

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO
DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO MILHO, FARELO E
ÓLEO DE SOJA

FABYOLA BARROS DE CARVALHO

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP

Agosto – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO
DE CORTE SOBRE O VALOR NUTRICIONAL DO MILHO, FARELO
E ÓLEO DE SOJA

FABYOLA BARROS DE CARVALHO

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO SARTORI

Co-Orientador: Prof. Dr. JOSÉ HENRIQUE STRINGHINI

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP

Agosto – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
- SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C331e Carvalho, Fabyola Barros de, 1978-
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do milho, farelo e óleo de soja / Fabyola Barros de Carvalho. - Botucatu : [s.n.], 2010
vii, 115 f. : tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2010
Orientador: José Roberto Sartori
Co-orientador: José Henrique Stringhini
Inclui bibliografia.

1. Balanço de nitrogênio. 2. Energia metabolizável. 3. Estresse térmico. 4. Frango de corte. 5. Desempenho. I. Sartori, José Roberto. II. Stringhini, José Henrique. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Não sei onde eu to indo

Mas sei que eu to no meu caminho

Enquanto você me critica, eu to no meu caminho

Eu sou o que sou, porque eu vivo a minha maneira

Só sei que eu sinto que foi sempre assim minha vida inteira...

...Não sei onde eu to indo

Mas sei que eu to no meu caminho

Enquanto você me critica, eu to no meu caminho

Você esperando respostas, olhando pro espaço

E eu tão ocupado vivendo, eu não me pergunto, eu faço...

Parte da música "No fundo do quintal da escola" de RAUL SEIXAS.

DEDICATÓRIA

*AOS MEUS PAIS PELO AMOR E APOIO IMENSURÁVEL,
AOS MEUS IRMÃOS PELA AMIZADE E CARINHO,
AO MEU SOBRINHO LINDO PELA ALEGRIA,
AO MEU CACHORRO PELA COMPANHIA E DEDICAÇÃO.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço

À minha família pelo apoio e compreensão.

Minha eterna gratidão aos amigos da equipe do Laboratório de Nutrição de Aves da FMVZ/UNESP-Botucatu, que me ajudaram e apoiaram na realização deste trabalho. Em primeiro lugar ao meu grande companheiro de trabalho Vitão e aos demais Krçola, Vanessa, Luciene, Pok-t-ta, Gustavo, Carozinha, Juliana, Estela, Thaila, Priscila, Francine, Dany, Cintia, Seu Arlindo, Thiago, Pé de pano, Novilha, Señorito, Calvina, Symon, Dhalsin, Pedigree, Misskose, Margurada, Japa Mala e Cheiver.

Ao professor e orientador José Roberto Sartori por sua atenção, paciência e amizade.

Ao professor e co-orientador José Henrique Stringhini pelas idéias, dedicação e amizade.

Aos professores Antonio Celso Pezzato, Luiz Edivaldo Pezzato e Cyntia Ludovico Martins que contribuíram com seu conhecimento e apoio.

Aos funcionários do departamento de Melhoramento e Nutrição Animal e da Seção de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ/UNESP-Botucatu, amigos imprescindíveis ao longo da realização deste trabalho, o meu muito obrigado ao Carlão, Silene, Magali, Dona Ana, Seila, Danilo e Carlos.

À fundação FAPESP pela bolsa e auxílio concedidos e empresas parceiras Vaccinar Nutrição e Saúde Animal, Frangoeste e Céu Azul, que tornaram viável a realização do trabalho com o seu apoio.

À todos do departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/UNESP-Botucatu, que me receberam desde o início do doutorado com muito carinho.

E finalmente à cidade de Botucatu por ter me acolhido e se tornado meu lar durante estes últimos anos.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I.....	1
Considerações iniciais.....	2
1. Introdução.....	2
2. Revisão de literatura.....	4
2.1. Temperatura ambiente para frangos de corte.....	4
2.2. Digestão e aproveitamento dos nutrientes por frangos de corte.....	8
2.3. Energia metabolizável para frangos de corte.....	11
2.4. Milho.....	16
2.5. Farelo de soja.....	17
2.6. Óleo de soja.....	19
3. Justificativas e objetivos.....	23
4. Referências bibliográficas.....	25
 CAPÍTULO II.....	 33
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do milho.....	34
Resumo.....	34
Abstract.....	35
1. Introdução.....	36
2. Material e métodos.....	37
3. Resultados e discussão.....	41
4. Conclusões.....	51
5. Referências.....	51
 CAPÍTULO III.....	 55
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do farelo de soja.....	56
Resumo.....	56
Abstract.....	57
1. Introdução.....	58
2. Material e métodos.....	59
3. Resultados e discussão.....	63
4. Conclusões.....	72
5. Referências.....	72
 CAPÍTULO IV.....	 76
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do óleo de soja.....	77
Resumo.....	77
Abstract.....	78
1. Introdução.....	79
2. Material e métodos.....	80
3. Resultados e discussão.....	84
4. Conclusões.....	93
5. Referências.....	93

CAPÍTULO V.....	97
Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas ajustadas para a criação em diferentes temperaturas ambientes.....	98
Resumo.....	98
Abstract.....	99
1. Introdução.....	100
2. Material e métodos.....	101
3. Resultados e discussão.....	103
4. Conclusões.....	111
5. Referências.....	111
CAPÍTULO VI.....	114
Implicações.....	115

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II	33
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do milho.....	34
Tabela 1. Composição e valores calculados das rações experimentais.....	38
Tabela 2. Condições ambientais e índice de temperatura e umidade relativa do ar (THI) observadas nas câmaras climáticas durante o período experimental.....	41
Tabela 3. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores de energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn) do milho (kcal/kg) expressos na matéria natural, para frangos de corte.....	44
Tabela 4. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo aparente (BN e BEE) e verdadeiro (BNV e BEEV) da dieta teste, para frangos de corte	46
Tabela 5. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste, para frangos de corte.....	48
CAPÍTULO III	54
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do farelo de soja.....	55
Tabela 1. Composição e valores calculados das rações experimentais.....	59
Tabela 2. Condições ambientais e índice de temperatura e umidade relativa do ar (THI) observadas nas câmaras climáticas durante o período experimental.....	62
Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn) do farelo de soja (kcal/kg) expressos na matéria natural, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.....	63
Tabela 4. Valores de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo aparente (BN e BEE) e verdadeiro (BNV e BEEV) da dieta teste, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.....	67
Tabela 5. Valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.....	68
Tabela 6. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para o coeficiente de metabolizabilidade verdadeiro do nitrogênio (CMNV) em gramas da dieta teste, para frangos de corte.....	70

CAPÍTULO IV	75
Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do óleo de soja.....	76
Tabela 1. Composição e valores calculados das rações experimentais.....	80
Tabela 2. Condições ambientais e índice de temperatura e umidade relativa do ar (THI) observadas nas câmaras climáticas durante o período experimental.....	83
Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn) do óleo de soja (kcal/kg) expressos na matéria natural, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.....	84
Tabela 4. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do óleo de soja, para frangos de corte.....	86
Tabela 5. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores (g) de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo aparente (BN e BEE) e verdadeiro (BNV e BEEV) da dieta teste para frangos de corte.....	88
Tabela 6. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste para frangos de corte.....	90
CAPÍTULO V	95
Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas ajustadas para a criação em diferentes temperaturas ambientes.....	96
Tabela 1. Composição e valores calculados das rações experimentais.....	100
Tabela 2. Temperatura (Temp), umidade (Umid) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) observadas nas câmaras climáticas durante o período experimental (dias).....	102
Tabela 3. Peso inicial aos 7 dias (PI), peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) de frangos de corte nos períodos acumulados de 7-14, 7-21, 7-28, 7-35 e 7-42 dias de idade, submetidos a quatro diferentes dietas e criados em câmaras climáticas.....	104
Tabela 4. Desdobramento da interação entre temperatura da câmara e dietas para conversão alimentar de frangos de corte aos 14 dias de idade.....	105
Tabela 5. Desdobramento da interação entre temperatura da câmara e dietas para conversão alimentar de frangos de corte aos 21 dias de idade.....	106

CAPÍTULO I

Considerações iniciais

1. Introdução

Na formulação de rações, a composição nutricional dos ingredientes e seus respectivos valores energéticos devem ser os mais exatos possíveis. Portanto, há necessidade de se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável dos alimentos nacionais comumente utilizados nas formulações.

