vitor Barbosa Fascina<sup>2</sup> , Pedro Gibim Castelo<sup>2</sup> , Ivan Mailinch Gonçalves Pereira de Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

\*Correspondente - [fabyolab@hotmail.com](mailto:fabyolab@hotmail.com)

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do milho. Foram utilizados 288 pintos de corte, da linhagem Cobb 500, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as parcelas as três temperaturas de criação (fria: 18 °C; termoneutra: 25 °C e quente: 33 °C) e as subparcelas as três idades de avaliação (inicial: 11 a 14; crescimento: 25 a 28 e final: 39 a 42 dias), com seis repetições de seis aves cada. A dieta basal foi composta por milho e farelo de soja. A dieta teste foi produzida substituindo a dieta basal pelo alimento teste: 40% de milho + 60% da dieta basal. Encontraram-se valores médios de energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do milho, para aves criadas em 18 °C; 25 °C e 33 °C de 3322, 3279 e 3233 kcal/kg de matéria natural, respectivamente, e para as fases de 11 a 14; 25 a 28 e 39 a 42 dias de 3215, 3218 e 3400 kcal/kg de matéria natural, respectivamente. De um modo geral, os valores de energia metabolizável do milho, os balanços e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste aumentam com a idade do frango de corte, porém as energias metabolizáveis verdadeiras do milho não foram afetadas pela temperatura ambiente. Os balanços e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste foram reduzidos em estresse por calor para aves na fase de crescimento e final.

**Palavras-chave:** balanço de nitrogênio; energia metabolizável; estresse por calor; estresse por frio; metabolizabilidade de nutrientes.

#### Abstract

This study aimed to assess the effects of environmental temperature and age of broilers on the energy value of corn. A total of 288 Cobb 500 chicks were distributed in a complete randomized design with a split-plot arrangement and six replications of six chicks each. The main plot consisted of three

Recebido  
08 de setembro de 2020.  
Aceito  
18 de janeiro de 2021.  
Publicado  
05 de maio de 2021.

[www.revistas.ufg.br/vet](http://www.revistas.ufg.br/vet)  
Como citar - disponível no  
site, na página do artigo.

temperatures (cold: 18 °C; thermoneutral: 25 °C; and hot: 33 °C), while the secondary plot consisted of age (initial: 11 to 14 days; growing: 25 to 28 days; and final: 39 to 42 days). The basal diet was based on corn and soybean meal. The test diet was produced by replacing the basal diet for test food: 40% corn + 60% basal diet. The mean values of AMEn observed for broiler chicks under cold, thermoneutral, and hot temperatures were 3322, 3279, and 3233 kcal/kg of natural matter, respectively, and 3215, 3218, and 3400 kcal/kg of natural matter for the initial, growing, and final phases, respectively. Overall, the metabolizable energy values of corn and the balance and coefficients of metabolizability of nutrients in the test diet increased with the broiler age, but the true metabolizable energies of corn were not affected by environmental temperature. The balance and coefficients of metabolizability of nutrients in the test diet decreased due to heat exposure during the growing and final phases.

**Keywords:** nitrogen balance; metabolizable energy; heat stress; cold stress; metabolizability of nutrients.

---

## Introdução

Na formulação de rações, a composição nutricional dos ingredientes e seus respectivos valores energéticos devem ser os mais exatos possíveis, justificando a determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável dos alimentos nacionais comumente utilizados na nutrição animal.

A atualização das exigências dos nutrientes nas formulações de rações é importante em função da produtividade e manutenção dos frangos de corte, que são alteradas em virtude do melhoramento genético, além de outros fatores, como: idade da ave, sexo, linhagem e temperatura ambiente<sup>(1)</sup>, que modificam a utilização de energia e proteína.

O milho é o principal ingrediente energético na alimentação das aves, mas também contribui com boa parte da proteína dietética. É responsável por aproximadamente 25% da proteína bruta total nas rações de frangos<sup>(2)</sup>, sendo sua maior limitação, como fonte de nutrientes, o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano.

A determinação por idade dos valores de energia metabolizável dos ingredientes pode contribuir para a adequação calórica das rações. Sabe-se que à medida que avança a idade das aves há um aumento da sua capacidade digestiva, ocorrendo aumento do aproveitamento dos nutrientes em função do desenvolvimento dos órgãos acessórios e do próprio sistema digestório<sup>(3)</sup>. Portanto, a formulação utilizando os valores de energia metabolizável do alimento ajustados para a idade da ave pode significar maior otimização na formulação e menos desperdício de nutrientes na ração, obtendo melhora na conversão alimentar e, conseqüentemente, diminuição no custo alimentar.

Em geral, as recomendações sobre nutrição e alimentação de frangos de corte são realizadas em temperatura ambiente dentro da faixa de conforto das aves em crescimento, não sendo adequadas para atender as exigências energéticas das aves

em ambiente de estresse por calor ou frio, podendo ser uma das causas para o declínio de desempenho de frangos de corte.

Considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento, à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico<sup>(4)</sup>, uma ração formulada para condições de termoneutralidade não seria adequada para atender às exigências energéticas das aves em ambiente de estresse por calor.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do milho.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, câmpus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves; de acordo com os princípios éticos na experimentação animal, aprovado pela câmara de Ética em Experimentação Animal (Protocolo nº 160/2007-CEEA). Foram utilizados 288 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as parcelas as três temperaturas (18 °C, 25 °C e 33 °C) e as subparcelas as três idades de avaliação (inicial: 11 a 14; crescimento: 25 a 28 e final: 39 a 42 dias), com seis repetições de seis aves.

Dos 288 pintos de corte, 216 foram distribuídos em 36 gaiolas de arame galvanizado, medindo 0,50 m de altura, 0,50 m de largura e 0,60 m de profundidade, distribuídos em três câmaras climatizadas (quente, termoneutra e fria), sendo as gaiolas dispostas em duas baterias de dois andares cada, perfazendo um total de 12 gaiolas/câmara. Os 72 pintinhos restantes foram empregados em um tratamento extra (jejum por 72h) para avaliar as perdas endógenas e metabólicas em cada idade de avaliação dentro das três câmaras climáticas, de modo a determinar um fator de correção para estimar a energia metabolizável verdadeira do milho<sup>(5)</sup>.