Os principais ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte no Brasil são o milho, como principal fonte energética e o farelo de soja, como fonte protéica, além da possibilidade de inclusão do óleo vegetal, como fonte adicional de energia, portanto, há necessidade de se saber a composição e o valor energético desses alimentos para melhor utilização em cada fase de criação do frango.

Apesar do bom conhecimento dos alimentos normalmente utilizados na avicultura, sabe-se que existem variações nas composições dos mesmos, pois regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade de solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais, são fatores que influenciam nos valores nutricionais dos alimentos (BUTOLO, 2002) e, a precisão na formulação das rações está associada com a acurácia com que se determinam estes valores.

No Brasil, o milho é o principal ingrediente energético na alimentação das aves e contribui com boa parte da proteína dietética, sendo responsável por aproximadamente 25% da proteína bruta total nas rações de frangos (BERTECHINI et al., 1999), tendo como maior limitação o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano (LIMA, 2001). Já a soja, seja na forma de grãos ou farelo, é destacada na literatura como importante matéria-prima na formulação de rações devido ao seu elevado valor nutritivo. De acordo com Dale (1997), vários estudos vêm sendo realizados visando obter máximo aproveitamento de suas propriedades nutricionais já que, na maioria das vezes, o farelo de soja é responsável por aproximadamente 70 % da suplementação protéica nas rações. O uso de óleos em ração de frangos de corte tem apresentado efeito benéfico sobre o desempenho das aves, muitas vezes apresentando valor biológico superior ao esperado, sendo usualmente expresso em melhora na taxa de crescimento, na utilização dos

ingredientes das rações e ainda sobre o seu conteúdo em energia metabolizável (FERREIRA et al., 2005).

Os programas de alimentação para frangos de corte têm evoluído muito nos últimos anos com a finalidade de melhor associar a nutrição com a fisiologia da ave moderna. Neste contexto, as formulações de rações semanais têm sido aplicadas havendo necessidade do conhecimento da disponibilidade tanto dos nutrientes como da energia das rações para o atendimento dessa associação. A determinação semanal dos valores de energia metabolizável dos ingredientes pode contribuir para adequação calórica das rações, à medida que avança a idade das aves, sabendo-se que a capacidade digestiva das aves varia em função da idade, ocorrendo aumento no aproveitamento dos nutrientes em função do desenvolvimento dos órgãos acessórios e do próprio sistema digestório.

As recomendações sobre nutrição e alimentação de frangos de corte são realizadas para temperatura ambiente considerada na faixa de conforto térmico das aves em crescimento, podendo não ser adequadas para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse por calor ou frio, sendo uma das causas para o declínio de desempenho de frangos de corte.

O estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o meio, modificando o consumo do alimento, o ganho de peso corporal e, conseqüentemente, a metabolizabilidade e as exigências por nutrientes. Considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento, à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico, uma ração formulada para condições de termoneutralidade não seria adequada para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse por calor (OLIVEIRA et al., 2000).

2. Revisão de literatura

2.1. Temperatura ambiente para frangos de corte

As aves são animais homeotérmicos e, como tal, conseguem manter a temperatura corporal relativamente constante, nas aves domésticas em torno de 41°C. Neste sentido, a manutenção da temperatura corporal das aves está em função de mecanismos de produção e perda de calor. Portanto, à medida que a temperatura corporal reduz, durante o estresse pelo frio, é observada uma redução na dissipação de calor e aumento na produção de calor. Já, durante o estresse por calor, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor. Eliminar este calor representa esforço adicional e implica em perda de produtividade. Neste caso, os animais reagem diminuindo a atividade física e a ingestão de alimentos, como forma de reduzir o calor gerado nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (GONZALES, 1994).

Sakomura et al. (2005) conduziram várias pesquisas, para determinar o efeito da temperatura sobre as exigências de energia metabolizável de manutenção (EMm). Os ensaios foram realizados em câmaras climáticas com temperaturas controladas (abaixo, próxima e acima da zona de conforto térmico), e foi encontrado efeito quadrático negativo na exigência de EMm entre as temperaturas de 12 a 32°C, com ponto de mínima em torno dos 21°C. Também para Plavnik (2003), a exigência para manutenção diminui aproximadamente 30 kcal/dia com o aumento da temperatura ambiental acima de 21°C. O consumo de ração se altera em aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32°C. No entanto, a queda é muito mais rápida (5% para cada 1°C) quando a temperatura sobe de 32 para 38°C.

A energia que os animais obtêm dos alimentos é utilizada prioritariamente para manutenção dos processos vitais, como respiração, manutenção da temperatura corporal e fluxo sanguíneo, e a energia extra consumida pelos animais é depositada como tecido corporal. Contudo, durante a utilização desta energia no organismo, ocorrem perdas que aparecem na forma de calor (incremento calórico), o qual, dependendo da condição ambiental, é utilizado para aquecer o corpo ou é dissipado para o ambiente (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

As recomendações sobre nutrição e alimentação de frangos de corte são realizadas para uma temperatura ambiente de 20 a 26°C, considerada na faixa de termoneutralidade para aves em crescimento. A maioria das pesquisas relacionadas às exigências nutricionais foram realizadas em sistemas de produção de zonas temperadas. Entretanto, na maior parte do Brasil, durante o ano inteiro, é possível atingir temperaturas médias de 26 a 40°C (ROSTAGNO et al., 2006).

Em experimentos nos quais se avaliaram o efeito da temperatura ambiente sobre o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte machos e fêmeas com 21 dias de idade, May e Lott (2001) verificaram que o sexo e o peso da ave interferem na temperatura ideal para melhor desempenho da ave. Os autores formularam equações onde o melhor ganho de peso para machos com peso acima de 2,5 kg foi em temperatura de 12°C e melhor conversão alimentar em 19°C e para fêmeas, pesando acima de 2 kg, as temperaturas que proporcionaram melhor desempenho às aves foi de 14°C para ganho de peso e de 19°C para conversão alimentar. Os autores concluíram que a temperatura ideal para frango de corte diminuiu com o aumento do peso corporal e diferiu entre as variáveis estudadas.

Considerando que aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento para evitar aumento na produção de calor decorrente da digestão e metabolismo dos nutrientes, à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico, que seria a faixa de temperatura ambiente em que os frangos apresentam maior taxa de crescimento e a exigência de energia metabolizável para manutenção é mínima (SAKOMURA et al., 2005), rações formuladas para condições de termoneutralidade não seriam adequadas para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse pelo calor (OLIVEIRA et al., 2000).

Condições térmicas adversas podem ser prejudiciais ao processo produtivo, principalmente ao se considerar que aves têm maiores dificuldades em dissipar do que reter calor. Em temperaturas próximas de 28°C, a energia para produção torna-se drasticamente reduzida, e a 33°C o balanço de energia torna-se negativo, sendo necessária a utilização de reservas corporais (LEESON e SUMMERS, 1991). Estima-se que para cada grama de água evaporada por ofegação durante o estresse por calor necessita-se de 550 cal (MACARI et al., 2002). No entanto, o aumento na frequência respiratória gera mais energia pela contração da musculatura, produzindo mais calor, podendo determinar quadros de hipertermia severos. Além disso, como consequência da

elevada frequência respiratória, a ave pode desenvolver distúrbios do equilíbrio ácido-base, aumentando o pH do sangue, chamado de alcalose respiratória (FURLAN, 2006).

As temperaturas do limite superior de conforto térmico para frangos de corte são, segundo Zanusso (1998), de 31; 28; 26; 24; 23 e 21°C, respectivamente, para as fases de 0 a 3; 4 a 7; 8 a 14; 15 a 21; 22 a 30 e de 31 a 42 dias de idade.

A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória (OLIVEIRA et al., 2006).

Para verificar a influência da temperatura e da umidade relativa (UR) do ar sobre parâmetros de produção, Oliveira et al. (2006) criaram frangos de 1 a 42 dias de idade em três ambientes, sendo eles conforto térmico (25°C e 63% de UR), calor seco (35°C e 40% de UR) e calor úmido (31% e 75% de UR). O ambiente de calor influenciou negativamente o consumo de ração e o ganho de peso das aves em todos os períodos estudados. Entretanto, este efeito foi mais acentuado nas aves mantidas em ambiente de calor úmido. Aves mantidas no ambiente de conforto apresentaram maior peso absoluto de carcaça, mas menor rendimento. O maior rendimento de carcaça para aves expostas ao calor pode ter sido, segundo os autores, consequência da provável redução dos pesos das vísceras e dos órgãos metabolicamente ativos (coração, fígado e pulmões).

Pesquisas comprovaram que aves submetidas ao estresse por calor não diminuem somente o consumo de alimento. Bonnet et al. (1997) realizaram experimento de desempenho e ensaio metabólico com 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). As aves criadas em temperatura termoneutra com restrição alimentar obtiveram melhores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína, melhor retenção de nitrogênio e maior energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio, porém, mesmo utilizando melhor os nutrientes, o desempenho dessas aves, com redução do consumo, foram inferiores aos das aves criadas em temperatura termoneutra com alimentação à vontade. Mesmo igualando o consumo, as aves submetidas ao estresse por calor não obtiveram a mesma taxa de crescimento que as aves em ambiente termoneutro. Os autores observaram que durante o estresse por calor há uma redução na eficiência alimentar.

Em ambientes quentes o teor de proteína das dietas deve ser verificado, tendo em vista que o seu aumento, sem a real necessidade dos animais, promove aumento do incremento calórico. Faria Filho et al. (2006) avaliaram o efeito da temperatura ambiente (20, 25 e 32°C) e redução de proteína bruta na dieta pelo conceito de proteína bruta ideal (a exigência dos aminoácidos essenciais digestíveis foi expressa como uma porcentagem da lisina digestível) de 18; 16,5 e 15% de PB e verificaram que a redução da proteína quando em temperaturas de 20 e 25°C, não afetou negativamente o desempenho e melhorou a retenção de nitrogênio, conseqüentemente, com menor excreção. Para aves criadas em alta temperatura (32°C), a redução da proteína da dieta acentuou os efeitos do estresse por calor piorando o desempenho dos frangos de 42 a 49 dias de idade. Segundo os autores esses resultados estão relacionados ao baixo consumo de ração das aves criadas em temperatura ambiente de 32°C, que reduziu o consumo de energia e nutrientes.

Entretanto, Gonzalez-Esquerria e Leeson (2005) indicaram que altas temperaturas promovem aumento das necessidades de proteína para frangos. Os autores verificaram que em condições de estresse por calor alto (31,4°C) ou médio (27,3°C), níveis crescentes de proteína (18, 20, 23 e 26%) promoveram melhora na eficiência alimentar. Em relação ao ganho de peso, níveis crescentes de proteína promoveram melhora linear, quando os animais estavam em condições de estresse térmico médio. Em condição de termoneutralidade (20°C), níveis crescentes de proteína levaram a uma melhora no ganho de peso dos frangos de corte de forma quadrática (melhora até 23% de PB).

Oliveira Neto et al. (2000) avaliaram o desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro (23°C) e em estresse por calor (32°C) e dois níveis de energia metabolizável (3075 e 3300 kcal de EM/kg) na ração. Os autores concluíram que independente do nível energético da ração, a alta temperatura reduziu o desempenho das aves. Os autores comentaram que quando os frangos são mantidos em estresse por calor, ocorre redução em seu crescimento em maior proporção que o consumo de ração, resultando em pior índice de conversão alimentar. O rendimento de peito e o peso dos órgãos vitais também foram reduzidos, mas houve aumento na deposição de gordura abdominal.

Barbosa et al. (2008) avaliaram o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte (machos e fêmeas) criados em alta temperatura (30,5°C) e alimentados

com diferentes níveis de energia metabolizável na ração (2800, 2900, 3000, 3100 e 3200 kcal de EM/kg de ração). Ocorreu redução do consumo com o aumento da EM da ração, mas o ganho de peso e a conversão alimentar não foram influenciados. Segundo os autores, a condução do experimento em temperatura média de 30,5°C pode ter provocado maior dissipação de calor para as aves se manterem em equilíbrio térmico, não interferindo no desempenho.

Garcia et al. (2005) trabalharam com digestibilidade de rações contendo sorgo com baixo ou alto tanino para frangos colostomizados criados em três temperaturas ambiente (14, 25 e 32°C). Os autores constataram que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e do extrato etéreo foram maiores na câmara quente e menores na fria. Para explicar esses resultados, os autores afirmaram que esses maiores valores estão associados ao menor consumo observado em temperaturas altas, o que provoca menor velocidade de trânsito do alimento no trato digestório das aves e, conseqüentemente, maior absorção dos nutrientes.

2.2. Digestão e aproveitamento dos nutrientes por frangos de corte

O desenvolvimento do pintainho, em particular na primeira semana de vida é condição relevante para o desempenho futuro do animal, pois processos fisiológicos como hiperplasia e hipertrofia celular, maturação do sistema termorregulador e diferenciação da mucosa gastrintestinal influenciam de maneira marcante o peso corporal e a conversão alimentar da ave até a idade de abate (FURLAN, 2006). Na eclosão, o sistema digestório da ave está anatomicamente completo, mas sua capacidade de digestão e absorção ainda está imatura, se comparada à ave adulta. O trato gastrintestinal sofre grandes alterações pós-eclosão, as quais envolvem mudanças morfológicas e fisiológicas que proporcionam aumento na área de superfície digestiva e absorptiva. As alterações mais significativas referem-se ao aumento das secreções enzimáticas, do comprimento intestinal, da altura e densidade dos vilos e, conseqüentemente, do número de enterócitos, células caliciformes e células enteroendócrinas (MACARI et al., 2002).

Esse desenvolvimento acentuado na capacidade funcional do trato gastrintestinal logo após a eclosão parece ser comum às aves domésticas, ocorrendo pequenas variações entre as linhagens. Em frangos de corte, um aumento mais acentuado na altura

dos vilos do duodeno começa ainda *in ovo*, no 17º dia de incubação e ocorre até o 7º dia pós-eclosão. No jejuno e íleo, o crescimento continua até o 14º dia, resultando em aumento no número de enterócitos por vilo (NOY e SKLAN, 1997). Durante esse período, a profundidade de cripta também aumenta, sendo maior no duodeno e menor no íleo (NITSAN et al., 1991). Porém, a maturação do trato gastrintestinal se estabelece aos 16 dias de idade em frangos de corte (UNI et al., 1998). As rápidas alterações do trato digestório possibilitam aumento de consumo de ração e alteram a digestibilidade dos nutrientes.