A ração basal deste experimento foi formulada à base de milho e farelo de soja, e a composição dos alimentos e as exigências nutricionais foram obtidas a partir de Rostagno *et al.*<sup>(6)</sup> (Tabela 1). A dieta teste foi obtida com substituição de parte da ração basal pelo alimento teste: 40% do milho + 60% da ração basal.

Todas as aves permaneceram na câmara quente até os seis dias de idade para não comprometer seu desempenho inicial. Posteriormente, foram distribuídas aleatoriamente nas três câmaras (fria, termoneutra e quente). Os valores de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade relativa do ar (THI), determinados nas câmaras climáticas durante o período experimental, estão apresentados na Tabela 2. Os valores de temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram coletados através de termo-higrômetro e para o cálculo do THI foi utilizado o termômetro de globo. Os equipamentos permaneceram no interior das câmaras climáticas durante todo o período experimental. A coleta dos dados foi realizada de manhã e no final do dia.

**Tabela 1.** Composição e valores calculados das rações experimentais

Ingredientes	Fases de criação (dias de idade)			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
Milho	61,175	64,910	66,600	70,600
Farelo de soja	28,300	24,710	18,000	14,520
Farinha de carne	2,000	2,500	5,500	5,500
Sal comum	0,240	0,220	0,170	0,160
Supl. vitamínico e mineral	0,500 <sup>1</sup>	0,400 <sup>1</sup>	0,400 <sup>2</sup>	0,200 <sup>3</sup>
Calcário calcítico	0,800	0,750	0,450	0,395
Fosfato bicálcico	1,450	1,150	0,250	0,120
DL-metionina	0,185	0,130	0,130	0,130
L-lisina	0,510	0,370	0,420	0,455
Protenose	4,500	4,510	4,770	4,700
Bicarbonato de sódio	0,340	0,350	0,310	0,290
Amido			3,000	3,130
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
<b>Valores calculados</b>				
EM (kcal/kg)	2950	3000	3099	3152
PB (%)	22,04	20,79	19,42	18,55
Cálcio (%)	0,94	0,89	0,82	0,76
Fósforo disponível (%)	0,47	0,44	0,41	0,38
Metionina (%)	0,52	0,48	0,43	0,41
Metionina + cistina (%)	0,82	0,74	0,70	0,67
Lisina (%)	1,33	1,14	1,07	1,02
Treonina (%)	0,72	0,68	0,62	0,57
Potássio (%)	0,73	0,69	0,61	0,56
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21	0,20
Cloro (%)	0,20	0,19	0,18	0,17
Ácido linoléico (%)	1,38	1,43	1,42	1,46

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral Vaccinar Nutrição e Saúde Animal (por kg de ração): ácido fólico 1,25 mg, ácido pantotênico 12,5 mg, B.H.T. 2,5 mg, biotina 0,125 mg, cobre 12,5 mg, colina 750,0 mg, ferro 62,62 mg, iodo 0,025 mg, manganês 67,5 mg, niacina 37,5 mg, selênio 0,225 mg, vitamina A 12.500 UI, vitamina B1 2,5 mg, vitamina B12 25 mg, vitamina B2 5,0 mg, vitamina B6 5,0 mg, vitamina D3 2.500 UI, vitamina E 25,0 mg, vitamina K3 2,5 mg, zinco 68,75 mg, avilamicina 7,5 mg, monensina 125,0 mg. <sup>2</sup>Suplemento vitamínico e mineral Vaccinar Nutrição e Saúde Animal (por kg de ração): ácido fólico 1,0 mg, ácido pantotênico 10,0 mg, B.H.T. 2,0 mg, biotina 0,1 mg, cobre 10,0 mg, colina 600,0 mg, ferro 50,1 mg, iodo 0,02 mg, manganês 54,0 mg, niacina 30,0 mg, selênio 0,18 mg, vitamina A 10.000 UI, vitamina B1 2,0 mg, vitamina B12 20,0 mg, vitamina B2 4,0 mg, vitamina B6 4,0 mg, vitamina D3 2.000 UI, vitamina E 20,0 mg, vitamina K3 2,0 mg, zinco 55,0 mg, avilamicina 6,0 mg, monensina 100,0 mg. <sup>3</sup>Suplemento vitamínico e mineral Vaccinar Nutrição e Saúde Animal (por kg de ração): ácido fólico 0,5 mg, ácido pantotênico 5,0 mg, B.H.T. 1,0 mg, biotina 0,05 mg, cobre 5,0 mg, colina 300,0 mg, ferro 25,05 mg, iodo 0,01 mg, manganês 27,0 mg, niacina 15,0 mg, selênio 0,09 mg, vitamina A 5.000 UI, vitamina B1 1,0 mg, vitamina B12 10,0 mg, vitamina B2 2,0 mg, vitamina B6 2,0 mg, vitamina D3 1.000 UI, vitamina E 10,0 mg, vitamina K3 1,0 mg, zinco 27,5 mg, avilamicina 3,0 mg, monensina 50,0 mg.

**Tabela 2.** Condições ambientais e índice de temperatura e umidade relativa do ar (THI) observadas nas câmaras climáticas durante o período experimental

Câmara	Temperatura ambiente (°C)			Umidade Relativa (%)			THI <sup>1</sup>
	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média	Média
Fria	17,63	20,29	18,96	61,70	83,03	72,37	66,08
Termoneutra	24,63	26,81	25,76	59,65	76,88	68,28	75,24
Quente	29,42	31,87	30,56	48,94	62,78	55,86	82,19

<sup>1</sup>THI: temperatura do termômetro de bulbo seco (°C) + (0,36 x temperatura do termômetro de bulbo úmido (°C)) + 41,5<sup>(7)</sup>.