As alterações fisiológicas, por sua vez, estão relacionadas com o aumento na capacidade de digestão e de absorção do intestino, que ocorrem pela maior produção de enzimas digestivas pancreáticas e de membrana (NITSAN et al., 1991).

As enzimas digestivas estão presentes no trato digestório da ave jovem, no entanto, a presença de substrato parece induzir a 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 (NOY e SKLAN, 1997).

A atividade enzimática da mucosa por massa intestinal está positivamente correlacionada com o número de enterócitos por vilosidade em todas as regiões do intestino após dois dias de idade (UNI et al., 1999). A atividade das enzimas digestivas (unidade/kg de peso vivo) medida no pâncreas e no conteúdo intestinal aumenta com a idade, sendo os valores máximos no pâncreas obtidos aos 80 dias para amilase e lipase e aos 110 dias de idade, para tripsina e quimiotripsina (NITSAN et al., 1991). A maior diferença nos valores de EM dos ingredientes em função da idade das aves se deve à baixa eficiência das aves jovens em digerir gorduras presentes nas rações. As aves e mamíferos não estão totalmente aptos aos processos de digestão e absorção logo após o nascimento. Nesta fase inicial, os enterócitos, durante o desenvolvimento embrionário, estão orientados para a transferência de imunoglobulinas e somente a partir da segunda semana é que estas células estarão plenamente aptas para realizar os processos de digestão e absorção dos nutrientes (MORAN JR., 1985). Segundo Nir (1998), os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) encontrados nas tabelas de composição dos alimentos estão acima dos valores corretos para pintos na primeira semana, e essa diferença deve ser considerada na formulação das rações.

Pesquisando o efeito da idade sobre a atividade enzimática e a digestibilidade do farelo de soja e soja integral, Sakomura et al. (2004) 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. Conseqüentemente, os menores valores de energia metabolizável determinados nas três primeiras semanas de idade das aves podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nesta fase. Isso evidencia a influência da idade da ave no aproveitamento da energia dos alimentos, de acordo com a produção das enzimas digestivas.

Além da idade da ave, a temperatura ambiente também interfere na fisiologia da ave. Routman et al. (1996) observaram que apesar do efeito do estresse térmico e dos níveis energéticos da ração não terem afetado a atividade da lipase e tripsina aos 23 e 46 dias de idade, tanto o nível energético, como o estresse térmico, aumentaram a atividade da amilase aos 23 dias de idade. Estas mudanças fisiológicas podem não afetar a produção do frango de corte. May e Lott (2000) verificaram que até sete dias de idade a temperatura de 26°C apresentou pouco efeito sobre o desempenho das aves (ganho de peso e conversão alimentar), no entanto, houve aumento da mortalidade devido a temperatura estar abaixo da adequada para aves aos sete dias de idade.

Nascimento et al. (2005) avaliaram a interferência da idade da ave (16 a 23, e 30 a 38 dias) e o nível de substituição (5, 10, 20, 30 e 40%) de farinhas de vísceras e de penas sobre o valor de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). Os autores concluíram que o aumento da substituição do alimento pela ração referência acima de 20% reduziu o valor energético das farinhas. Este resultado pode ter ocorrido devido à baixa palatabilidade dos alimentos. O valor EMAn para a farinha de vísceras foi menor no ensaio metabólico com aves mais velhas.

2.3. Energia metabolizável para frangos de corte

O nível de energia das dietas para frangos de corte constitui-se item determinante do consumo de ração e do desempenho das aves, além do custo de

formulação. Por definição, energia não é um nutriente e sim uma propriedade dos nutrientes produzem energia quando oxidados durante o metabolismo (NRC, 1994).

Normalmente, o nível de energia é selecionado como ponto de partida para a formulação das dietas, servindo de base para a fixação dos níveis dos nutrientes como proteína bruta, aminoácidos, ácidos graxos e minerais (FARIA e SANTOS, 2005).

A energia está relacionada com o consumo de alimento e é utilizada nos mais diferentes processos metabólicos, desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (FISCHER JR. et al., 1998).

A energia contida nos alimentos pode ser expressa na forma de energia bruta, digestível, metabolizável ou líquida. A energia bruta é a quantidade de energia química, ou seja, quantidade de energia liberada por um ingrediente quando queimado na bomba calorimétrica. A energia bruta indica o total de energia presente no alimento e não a que está disponível ao animal. Os carboidratos fornecem energia bruta de 3,7 kcal/g (glicose) e 4,2 kcal/g (amido); as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g (NRC, 1994).

A energia digestível aparente representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão nos animais, determinada pela diferença entre a energia bruta ingerida e a energia excretada nas fezes. Porém, as aves excretam urina e fezes juntas, logo, a determinação de energia digestível torna-se dificultada. A energia metabolizável aparente é a diferença entre a energia bruta consumida do alimento e a energia bruta contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão. Considerando-se que a energia perdida na forma de gases nos monogástricos é muito baixa, esta tem sido desprezada nos cálculos da energia metabolizável. Quando se considera as perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena, obtém-se a energia metabolizável verdadeira. Desta forma, a energia contida na excreta proveniente das perdas endógenas é contabilizada como se fosse energia do alimento não absorvido. A energia líquida é determinada pela diferença entre a energia metabolizável e a energia perdida como incremento calórico (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Silva et al. (2006) investigando a produção endógena e metabólica de frangos de corte aos 7, 17, 27 e 37 dias de idade, encontraram teores de nitrogênio em maior concentração nas idades avançadas (efeito linear), enquanto a energia bruta das excretas não foi influenciada pela idade das aves. Quando foi estimada a excreção endógena e metabólica total, houve redução da produção com o avanço da idade. Estes autores

também confirmaram que as contribuições endógenas e metabólicas quantificadas em ensaios de metabolismos são relativas às descamações celulares e secreções gastrintestinais, que se expressam quimicamente, em quase sua totalidade, em grupos nitrogenados, notadamente somados a contribuição referente à ação da microbiota intestinal.

Neste sentido, a correção feita para energia fecal metabólica e energia urinária endógena, anula o efeito do baixo nível do consumo, evidenciando o efeito causado pela idade, já que aves adultas metabolizam mais os alimentos que as jovens (PENZ JR et al. 1999).

Sakomura et al. (2004) avaliaram com o avançar da idade da ave (1 a 7; 8 a 14; 15 a 21 e 22 a 28 dias) os coeficiente de digestibilidade aparente e verdadeiro do extrato etéreo e da matéria seca de farelo de soja e soja integral. Os autores comentam que as pequenas diferenças entre os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do extrato etéreo e matéria seca podem ser atribuídas às perdas endógenas e metabólicas que nas condições de consumo voluntário, são menores quando comparadas com a metodologia de alimentação forçada, em que o consumo de alimento também é menor.

O valor de energia metabolizável é o que melhor representa a quantidade de energia disponível para aves e pode ser determinada e expressa como: energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) ou energia metabolizável verdadeira corrigida para balanço de nitrogênio (EMVn) (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Vários fatores afetam os valores de EM, entre os quais a idade das aves (MELLO et al., 2009), o processamento do alimento (NUNES et al., 2008), sexo das aves (NASCIF et al., 2004), níveis de substituição do alimento testado na ração referência (NASCIMENTO et al., 2005), consumo (FREITAS et al., 2006) e teores de vitaminas e microminerais da ração-teste (ÁVILA et al., 2006).

A correção da EM para ganhos ou perdas de nitrogênio corporal (balanço de nitrogênio) tem como objetivo padronizar e reduzir a variação nos valores de EM dos alimentos medidos em diferentes condições que podem resultar em maior ou menor ganho de peso ou em perda de peso dos animais (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

De acordo com Lopez e Leeson (2008), é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio, pois, durante um ensaio de

metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento, tornando-se necessária a correção para o balanço de nitrogênio. De acordo com Leeson e Summers (2001), os valores de EM quando corrigidos pelo balanço de nitrogênio tendem a ser sempre menores quando as aves apresentam balanço de nitrogênio positivo, ou seja, não houve perda de peso e degradação de tecido muscular.