Foram realizados três ensaios metabólicos, sendo quatro dias de adaptação (7 a 10, 21 a 24 e 35 a 38 dias de idade) e quatro dias de coleta total de excretas (11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias de idade), para avaliar a utilização da energia metabolizável e a metabolização dos nutrientes do milho com aumento da idade.

As amostras de ração e excretas foram armazenadas congeladas (-16 °C) para posterior análise de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz<sup>(8)</sup>. Com base nesses resultados, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeiro da matéria seca (CMMS, CMMSV), do extrato etéreo (CMEE, CMEEV) e do nitrogênio (CMN, CMNV) da dieta teste.

Para obtenção dos valores de energia bruta das dietas e excretas foi utilizada uma bomba calorimétrica (Ika Works modelo C-200) e a partir desses resultados foram calculadas a energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV), posteriormente corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAN e EMVn) na matéria natural, utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.*<sup>(9)</sup> Com base nos valores de energia bruta, EMA, EMAN, EMV e EMVn foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da energia dos alimentos.

As análises estatísticas foram realizadas por meio de análise de variância com o auxílio do software SAEG<sup>(10)</sup>. Para verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, foi utilizado o teste de Tukey (5% de probabilidade).

## Resultados e discussão

A composição química do milho na matéria natural utilizado no experimento foi: 87,84% de matéria seca, 7,5% de proteína bruta, 3,4% de extrato etéreo e 3968 kcal/kg de energia bruta. O valor de proteína obtido para o milho foi inferior aos descritos por Rodrigues *et al.*<sup>(11)</sup> de 8,07%, Mello *et al.*<sup>(12)</sup> de 7,91% e Kato *et al.*<sup>(13)</sup> de 8,60 até 9,60%, e superior aos citados por D'agostini *et al.*<sup>(14)</sup> de 7,33% e Nery *et al.*<sup>(15)</sup> de 7,26%. A frequência com que são realizadas as adubações nitrogenadas influencia o teor de

proteína bruta do grão<sup>(13)</sup>. A energia bruta foi superior ao apresentado por Nery *et al.*<sup>(15)</sup> de 3939 kcal/kg e inferior ao resultado de D'agostini *et al.*<sup>(14)</sup> de 4089 kcal/kg e Mello *et al.*<sup>(12)</sup> de 4009 kcal/kg. Essas diferenças podem ocorrer, já que a fertilidade do solo, clima, genética, armazenamento e processamento são fatores que interferem na composição química dos alimentos<sup>(16)</sup>.

Houve interação temperatura ambiente e fase de criação para EMA, EMAn, EMV e EMVn (Tabela 3). Frangos de corte na fase de crescimento (25 a 28 dias de idade), criados na câmara fria, utilizaram melhor a energia do milho quando comparados às aves criadas em temperatura termoneutra (EMA) (P=0,0315) e, após a correção pelo balanço de nitrogênio, melhor que as aves criadas em temperatura termoneutra e quente (P=0,048). A correção das perdas endógenas (EMV e EMVn) anulou as diferenças entre as temperaturas, não apresentando diferenças nas energias metabolizáveis avaliadas dentro das fases de criação.

**Tabela 3.** Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores de energia metabolizável do milho (kcal/kg) expressos na matéria natural, para frangos de corte

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV <sup>1</sup> (%)
Fase	<sup>2</sup> EMA (kcal/kg)				
Inicial	3332	3288b	3180 b	3267	
Crescimento	3397 A	3191 Bb	3273 ABb	3287	2,57
Final	3445	3524 a	3374 a	3447	
Média	3391	3335	3275		
	<sup>2</sup> EMAn (kcal/kg)				
Inicial	3265	3246 b	3135 b	3215	
Crescimento	3322 A	3132 Bb	3200 Bb	3218	2,34
Final	3379	3459 a	3362 a	3400	
Média	3322	3279	3233		
	<sup>2</sup> EMV (kcal/kg)				
Inicial	3434	3375 b	3293 b	3367	
Crescimento	3563	3389 b	3446 b	3466	3,01
Final	3525	3709 a	3637 a	3624	
Média	3507	3491	3459		
	<sup>2</sup> EMVn (kcal/kg)				
Inicial	3336	3312 b	3226 b	3291	
Crescimento	3441	3286 b	3334 b	3354	2,88
Final	3437	3593 a	3549 a	3526	
Média	3405	3397	3369		

<sup>AB,ab</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup>CV, Coeficiente de variação.

<sup>2</sup>Energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn).

Geraert *et al.*<sup>(17)</sup> e Faria Filho *et al.*<sup>(18)</sup> encontraram que o teor de energia metabolizável da ração não é alterado pela exposição de frangos ao calor, enquanto que Keshavarz & Fuller<sup>(19)</sup> observaram maiores teores de energia e Yamazaki & Zi-yi<sup>(20)</sup> verificaram teores reduzidos de energia (galos Legorne de 12 meses de idade) com o aumento da temperatura. Esses diferentes resultados podem ser atribuídos às condições experimentais específicas de cada estudo, como linhagem, níveis nutricionais, ingredientes utilizados, sexo, período de avaliação (idade), entre outros.

Explicação para tais achados foi proposta por Hai *et al.*<sup>(21)</sup>, comparando o efeito da temperatura (5, 21 e 32 °C) no processo digestivo de frangos de corte, encontrando que a atividade enzimática da tripsina e amilase foi diminuída pelo calor, não sendo influenciadas pela baixa temperatura. A abordagem em *pair-feeding* desse experimento permitiu aos autores concluir que, embora em pequena intensidade, a restrição alimentar imposta pela exposição ao calor melhorou a digestibilidade de todos os nutrientes da dieta. A ocorrência de efeitos antagônicos como esses é uma das justificativas para a dificuldade de encontrar e prever com exatidão a resposta das aves frente ao desafio térmico, além de ser a causa de muitos dos resultados discrepantes apresentados na literatura.

Os valores médios de índice de temperatura e umidade (THI) para faixa de conforto térmico das aves ficam entre 71 e 76<sup>(22)</sup>, portanto, o valor de THI de 82,19 (Tabela 2) para a câmara quente demonstra que as aves estavam estressadas pelo calor, no entanto, esse estresse não foi suficiente para causar efeito na utilização da energia do milho. A menor umidade relativa do ar (UR) na câmara quente durante o experimento pode ter reduzido o efeito do estresse.

Outra causa da ausência de efeito do estresse por calor na EM pode ter ocorrido devido à baixa porcentagem de proteína na dieta com 40% de milho (média de 15% de PB) que promoveu redução do incremento calórico, normalmente causado por dietas ricas em proteína<sup>(23)</sup>. No entanto, mesmo ração com alta energia (3250 kcal) em ambiente de estresse por calor não foi impedimento para que os frangos mantivessem o mesmo consumo de ração e ganho de peso adequados aos 35 e 42 dias de idade<sup>(24)</sup>.

A ausência de desafio sanitário no experimento também pode ter auxiliado a manutenção da utilização da EM mesmo em estresse por calor. Frangos infectados por *Salmonella* e criados em temperatura de 31 °C dos 35 a 41 dias de idade apresentaram menor ganho de peso, consumo de ração e pior conversão alimentar<sup>(25)</sup>.

Para todas as energias calculadas, aves criadas na câmara fria não apresentaram diferenças entre as idades (Tabela 3). Para os resultados nas câmaras termoneutra e quente, aves mais velhas (fase final), aproveitaram melhor a energia do milho quando comparadas com as demais idades, fase inicial e de crescimento ( $P < 0,001$ ). Esse resultado pode estar relacionado com a maturação do trato gastrointestinal que, segundo Uni *et al.*<sup>(26)</sup>, se estabelece aos 16 dias de idade em frangos de corte.

Determinar energia metabolizável de ingredientes da ração antes dos 14 dias de idade pode apresentar valores menores do que os obtidos com aves mais velhas, e os valores de energia metabolizável determinados em frangos de corte mais velhos podem

superestimar a disponibilidade de energia para aves mais jovens<sup>(27)</sup>.

Sakomura *et al.*<sup>(28)</sup> encontraram aumento linear da atividade da amilase, da tripsina e da lipase com o avançar da idade da ave (1 a 7; 8 a 14; 15 a 21 e 22 a 28 dias), e a fase de maior aumento ocorreu entre a primeira e a segunda semana de idade, coincidindo com o máximo crescimento alométrico do pâncreas.

Batal & Parsons<sup>(29)</sup>, estudando o efeito da idade sobre a digestibilidade dos carboidratos, verificaram que os valores de EMAn do milho aumentaram de 12 a 15% com o decorrer da idade. No trabalho atual, o aumento na EMAn de aves aos 14 dias para 42 dias de idade foi em torno de 5,5%. Já Mello *et al.*<sup>(12)</sup> não constataram diferenças na energia metabolizável do milho com o aumento da idade quando produziram ensaios metabólicos com frangos de corte de 10 a 17, 26 a 33, 40 a 47 dias de idade e em galos Leghorn com 25 semanas de idade.

Os resultados de EMAn do milho foram inferiores aos apresentados pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos<sup>(30)</sup> (milho de 7,86% de proteína e 3364 kcal/kg na matéria natural), com exceção das aves na fase final, criadas em temperatura fria e termoneutra (3379 e 3459 kcal/kg) para EMAn. Importante ressaltar que os valores apresentados por Rostagno *et al.*<sup>(30)</sup> são compilações de trabalhos com frangos de corte em diferentes idades e galos. Como é comum utilizar a EMAn para a formulação de ração, segundo os resultados deste trabalho, em temperatura de estresse por calor, os valores foram inferiores ao apresentado por Rostagno *et al.*<sup>(30)</sup> e, portanto, formular rações para aves em estresse com base em valores de energia metabolizável adquiridos em temperatura termoneutra pode causar uma redução no desempenho dessas aves.

Vários trabalhos avaliaram o valor energético do milho. D'Agostini *et al.*<sup>(14)</sup> encontraram valores médios de EMA e EMAn de 3246 e 3235 kcal/kg na matéria natural, respectivamente, para o milho. Vieira *et al.*<sup>(31)</sup> também encontraram que a energia metabolizável aparente, corrigida da média dos híbridos de milho, foi de 3744 kcal/kg, variando de 3405 a 4013 kcal/kg de MS. Generoso *et al.*<sup>(32)</sup> encontraram valores médios de energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio do milho, determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (21 a 30 dias de idade) e final (41 a 50 dias) de 3351 e 3524 kcal/kg na matéria natural, respectivamente.

Os valores de EMA foram superiores aos valores de EMAn em todos os tratamentos, em consequência do balanço positivo de nitrogênio. Essa característica é normal quando os valores de EM são determinados em aves em crescimento, pois nessa fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido proteico. Essa diferença é mais acentuada quando é feita a correção pelas perdas endógenas e metabólicas<sup>(15)</sup>.

Os valores de EMV do milho foram em média 5,3% maiores que os de EMA para aves criadas na câmara quente, diferença superior à das outras câmaras, 3,3% e 4,5% para a fria e a termoneutra, respectivamente. A metodologia utilizada foi a de coleta total de excretas, na qual as aves são alimentadas à vontade sem interferência do volume consumido. Consequentemente, os valores de EMA e EMV são próximos. No entanto, a redução do consumo devido ao estresse por calor na câmara quente superestimou o

resultado de EMV, aumentando a diferença entre a EMA e a EMV.

Houve interação ( $P < 0,001$ ) temperatura ambiente e idade das aves para os balanços aparente e verdadeiro de nitrogênio (BN, BNV) e de extrato etéreo (BEE e BEEV) da dieta teste (Tabela 4). Os resultados na fase inicial (11 a 14 dias de idade) não apresentaram interferência da temperatura ambiente para as variáveis avaliadas (BN, BNV, BEE e BEEV). O balanço de nitrogênio aparente e verdadeiro foram maiores para aves estressadas pelo frio na fase de crescimento ( $P < 0,001$ ) e final ( $P < 0,001$ ). O pior balanço de nitrogênio para aves em estresse por calor é em função da menor eficiência de retenção de nitrogênio e a metabolização da proteína é reduzida pelo calor, independentemente do sexo e da dieta<sup>(18,33,34,35)</sup>.