Nunes et al. (2008) determinaram a EMA, EMAn, EMV e EMVn de oito ingredientes de origem vegetal (30% de substituição na ração referência) para frangos com 21 dias de idade. Os valores de EMA foram em média 4,47% superiores aos de EMAn, uma característica normal quando os valores de EM são determinados em aves em crescimento, pois ocorre maior retenção de nitrogênio pelas aves para que ocorra crescimento do tecido protéico. Esta retenção é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas. Os valores de EMV foram em média 3,77% maiores que os de EMA, entretanto a metodologia utilizada foi a de coleta total de excretas, na qual as aves são alimentadas à vontade sem interferência do volume consumido e, conseqüentemente, os valores de EMA e EMV deveriam ser próximos.

A determinação da EM dos ingredientes pode ser realizada por meio de diferentes metodologias, em experimentos de métodos biológicos e não biológicos. Os métodos de Sibbald, de Farrel e o de coleta total são alguns exemplos de métodos biológicos, enquanto a determinação *in vitro* e as equações de predição são exemplos de métodos não biológicos. Por estes métodos podem-se determinar os valores de EMA, EMAn, EMV, EMVn (ALBINO, 1995).

As diferenças observadas nos valores de EMA dos ingredientes obtidos nos diversos trabalhos realizados, também podem estar relacionadas às diferenças na composição química, na granulometria, no nível de substituição, na idade ou na linhagem das aves utilizadas (PENZ JR. et al., 1999). Conforme Borges et al. (2003), a energia metabolizável aparente reflete plenamente a energia disponível dos alimentos quando determinada por metodologia tradicional de coleta total de excretas.

A variabilidade na composição química dos alimentos pode influenciar os valores energéticos e resultar em diferenças nos valores de energia metabolizável (EM), atribuídas às condições ambientais durante a produção dos grãos, às diferenças genéticas e à interação ambiente × genética (NUNES et al., 2008). Da mesma forma, a metodologia para determinação do conteúdo energético desses ingredientes pode resultar em diferentes valores de EM. Seguindo este raciocínio, pesquisadores nacionais

vêm trabalhando com avaliação dos ingredientes no Brasil, buscando obter um banco de dados nacional (ROSTAGNO et al., 2000 e ROSTAGNO et al., 2005), possibilitando o conhecimento dos ingredientes nas condições brasileiras. Mas, esse trabalho deve ser contínuo, uma vez que há mudanças na genética das aves, no clima e nos ingredientes.

A idade e o método de determinação da energia metabolizável para aves podem influenciar nos valores energéticos dos alimentos. Freitas et al. (2005) encontraram menor coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo de óleo ácido de soja para pintos (12 a 20 dias de idade) quando comparado com galos (método de coleta total de excretas e alimentação forçada). O valor de EMAn determinado com galos pelo método de coleta total foi superior aos obtidos com galos no método de alimentação forçada, sendo o menor valor encontrado para as aves de 12 a 20 dias de idade.

Freitas et al. (2006) avaliaram o desempenho de frangos alimentados com rações formuladas com EMAn (determinadas com pintos), EMA (determinadas com pintos), EMAn (determinadas com galos) e EMVn (determinadas com galos). Para a fase inicial, o melhor ajuste da energia foi obtido com a formulação da ração com os valores de EMAn determinados com pintos, conseqüentemente com melhor desempenho. Os autores também afirmaram que em decorrência dessa diferença, pode-se afirmar que a EMVn (galos) superestima os valores de energia dos alimentos e o uso desse sistema para formular rações para aves jovens pode causar diminuição na energia dos alimentos, disponível para os processos metabólicos das aves. Para o desempenho de 21 a 49 dias, aves alimentadas com ração formulada com os valores de EMAn determinados com galos obtiveram os melhores resultados. Como a EMAn (galos) e EMVn (galos) foram determinadas com aves adultas, o bom desempenho obtido com a formulação de rações por esses sistemas pode ser atribuído, em parte, ao aumento da capacidade digestiva e absorptiva das aves com a idade, o que resulta em maior aproveitamento dos nutrientes da ração e, conseqüentemente, em maiores valores de energia metabolizável.

Nery et al. (2007) trabalharam com aves de 21 a 31 dias de idade e determinaram EMA e EMAn para alimentos energéticos (40% de substituição à ração referência) e protéicos (25% de substituição à ração referência). Os valores de EMA foram, em média, 2,72% superiores aos de EMAn, o que significa que os valores de EMA foram, em média, 74 kcal superiores em relação aos valores de EMAn. Essa característica é normal quando os valores de EM são determinados em aves em

crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico.

Mello et al. (2009) produziram quatro ensaios metabólicos com frangos de corte (10 a 17, 26 a 33, 40 a 47 dias de idade) e galos Leghorn com 25 semanas de idade. Os autores determinaram EMA e EMAn de vários alimentos utilizados na ração de aves (milho, farelo de soja, sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz integral, duas farinhas de penas, duas farinhas de vísceras de aves e plasma sanguíneo). Os valores de EMA e de EMAn do farelo de soja, aumentaram a partir de 26 dias de idade e permaneceram semelhantes nas próximas idades avaliadas. Os autores também relataram que os baixos valores de EMA e de EMAn obtidos para o farelo de soja nos frangos com 10 a 17 dias de idade podem ter ocorrido devido aos oligossacarídeos presentes no farelo de soja que aumentaram a viscosidade da digesta, o que dificultou o contato das enzimas digestivas com os nutrientes, prejudicando sua digestibilidade. A energia metabolizável do milho não foi afetada com o aumento da idade.

Conte et al. (2002) avaliaram o valor energético de rações com farelo de arroz integral e suplementação de enzimas para frangos de corte aos 21 dias de idade e concluíram que a energia metabolizável foi afetada direta e positivamente pela composição do alimento em carboidratos de reserva (amido), gordura e proteína e negativamente pelos carboidratos estruturais (fibra).

Kato (2005) avaliou o consumo de ração e o tempo de passagem das dietas testes, com 40% de milho, 30% de farelo de soja e 10% de óleo de soja para frangos de corte. O autor observou que de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade o tempo de passagem das rações teste, tanto do farelo de soja como do óleo de soja, foi menor que a do milho. Quanto ao consumo de ração, a dieta teste do milho apresentou maior consumo de 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade quando comparada às dietas do farelo e óleo de soja. Segundo o autor, o menor tempo de passagem para o farelo de soja, provavelmente ocorreu devido à presença de polissacarídeos não amiláceos, que favorece maior motilidade intestinal. Quanto ao óleo de soja, o fato dos lipídeos favorecerem maior motilidade pode justificar o menor tempo de passagem em relação aos valores observados para o milho.

2.4 Milho

A indústria da genética do milho tem produzido vários tipos de híbridos comerciais que possuem, em sua composição química, diferentes teores de nutrientes se comparados ao milho tradicional. O grão do milho pode conter valores próximos a 11% de germe, 5% de pericarpo e 80% de endosperma (CORRÊA, 2001). O pericarpo é rico em fibra, o endosperma é rico em amido, apresentando quantidades significantes de proteína e o embrião é rico em proteína e óleo (WATSON, 1987). O amido constitui cerca de 70% da semente do milho normal e é composto de dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, encontrados em proporções médias de 27% e de 73%, respectivamente (BUTOLO, 2002).