**Tabela 4.** Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo da dieta teste, para frangos de corte

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV <sup>1</sup> (%)
Fase	Balanço de nitrogênio aparente em gramas (BN)				
Inicial	13,70 c	13,98 c	11,83 b	13,14	
Crescimento	29,71 Aa	24,44 Ba	22,27 Ca	25,47	6,00
Final	26,96 Ab	21,03 Bb	12,32 Cb	20,10	
Média	23,46	19,79	15,47		
	Balanço de nitrogênio verdadeiro em gramas (BNV)				
Inicial	18,37 c	17,30 c	14,80 c	16,83	
Crescimento	45,59 Aa	38,77 Ba	31,26 Ca	38,54	4,12
Final	38,49 Ab	31,87 Bb	20,50 Cb	30,29	
Média	34,15	29,31	22,18		
	Balanço de extrato etéreo aparente em gramas (BEE)				
Inicial	33,38 c	36,36 c	31,55 b	33,76	
Crescimento	82,07 Ab	69,31 Bb	63,45 Ba	71,61	4,26
Final	97,41 Aa	81,30 Ba	57,79 Ca	78,83	
Média	70,95	62,32	50,93		
	Balanço de extrato etéreo verdadeiro em gramas (BEEV)				
Inicial	34,39 c	37,144 c	32,51 b	34,68	
Crescimento	86,02 Ab	74,09 Bb	66,33 Ba	75,48	4,09
Final	98,58 Aa	84,14 Ba	59,71 Ca	81,48	
Média	73,67	65,12	52,85		

<sup>A,B,C,ab,c</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup>CV, Coeficiente de variação.

Resultado semelhante foi observado para BEE e BEEV com pior balanço para aves em estresse por calor. Mas, na fase de crescimento, as aves criadas em temperatura termoneutra não apresentaram diferenças quando comparadas às aves em temperatura quente. Aves expostas ao calor apresentam maior consumo de água que pode causar menor digestibilidade dos nutrientes por aumentar a taxa de passagem da ração<sup>(36)</sup>. O calor também é responsável por reduzir o tamanho de órgãos<sup>(37)</sup> e da superfície das vilosidades intestinais<sup>(38)</sup>.

Para efeito da idade da ave dentro das câmaras climáticas, o BN ( $P < 0,001$ ) e o BNV ( $P < 0,001$ ) foram melhores, em todas as temperaturas, para aves na fase de crescimento (25 a 28 dias de idade). As proteínas são fundamentais no aspecto nutricional e metabólico para o frango, pois estão relacionadas a processos do organismo, como a formação dos tecidos estruturais (músculo). Nos animais em crescimento, a deposição proteica nos músculos esqueléticos contribui com cerca de 65% de toda a proteína depositada diariamente<sup>(39)</sup>.

Para o BEE e BEEV, aves mais velhas apresentaram os maiores balanços (temperatura fria e termoneutra), não diferindo da fase de crescimento para aves em estresse por calor. Na ave jovem, a presença de substrato no trato digestório parece induzir uma maior produção de enzimas. Sendo assim, a atividade das enzimas digestivas, tanto pancreáticas como de membrana, aumenta com a idade da ave, atingindo níveis mais elevados, em média, aos 10 dias de idade em frangos de corte<sup>(40)</sup>. As rápidas alterações do trato digestório possibilitam um aumento de consumo de ração e alteram a digestibilidade dos nutrientes<sup>(4)</sup>. O maior balanço de extrato etéreo obtido com aves na fase final ocorreu, provavelmente, pela maior produção de enzimas para digestão de lipídeos dessas aves em relação às aves jovens.

Houve interação significativa temperatura e idade da aves para as variáveis CMMS ( $P = 0,0130$ ), CMMSV ( $P = 0,0150$ ), CMN ( $P < 0,001$ ), CMNV ( $P < 0,001$ ), CMEE ( $P < 0,001$ ) exceto para CMEEV, que apresentou efeito exclusivo da fase de criação ( $P = 0,0404$ ) (Tabela 5).

A melhor metabolização da matéria seca da ração na fase inicial foi para aves em temperatura termoneutra, mas, com o acréscimo da idade, as aves em estresse por frio apresentaram melhores resultados, não diferindo da termoneutra na fase final. Quando o CMMS foi corrigido pelas perdas endógenas (CMMSV), a temperatura não interferiu nos resultados das aves na fase inicial, sendo os melhores coeficientes para aves criadas na câmara termoneutra na fase final, não diferindo da câmara fria na fase de crescimento.

A utilização do nitrogênio (CMN) apresentou interferência da temperatura apenas para aves mais velhas, nas quais o estresse por calor reduziu o aproveitamento do nitrogênio. Ao se retirar as perdas endógenas (CMNV), houve efeito de temperatura para todas as fases de idade. Aves na fase inicial obtiveram melhores coeficientes quando criadas em estresse por frio, não diferindo da termoneutra na fase de crescimento. Nas aves mais velhas o estresse por calor ou frio reduziu o aproveitamento do nitrogênio.

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste, para frangos de corte.