Os teores de amilose e amilopectina estão sujeitos a variações em função do genótipo da planta e do grau de maturação dos grãos. A proporção entre amilose e amilopectina presente nos grãos influencia a digestibilidade do amido, que é inversamente proporcional ao teor de amilose. Dessa forma, fontes de amido com maior concentração de amilopectina, como os grãos de milho imaturos, podem apresentar melhor digestibilidade (JOBIM e REIS, 2001).

Nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005) está apresentada a composição química (87,11% de matéria seca; 3,61% de gordura; 1,83% de ácido linoléico e 8,26% de proteína bruta) e os valores energéticos do milho na matéria natural, apresentando 3925 kcal/kg de energia bruta, 3381 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e 3515 kcal/kg de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

A disponibilidade da energia proveniente da metabolização de carboidratos, independente se foi de fonte purificada ou de ingredientes ricos nesse nutriente, foi menor no primeiro dia de idade das aves e é altamente dependente da idade. Essa dependência corresponde ao perfil de atividade da amilase no pâncreas e no intestino delgado (AKIBA e MURAKAMI, 1995).

As dietas comumente usadas na avicultura de corte, em geral, têm o milho como principal ingrediente e fonte de energia, o que torna esse alimento responsável, em média, por mais de 20% da proteína, 10% de lisina e 25% da metionina+cistina presentes nas dietas (VIEIRA et al., 2007).

D'Agostini et al. (2004) avaliaram oito alimentos para determinar o valor energético para aves de 21 dias de idade. Os valores médios de EMA e EMAn, em kcal/kg, com base na matéria natural foram, respectivamente, 3246 e 3235 para o milho.

Avaliando mais de 40 híbridos de milho em quatro ensaios de metabolismo com pintos na fase inicial (14 a 21 dias de idade), Vieira et al. (2007) encontraram que a energia metabolizável aparente corrigida média dos híbridos de milho foi de 3.744 kcal/kg, variando de 3405 a 4013 kcal/kg de MS.

Pesquisando o efeito da idade da ave sobre o valor de energia metabolizável de alimentos de origem vegetal, Generoso et al. (2008) 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.

2.5. Farelo de Soja

Comparado às outras fontes vegetais, o farelo de soja possui concentração elevada de proteína (40 a 48%) e lisina (2,5 a 2,9%) e apresenta alto valor biológico e alta digestibilidade da lisina, treonina, cistina e metionina. Esses dois últimos aminoácidos, contudo, são limitantes no farelo, com concentrações de 0,63 e 0,64%, respectivamente. Particularmente, o conteúdo em lisina é o de maior variação entre amostras (CARVALHO, 2006).

O farelo de soja possui cerca de 5% mais energia bruta que o milho. No entanto, a energia metabolizável (EM) é aproximadamente 87% da EM do milho. O conteúdo em óleo residual oriundo do processamento afeta o teor energético. Quando obtidos através de extração por solvente, a maioria dos farelos de soja contém de 0,75 a 1,5% de óleo residual e cerca de 2335 kcal de energia metabolizável para aves (BELLAVIER e SNIZEK JR., 1999). Outros componentes, como a fibra e os polissacarídeos não amiláceos contribuem para redução na energia metabolizável de dietas para monogástricos. A concentração de fibra do farelo de soja depende da estrutura da planta industrial, na qual há ou não adição de casca ao produto. Normalmente, o conteúdo em fibras varia de 7 a 3% para farelos com e sem casca, respectivamente. Nesses farelos a EM são de 2.140 e 2.285 kcal por kg de matéria seca, respectivamente (GARCIA et al., 2000).

Nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005) está apresentada a composição química (88,59% de matéria seca; 1,66% de gordura; 0,67% de ácido linoléico; 0,09% de ácido linolênico e 45,32% de proteína bruta) e os valores

energéticos do farelo de soja na matéria natural, apresentando 4079 kcal/kg de energia bruta, 2256 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e 2486 kcal/kg de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

Nir (1998) estudando os valores de EM, para pintos na primeira semana, de alimentos como milho, sorgo, trigo e farelo de soja verificaram que os valores encontrados de 3244, 3118, 1124 e 2811 kcal/kg (na matéria natural), respectivamente, estavam abaixo dos valores apresentados por Rostagno et al. (2000) que trabalharam com aves de diferentes idades (pintos, galos e poedeiras). A diferença foi mais alta para o farelo de soja, evidenciando que alimentos que proporcionam aumento da viscosidade intestinal, como os farelos de soja causam efeito negativo nos valores de EM.

Nascimento et al. (1998) realizaram um experimento para determinar valores de EMAn e EMVn de alguns alimentos, entre eles o farelo de soja, utilizando a metodologia de coleta total de excretas em pintos de corte de 16 a 23 dias de idade, tendo o farelo de soja substituído à ração referência em 40%. A EMAn encontrada foi de 2512 kcal/kg e a EMVn foi de 2577 kcal/kg, na matéria natural.

Sakomura et al. (2004) trabalhando com sojas integrais processadas para frangos de corte em várias idades (1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28 e 36 a 42) encontraram aumento da digestibilidade aparente e verdadeira do extrato etéreo para a mistura de farelo de soja e óleo de soja até a 3ª semana de idade e permaneceu constante até a 6ª semana.

Freitas et al. (2005) encontraram maior digestibilidade aparente da matéria seca de dois tipos de soja integral para aves adultas (galos com 85 semanas de idade), quando comparado a pintos de 12 a 21 dias de idade, e relatou que isso ocorreu devido à maior capacidade digestiva dessas aves em relação às aves jovens. No mesmo estudo houve variações nos resultados de digestibilidade aparente e verdadeira do extrato etéreo dos alimentos obtidos com as diferentes metodologias (método tradicional e alimentação forçada). Além dos efeitos inerentes a cada metodologia, outras estão relacionadas à disponibilidade da gordura dos alimentos, à composição em ácidos graxos da gordura e à idade das aves utilizadas. Esses fatores, às vezes agem sozinhos ou interagem, tornando os resultados variáveis.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria natural, para cinco amostras de farelo de soja, variaram

entre 2171 e 2473 kcal/kg em experimento com aves de 24 a 26 dias de idade. Os farelos de soja foram substituídos em 30% da ração referência (ZONTA et al., 2004).

Gelber et al. (2006) trabalharam com frangos de corte de 1 a 49 dias de idade, utilizando três farelos de soja, com variação de proteína bruta (PB) (44, 46 e 48%), em dietas isoenergéticas e isoprotéicas. A redução da PB do farelo de soja promoveu a diminuição do ganho de peso e a piora na conversão alimentar dos frangos aos 21 dias de idade. Nos períodos de 3 a 7 dias e 39 a 42 dias de idade, a redução da proteína piorou a metabolizabilidade da matéria seca e a energia bruta das dietas.

Pesquisando o efeito da idade da ave sobre o valor da energia metabolizável de alimentos de origem vegetal, Generoso et al. (2008) encontraram valores médios de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio do farelo de soja determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (21 a 30 dias de idade) e final (41 a 50 dias) de 2020 e 2306 kcal/kg na matéria natural, respectivamente.

2.6 Óleo de Soja

O óleo de soja bruto é obtido diretamente pelo processo mecânico realizado por extrusão, em que os grãos são submetidos ao calor resultante da pressão produzida pela “*extrusora*” ou “*expander*” e, em seguida o material resultante passa pelo processo de prensagem, resultando na soja semi-integral e no óleo bruto de soja (KATO, 2005).