<b>Temperatura</b>	<b>Fria</b>	<b>Termoneutra</b>	<b>Quente</b>	<b>Média</b>	<b>CV<sup>1</sup> (%)</b>
<b>Fase</b>	<b>Coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca</b>				
Inicial	77,90 Bc	78,72 Ab	77,43 B	78,02	
Crescimento	79,96 Ab	78,51 Bb	78,52 B	79,00	0,82
Final	81,16 Aa	82,17 Aa	78,52 B	80,62	
<b>Média</b>	<b>79,68</b>	<b>79,80</b>	<b>78,15</b>		
	<b>Coeficiente de metabolizabilidade verdadeira da matéria seca</b>				
Inicial	81,14 b	81,40 c	80,75 c	81,09	
Crescimento	85,96 Aa	86,52 Ab	84,05 Bb	85,51	0,78
Final	85,74 Ba	88,16 Aa	85,60 Ba	86,50	
<b>Média</b>	<b>84,28</b>	<b>85,36</b>	<b>83,47</b>		
	<b>Coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio</b>				
Inicial	54,34 b	55,64 b	52,08 b	53,85	
Crescimento	58,51 a	56,64 b	58,25 a	57,80	4,36
Final	59,44 Aa	59,84 Aa	48,26 Bb	55,85	
<b>Média</b>	<b>57,43</b>	<b>57,20</b>	<b>52,86</b>		
	<b>Coeficiente de metabolizabilidade verdadeira do nitrogênio</b>				
Inicial	72,89 Ac	68,70 Bb	65,18 Cb	68,92	
Crescimento	89,84 Aa	89,90 Aa	81,77 Ba	87,17	3,09
Final	84,91 Bb	90,78 Aa	80,84 Ba	85,51	
<b>Média</b>	<b>82,55</b>	<b>83,12</b>	<b>75,93</b>		
	<b>Coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo</b>				
Inicial	79,79 Bb	84,20 Ab	81,25 Ab	81,75	
Crescimento	82,52 b	81,46 b	84,57 b	82,85	1,27
Final	86,39 Ba	92,27 Aa	88,44 Ba	86,39	
<b>Média</b>	<b>82,90</b>	<b>85,98</b>	<b>84,75</b>		
	<b>Coeficiente de metabolizabilidade verdadeira do extrato</b>				
Inicial	82,22	86,01	83,71	83,98 c	
Crescimento	86,49	87,07	88,42	87,33	1,27
Final	89,21	95,50	91,38	92,03	
<b>Média</b>	<b>85,97</b>	<b>89,53</b>	<b>87,83</b>		

A,B,C,a,b,c Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e letras minúsculas diferentes na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup>CV, Coeficiente de variação.

A capacidade dos frangos em lidar com o estresse oxidativo diminui gradualmente à medida que a temperatura ambiente aumenta<sup>(41)</sup>. Esses efeitos negativos interferem também no consumo de ração e de nutrientes<sup>(4)</sup>, e, conseqüentemente, o aproveitamento dos nutrientes é reduzido.

O CMEE não foi influenciado pela temperatura na fase de crescimento ( $P=0,5316$ ). Para aves jovens o estresse por frio causou redução do coeficiente, sendo os melhores resultados para aves mais velhas (fase final) criadas em temperatura termoneutra. Quando o CMEE foi corrigido pelas perdas endógenas (CMEEV), apenas o efeito idade apresentou influência nesta variável, confirmando melhor utilização do extrato etéreo pelas aves mais velhas.

Garcia *et al.*<sup>(42)</sup> trabalharam com a digestibilidade de rações contendo sorgo com baixo ou alto tanino para frangos colostomizados (retirada do cólon via cirurgia e coleta de fezes e ácido úrico separados), criados em três temperaturas ambiente (14, 25 e 32 °C), e constataram que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e do extrato etéreo foram maiores na câmara quente e menores na fria. Esses maiores valores foram associados ao menor consumo observado em temperaturas altas, o que provocou menor velocidade de trânsito do alimento no trato digestório das aves e, conseqüentemente, maior absorção dos nutrientes<sup>(4)</sup>. Este resultado ocorreu no atual trabalho apenas para CMEE na fase inicial.

Houve efeito da idade da ave para as temperaturas estudadas. Para CMMS os melhores resultados foram para aves na fase final criadas em termoneutralidade e frio. Aves na câmara quente aproveitaram a matéria seca de forma semelhante, independente da idade. Após a correção (CMMSV), os resultados na câmara termoneutra se mantiveram e na câmara fria não diferiram entre as aves na fase de crescimento e final. A idade também interferiu o CMMSV para aves na câmara quente, com melhores resultados para as aves na fase final.

A metabolização do nitrogênio (CMN) foi melhor para aves na fase final em câmara termoneutra, e fase de crescimento e final em câmara fria. Em estresse por calor os melhores coeficientes foram para aves na fase de crescimento (25 a 28 dias de idade). A correção pelas perdas endógenas (CMNV) não modificou os resultados dentro das câmaras, sendo que aves nas câmaras fria, termoneutra e quente na fase inicial apresentaram os menores coeficientes, mas, na câmara fria, a fase de crescimento obteve melhor resultado.

O extrato etéreo foi melhor utilizado pelas aves mais velhas, independente da temperatura ambiente. Pode-se perceber que a idade da ave não somente interfere nos valores de energia metabolizável, mas também na metabolizabilidade dos nutrientes da dieta. E, ainda, o estresse por calor reduz a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste.

Bonnet *et al.*<sup>(36)</sup> realizaram experimento de desempenho e ensaio metabólico de frangos de 38 a 42 dias de idade criados em temperatura quente (32 °C) e temperatura termoneutra (22 °C), alimentados à vontade e *pair-feeding* (alimentação controlada). Os autores notaram que, mesmo igualando o consumo, aves submetidas ao estresse por

calor não obtiveram a mesma taxa de crescimento que aves em ambiente termoneutro. Os autores observaram que durante o estresse por calor há redução na eficiência alimentar como consequência direta da exposição à temperatura elevada.

## Conclusões

De modo geral, os valores de energia metabolizável do milho, os balanços e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste aumentam com a idade do frango de corte, porém a energia metabolizável verdadeira do milho não foi afetada pela temperatura ambiente. Os balanços e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste foram reduzidos em estresse por calor para aves na fase de crescimento e final.

## Agradecimento

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP por fornecer subsídios para a realização da pesquisa.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

1. Saeeda M, Abbasc G, Alagawanyd M, Kambohe AA, El-Hackd MEA, Khafagaf AF, Chaoa S. Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview. *Journal of Thermal Biology* [Internet]. 2019 [cited 2021 January 06]; 84, 414-425, Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456519300658?via%3Dihub>. English.
2. Bertechini AG, Fassani EJ, Fialho ET. Utilização do milho QPM (*quality protein maize*) para aves. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 23, n. 2, p. 434-440, 1999. Portuguese.
3. Murawska D. The Effect of Age on Growth Performance and Carcass Quality Parameters in Different Poultry Species. *In*: Manafi M. editor. *Poultry Science*. [Internet]. 2017 [cited 2021 January 05]; 33-50. Available from: <https://www.intechopen.com/books/poultry-science/the-effect-of-age-on-growth-performance-and-carcass-quality-parameters-in-different-poultry-species>. English.
4. Syafwan S, Wermink GJD, Kwakkel RP, Verstegen MWA. Dietary self-selection by broilers at normal and high temperature changes feed intake behavior, nutrient intake, and performance. *Poultry Science* [Internet]. 2012 March [cited 2019 Dec 10]; 91(3): 537-549. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119402162>. English.
5. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.
6. Rostagno, HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira R FM, Lopes DC, Ferreira AJP, Toledo Barreto SL. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2st ed. Viçosa: UFV; 2005. 186p. Portuguese.
7. Thom EC. Cooling degree: dayair conditioning, heating, and ventilating. *Transaction of the American*

Society of Heating. 1958; 55(7):65-72.

8.Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos. 3st ed. Viçosa: UFV; 2002. 235p. Portuguese.

9.Matterson LD, Potter LM, Stutz NW, Singsen EP. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Storrs, Connecticut : University of Connecticut - Agricultural Experiment Station; 1965. p. 3-11. (Research Report, 7).

10.Saeg - Sistema de análises estatísticas e genéticas: user guide [CD-ROM] Version 9.1: Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2007.

11.Rodrigues PB, Rostagno HS, Albino LFT, Gomes PC, Barboza WA, Santana RT. Valores Energéticos do Milheto, do Milho e Subprodutos do Milho, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. Revista Brasileira de Zootecnia [Internet]. 2001 Nov [cited 2019 oct 12]; 30(6): 1767-1778. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982001000700015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982001000700015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Portuguese.

12.Mello HHC, Gomes PC, Rostagno HS, Albino LFT, Souza RM, Calderano AA. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. [Metabolizable energy values of feedstuffs obtained from poultry at different ages] Revista Brasileira de Zootecnia [Internet]. 2009 May [cited 2019 oct 12]; 38(5): 863-868. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982009000500012&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000500012&lng=en&nrm=iso). Portuguese.

13.Kato KR, Bertechini AG, Fassani EJ, Brito JAG, Castro SF. Metabolizable energy of corn hybrids for broiler chickens at different ages. [Energia metabolizável de milhos híbridos para frangos de corte em diferentes idades] Ciência Agrotécnica [Internet]. 2011 Dec [cited 2019 July 22]; 35(6): 1218-1226. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542011000600024](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600024). English.

14.D'Agostini P, Gomes PC, Albino LFT, Rostagno HS, Sá LM. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. [Values of chemical and energy composition of some feedstuffs for broiler chicks]. Revista Brasileira de Zootecnia [Internet]. 2004 Jan [cited 2019 July 21]; 33(1): 128-134. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119411760?via%3Dihub>. Portuguese.

15.Nery LR, Albino LFT, Rostagno HS, Campos AMA, Silva CR. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. [Metabolizable energy values of feedstuffs obtained from poultry at different ages] Revista Brasileira de Zootecnia [Internet]. 2007 Sept [cited 2019 oct 12]; 36(5): 1354-1358. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007000600018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000600018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Portuguese.

16.Butolo JE. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: J.E Butolo, 2002. 430p.

17.Geraert PA, Guillaumin S, Zuprizal LM. Effect of high ambient temperature on dietary ME value in genetically lean and fat chickens. Poultry Science [Internet]. 1992 Dec [cited 2019 Nov 14]; 71(12): 2113-2116. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119337812>. English.

18.Faria Filho DE, Campos DMB, Afonso-Torres KA, Vieira BS, Rosa PS, Vaz AM, Macari M, Furlan RL. Protein levels for heat-exposed broilers: performance, nutrient digestibility, and protein and energy metabolism. International Journal of Poultry Science [Internet]. 2007 [cited 2019 oct 29]; 6(3): 187-194. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/206b/453009848a1c221a8a193c72723655c1f99f.pdf>. English.

19.Keshavarz K, Fuller HL. The influence of widely fluctuating temperatures on heat production and energetic efficiency of broilers. Poultry Science [Internet]. 1980 Sept [cited 2019 Dec 10]; 59(9): 2121-2128. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119356536>. English.

20.Yamazaki M, Zi-Yi Z. A note on the effect of temperature on true and apparent metabolizable energy values of a layer diet. British Poultry Science [Internet]. 1982 Nov [cited 2019 Nov 14]; 23(1): 447-450. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00071688208447977?needAccess=true>.

English.

21.Hai L, Rong D, Zhang Z-Y. The effect of environment on the digestion of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* [Internet]. 2001 Dec [cited 2019 July 22]; 83(2): 57-64. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/229449543\\_The\\_effect\\_of\\_thermal\\_environment\\_on\\_the\\_digestion\\_of\\_broilers](https://www.researchgate.net/publication/229449543_The_effect_of_thermal_environment_on_the_digestion_of_broilers). English.

22.Silva MAN, Barbosa Filho AD, Rosário MF, Silva CJM, Silva IJO, Savino VJM, Coelho AAD. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. [Environmental influence on the performance of parental lines of broiler chicken] *Revista Brasileira de Zootecnia* [Internet]. 2007 June [cited 2019 oct 12]; 36(3): 652-659. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Portuguese.

23.Mcleod MG. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chicken. *British Poultry Science*. 1997; 38:405-411.

24.Melo FVST, Souza ARL, Cruz Neto MA, Mendes DB, Melo JFB. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte em estresse térmico. [Metabolisable energy levels for stress broilers under thermal stress] *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* [Internet]. 2020 [cited 2021 January 05]; 21: 01-13. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1519-99402020000100800&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1519-99402020000100800&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Portuguese.