Segundo Bellaver e Snizek Jr. (1999), outro processo de extração de óleo é por solvente. A miscela é a mistura de óleo com solvente obtida após a extração com solvente. Ela passa por um conjunto de equipamentos para separar o óleo do solvente. O solvente é reutilizado e o óleo bruto segue para a separação da lecitina. A lecitina constitui 1,5 a 3,0% do óleo bruto e é separada por hidratação e centrifugação do óleo. O produto sem lecitina é o óleo degomado que é usado na indústria química e alimentícia. O óleo degomado segue o processo de refinação, que poderá ser química ou física. O óleo recebe um tratamento para eliminação de acidez livre e gomas mucilaginosas, obtendo-se o óleo neutro e a borra. A borra será usada para fabricação de sabão e, acidulada, obtêm-se ácidos graxos que podem ser usados na fabricação de rações. O óleo neutro é lavado várias vezes, seco e desodorizado, sendo então comercializado a granel ou envasado para cozinha como óleo desodorizado.

Dentre os fatores que afetam a absorção e a digestibilidade dos lipídios estão a idade do frango de corte, a temperatura ambiente, o nível de utilização na dieta e a composição de lipídios do óleo ou gordura utilizados. O óleo de soja é caracterizado pela alta concentração de ácidos graxos insaturados (84,5%), dentre eles os poliinsaturados (61%), principalmente o linoléico (Liu, 1999). O tipo de lipídio influencia a metabolização do óleo ou gordura pela ave, características como tamanho da cadeia, grau de insaturação, ponto de fusão e composição dos ácidos graxos dos triacilgliceróis apresentam certas diferenças na emulsificação e ataque pela lipase no intestino delgado, local onde, segundo Andriquetto et al. (1981), ocorre a mais significativa digestão dos lipídios. Segundo Leeson e Summers (1976), o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados melhora a absorção dos lipídios.

Os óleos e as gorduras são grandes fornecedores de energia prontamente disponível e de ácidos graxos essenciais. Por conterem mais energia que os carboidratos, são utilizados nas rações para aumentar a densidade energética. Sua adição nas rações promove efeito benéfico no desempenho dos frangos, muitas vezes apresentando valor biológico superior ao esperado. Esse benefício ou efeito extracalórico geralmente reflete em melhoria na taxa de crescimento, na utilização dos nutrientes da ração e no seu conteúdo de energia metabolizável (JUNQUEIRA et al., 2005).

Além dos fatores físico-químicos relacionados aos lipídios, a correta avaliação de suas verdadeiras contribuições energéticas torna-se extremamente difícil em aves, em função da baixa capacidade fisiológica em digeri-los e utilizá-los, quando ainda muito jovens (ANDREOTTI et al., 2004).

Nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005) está apresentada a composição química (99,60% de matéria seca, 99,60% de gordura, 53,93% de ácido linoléico, 7% de ácido linolênico e 99,60% de matéria orgânica) e os valores energéticos do óleo de soja na matéria natural, apresentando 9333 kcal/kg de energia bruta, 8790 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e 9200 kcal/kg de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

Avaliando o óleo ácido de soja, Vieira et al. (2002), trabalhando com aves de 28 a 30 dias de idade alimentadas com dieta basal (sem adição de gordura) e outras com inclusões de 4 e 8% de óleo de soja e do óleo ácido de soja, encontraram valores de

EMAn de 8083 e 8906 kcal/kg na matéria seca para 4 e 8% de inclusão de óleo de soja, respectivamente. Esses valores não diferiram dos resultados com o óleo ácido de soja.

Sakomura et al. (2004) estudaram o metabolismo energético de frangos de corte de 25 a 35 dias de idade alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável na dieta (3050, 3200 e 3350 kcal/kg), sob diferentes níveis de alimentação (*ad libitum*, 75% e 50% do *ad libitum*). Com o nível de alimentação de 75 e 50% da ingestão de ração contendo 3350 kcal/kg, os valores de EMAn aumentaram em relação ao consumo à vontade, provavelmente, em razão do maior aproveitamento da dieta. Por outro lado, no nível mais baixo de EM (3050 kcal/kg), apenas o nível de alimentação de 50% do *ad libitum* proporcionou valores superiores de EMAn em relação ao tratamento com 75% do *ad libitum*. Segundo os autores estes resultados podem estar relacionados ao menor aproveitamento da dieta quando as aves ingerem quantidades crescentes de ração, evidenciando que, quanto maior o volume de ração no trato digestório, menor a sua utilização, explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes.

Outro trabalho com intuito de determinar o valor energético de fontes lipídicas foi realizado por Nascif et al. (2004), que trabalharam com frangos machos e fêmeas com 21 dias de idade, alimentados com a ração referência e substituição de 9% dos óleos e gorduras. Os valores médios de EMA e EMAn do óleo de soja degomado foram de 8336 e 8331 kcal/kg, respectivamente. Os alimentos estudados apresentaram valores de EM diferentes para pintos de corte machos (8403 kcal/kg) e fêmeas (8258 kcal/kg).

Pesquisando o efeito da idade da ave sobre o valor da energia metabolizável do óleo de soja, Andreotti et al. (2004) não encontraram diferenças nos valores médios de energia metabolizável aparente do óleo de soja determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (22 a 30 dias) e final (42 a 50 dias) sendo estes de 9148 e 8841 kcal/kg, respectivamente. Os níveis de inclusão do óleo de soja (0; 3,3; 6,6 e 9,9% de níveis de inclusão) também não interferiram no valor de EMA. O coeficiente de metabolização da matéria seca da ração experimental foi maior para aves na fase de 42 a 50 dias de idade comparado a de 22 a 30 dias, sendo a retenção de nitrogênio maior na fase de crescimento das aves.

Visando determinar o valor energético do óleo de soja refinado, do óleo de girassol refinado, do óleo de canola refinado, do óleo de abatedouro avícola, da banha suína e do óleo de peixe, Junqueira et al. (2005) realizaram ensaio de metabolismo

utilizando frangos de corte de 22 a 30 dias de idade alimentados com rações compostas por 80% de ração-referência (à base de milho moído e farelo de soja) e 20% das fontes lipídicas testadas. Os valores encontrados de energia bruta e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio do óleo de soja foram 9866 e 9201 kcal/kg, respectivamente, e não diferiram das demais fontes lipídicas. O coeficiente de metabolização de energia bruta do óleo de soja (93,25%) foi semelhante estatisticamente ao do óleo de girassol (97,22%).

Rarber et al. (2008), em ensaio de metabolismo com frangos de 21 a 34 dias de idade alimentados com duas fontes lipídicas (óleo degomado de soja e óleo ácido de soja) e quatro níveis de inclusão (2, 3, 4 e 5%) verificaram que 5% de óleo na dieta, independente do tipo, resultou em melhora no coeficiente de metabolização da matéria seca e do extrato etéreo, sem alteração no coeficiente de metabolização da energia bruta.

3. Justificativas e objetivos

Poucas e contraditórias informações estão disponíveis sobre a metabolizabilidade dos nutrientes e a energia metabolizável dos alimentos quando as aves são criadas em condições de calor. A capacidade de digestão e absorção dos nutrientes pela ave difere conforme a idade, sendo também um fator importante na determinação do valor energético do alimento. Para se formular rações mais eficientes e atender adequadamente às exigências nutricionais das aves, é necessário conhecer com maior precisão os efeitos da temperatura ambiente e da idade da ave sobre os valores energéticos e a metabolizabilidade dos nutrientes dos alimentos comumente utilizados como o milho, farelo e óleo de soja, para sua melhor utilização em cada fase de criação do frango de corte.

O Capítulo II, denominado “*EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO MILHO*”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na ***Revista Brasileira de Ciência Avícola – Brazilian Journal of Poultry Science***, publicada pela *Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) do milho e o coeficiente de metabolizabilidade de nutrientes da dieta teste, para frangos de corte em diferentes idades (11 a 14, 25 a 28, e 39 a 42 dias) submetidos a três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C).