25.Quinteiro Filho WM, Gomes AVS, Pinheiro ML, Ribeiro A, Ferraz de Paula V, Astolfi Ferreira CS, Ferreira AJP, Palermo Neto J. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with *Salmonella* Enteritidis. *Avian Pathology* [Internet]. 2012 [cited 2021 January 05]; 41:5, 421-427, Available from: [https://www.researchgate.net/publication/230695770\\_Heat\\_stress\\_impairs\\_performance\\_and\\_induces\\_intestinal\\_inflammation\\_in\\_broiler\\_chickens\\_infected\\_with\\_Salmonella\\_Enteritidis](https://www.researchgate.net/publication/230695770_Heat_stress_impairs_performance_and_induces_intestinal_inflammation_in_broiler_chickens_infected_with_Salmonella_Enteritidis). English.

26.Uni, Z.; Ganot, S.; Sklan, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* [Internet]. 1998 January [cited 2019 Dec 10]; 77(1): 75-82. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119407700?via%3Dihub#!> English.

27.Yang Z, Pirgozliev VR, Rose SP, Woods P, Yang HM, Wang ZY, Bedford DMR. Effect of age on the relationship between metabolizable energy and digestible energy for broiler chickens. *Poultry Science* [Internet]. 2020 January [cited 2020 April 29]; 99(1): 320-330. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/206b/453009848a1c221a8a193c72723655c1f99f.pdf>. English.

28.Sakomura NK, Del Bianchi M, Pizauro Jr JM, Café MB, Freitas ER. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. [Effect of age on enzyme activity and nutrients digestibility for broilers fed soybean meal and full fat soybean] *Revista Brasileira de Zootecnia* [Internet]. 2004 July [cited 2019 oct 12]; 33(4): 924-935. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982004000400013&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982004000400013&script=sci_arttext&tlng=en). Portuguese.

29.Batal AB, Parsons CM. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. *Poultry Science* [Internet]. 2004 July [cited 2019 Oct 10];83(7): 1140-1147. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119426667>. English.

30.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. 4st ed. Viçosa: UFV; 2017. 488p. Portuguese.

31.Vieira RO, Rodrigues PB, Freitas RTF, Nascimento GAJ, Silva EL, Hespanhol R. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. [Chemical composition and metabolizable energy of corn hybrids for broilers] *Revista Brasileira de Zootecnia* [Internet]. 2007 July [cited 2019 oct 12]; 36(4): 832-838. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982004000400013&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982004000400013&script=sci_arttext&tlng=en). Portuguese.

32. Generoso RAR, Gomes PC, Rostagno HS, Albino LFT, Barreto SLT, Brumano G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. [Chemical and energy composition of some feeds for broiler chicks and two ages] Revista Brasileira de Zootecnia [Internet]. 2008 July [cited 2019 oct 12]; 37(7): 1251-1256. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982008000700016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008000700016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Portuguese.
33. Faria Filho DE, Rosa OS, Figueiredo DF, Dahlke F, Macari M, Furlan RL. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. [Low-protein diets on broilers performance reared under different temperatures]. Pesquisa Agropecuária Brasileira [Internet]. 2006 Jan [cited 2019 June 03]; 41(1): 101-106. Available from: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2006000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Portuguese.
34. Temim S, Chagneau AM, Guillaumin S, Michel J, Peresson R, Geraert PA, Tesseraud S. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. Reproduction, Nutrition, Development [Internet]. 1999 [cited 2019 Oct 10]; 39(1): 145-156. Available from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00900289/document>. English.
35. Zuprizal ML, Chagneau AM, Geraert PA. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acid of rapeseed and soybean meals in broilers. Poultry Science [Internet]. 1993 February [cited 2019 Dec 10]; 72(2): 289-295. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119338337#!>. English.
36. Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B, Guillaumin S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. Poultry Science [Internet]. 1997 June [cited 2019 July 10]; 76(6): 857-863. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119411760?via%3Dihub>. English
37. Savory CJ. Influence of ambient temperature on feeding activity parameters and digestive function in domestic fowls. Physiology Behavior [Internet]. 1986 [cited 2019 Dec 10]; 38(3): 353-357. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003193848690106X>. English.
38. Mitchell MA, Carlisle AJ. The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology [Internet]. 1992 Jan [cited 2019 Dec 10]; 101(1): 137-142. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300962992906413?via%3Dihub>. English.
39. Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte. 2st ed., Jaboticabal: FUNEP; 2002. 375p. Portuguese.
40. Noy Y, Sklan D. Posthatch development of poultry. Journal of Applied Poultry Research [Internet]. 1997 Oct [cited 2019 Dec 10]; 6(3): 344-354. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119356536>. English.
41. Wang Y, Xia L, Guo T, Cheng C, Jiang L, Wang D, Wang J, Li K, Zhan X. Metabolic changes and physiological responses of broilers in the final stage of growth exposed to different environmental temperatures. Poultry Science [Internet]. 2020 April [cited 2020 April 29]; 99(4): 2017-2025. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/206b/453009848a1c221a8a193c72723655c1f99f.pdf>. English.

42. Garcia RG, Mendes AA, Klink UP, Almeida Paz ICL, Takahashi SE, Pelícia K, Komiyama M, Quinteiro RR. Digestibilidade de rações contendo sorgo com e sem tanino em frangos de corte colostomizados submetidos a três temperaturas ambiente. [Digestibility of feeds containing sorghum, with and without tannin, forcolostomyzed broiler chickens submitted to three room temperature] ARS Veterinária [Internet]. 2005 [cited 2019 June 17]; 21(2): 257-264. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/277120596\\_DIGESTIBILIDADE\\_DE\\_RACOES\\_CONTENDO\\_SORGO\\_COM\\_E\\_SEM\\_TANINO\\_EM\\_FRANGOS\\_DE\\_CORTE\\_COLOSTOMIZADOS\\_SUBMETIDOS\\_A\\_TRES\\_TEMPERATURAS\\_AMBIENTE](https://www.researchgate.net/publication/277120596_DIGESTIBILIDADE_DE_RACOES_CONTENDO_SORGO_COM_E_SEM_TANINO_EM_FRANGOS_DE_CORTE_COLOSTOMIZADOS_SUBMETIDOS_A_TRES_TEMPERATURAS_AMBIENTE). Portuguese.