O Capítulo III denominado “*EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO FARELO DE SOJA*”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na ***Revista Brasileira de Ciência Avícola – Brazilian Journal of Poultry Science***, publicada pela *Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) do farelo de soja e o coeficiente de metabolizabilidade de nutrientes da dieta teste, para frangos de corte em diferentes idades (11 a 14, 25 a 28, e 39 a 42 dias) submetidos a três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C).

O Capítulo IV denominado “*EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO ÓLEO DE SOJA*”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Revista Brasileira de Ciência Avícola – Brazilian Journal of Poultry Science*, publicada pela *Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) do óleo de soja e o coeficiente de metabolizabilidade de nutrientes da dieta teste, para frangos de corte em diferentes idades (11 a 14, 25 a 28, e 39 a 42 dias) submetidos a três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C).

O Capítulo V denominado “*DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS AJUSTADAS PARA A CRIAÇÃO EM DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTES*” apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Revista Brasileira de Ciência Avícola – Brazilian Journal of Poultry Science*, publicada pela *Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. O objetivo deste trabalho foi determinar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas onde a energia metabolizável do milho, farelo e óleo de soja foram ajustadas para aves criadas em diferentes temperaturas ambientes.

4. Referências

AKIBA, Y.; MURAKAMI, H. Partitioning of energy and protein during early growth of broiler chicks and contribution of yolk residues. In: WORLD POULTRY SCIENCE CONFERENCE, 1995, Antalia. **Proceedings...** Antalia: World Poultry Science Symposium, 1995. p. 46-52.

ALBINO, L. F. T. Metodologia de determinação da disponibilidade de energia em ingredientes para aves e suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas, 1995. p. 73-81.

ANDREOTTI, M. O. et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1145-1151, 2004.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos. São Paulo: Nobel, 1981. v. 1.

AVILA, V. S. et al. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação da energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1691-1695, 2006. Suplemento.

BARBOSA, F. J. V. et al. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 849-855, 2008.

BELLAVER, C.; SNIZEK JÚNIOR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa, 1999. p. 183-199.

BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; FIALHO, E. T. Utilização do milho QPM (*quality protein maize*) para aves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 434-440, 1999.

BONNET, S. et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 857-863, 1997.

BORGES, F. M. O. et al. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 6, p. 710-721, 2003.

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

CARVALHO, A. D. **Digestibilidade de dietas e metabolismo em frangos de corte e suínos alimentados com soja integral processada**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

CONTE, A. J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1289-1296, 2002.

CORRÊA, C. E. S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas**. 2001. 102 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

D'AGOSTINI, P. et al. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 128-134, 2004.

DALE, N. Formulando com soya sobreprocessada. **Indústria avícola**, Buenos Aires, v. 44, n. 3, p. 52-53, 1997.

FARIA FILHO, D. E. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 101-106, 2006.

FARIA, D. E.; SANTOS, A. L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...Viçosa: UFV**, 2005. p. 229-315.

FERREIRA, A. F. et al. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 213-219, 2005.

FISCHER, JR. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 314-318, 1998.

FREITAS, E. R. et al. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 107-115, 2006.

FREITAS, E. R. et al. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 3, p. 241-246, 2005.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2006. p. 104-135.

GARCIA, E. R. M. et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1414-1426, 2000.

GARCIA, R. G. et al. Digestibilidade de rações contendo sorgo com e sem tanino em frangos de corte colostomizados submetidos a três temperaturas ambiente. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 257-264, 2005.

GELBER, L. F. P.; PENZ JÚNIOR, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Efeito da composição do farelo de soja sobre o desempenho e o metabolismo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1359-1365, 2006.

GENEROSO, R. A. R. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.

GONZALES, E. Mecanismos regulatórios do consumo de alimentos em aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p. 27-42.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Effects of acute Versus Chronic heat stress on broiler response to dietary protein. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1562-1569, 2005.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 912-927.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

KATO, K. R. **Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

LEESON, S.; SUMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 5th ed. Ontario: University Books, 2001. 591 p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. Ontario: University Books, 1991. 335 p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Fat values: the effect of fatty acid saturation. **Feedstuffs**, Minnetoura, v. 8, p. 26, 1976.

LIMA, G. J. M. M. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos: oportunidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ; FEALQ, 2001. p. 178-194.

LIU, K. **Soybeans: chemistry, technology and utilization**. New York: Chapman and Hall, 1999. 532 p.

LOPEZ, G.; LEESON, S. Assessment of nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. **Poultry Science**, Champaing, v. 87, p. 298-306, 2008.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária: aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p. 209-230.

MAY, J. D.; LOTT, B. D. Relating weight gain and feed: gain of male and female broilers to rearing temperature. **Poultry Science**, Champaing, v. 80, p. 581-584, 2001.

MAY, J. D.; LOTT, B. D. The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 669-671, 2000.

MELLO, H. H. C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 863-868, 2009.

MORAN JÚNIOR, E. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events trough perinatal development. **The Journal of Nutrition**, Illinois, v. 115, p. 665-674, 1985.

NASCIF, C. C. C. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 375-385, 2004. Suplemento 2.

NASCIMENTO, A. H. et al. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 579-583, 1998.

NASCIMENTO, A. H. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de Visceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 877-881, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.

NERY, L. R. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1998, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p. 81-91.

NITSAN, Z.; DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P. B. Organ growth and digestive enzymes levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2040-2048, 1991.

NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, n. 3, p. 344-354, 1997.

NUNES, V. N. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 89-94, 2008.

OLIVEIRA NETO, A. R. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1132-1140, 2000.

OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

OLIVEIRA, R. F. M. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 29, n. 3, p. 810-816, 2000.

PENZ JR A. M. et al. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p. 1-24.

PLAVNIK, I. A contribuição da nutrição na criação das aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p. 235-245.

RARBER, M. R. et al. Desempenho, metabolismo e níveis plasmáticos de colesterol e triglicérides em frangos de corte alimentados com óleo ácido e óleo de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1730-1736, 2008.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 141 p.

ROSTAGNO, H. S.; BUNZEN, S.; ALBINO, L. F. T. Estratégias nutricionais para não-ruminantes em condições de estresse por calor. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2006. p. 305-320.

ROUTMAN, K. S. et al. Efeito do estresse térmico sobre a atividade de enzimas digestivas em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1996. p. 81-91.

SAKOMURA, N. K et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SAKOMURA, N. K. et al. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1363-1369, 2005.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SILVA, E. P. et al. Estimativas das perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte. **Revista brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 1, n. único, p. 115-121, 2006.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 75-82, 1998.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 215-222, 1999.

VIEIRA, R. O. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 832-838, 2007.

VIEIRA, S. L. et al. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, p. 127-139, 2002.

WATSON, S. A. **Corn: chemistry and technology**. St Paul: American Association Cereal Chemistry, 1987. p. 53-82.

ZANUSSO, J. T. **Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de conforto térmico.** 1998. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

ZONTA, M. C. et al. Energia metabolizável de ingredientes protéicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1400-1407, 2004.

CAPÍTULO II

“EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO MILHO”

Resumo - O experimento teve por objetivo 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 distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as três temperaturas de criação (fria: 18°C; termoneutra: 25°C e quente: 33°C) as parcelas e as três idades de avaliação (inicial: 11 a 14; crescimento: 25 a 28 e final: 39 a 42 dias) as subparcelas, com seis repetições de seis aves cada. A ração basal para o experimento foi formulada à base de milho e farelo de soja e a dieta teste obtida com substituição de parte da ração basal pelo alimento teste: 40% do milho + 60% da ração basal. Foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeira da matéria seca, do nitrogênio, do extrato etéreo da dieta teste e os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV); e corrigidas pelo balanço de nitrogênio do milho (EMAn e EMVn), em kcal/kg, com base na matéria natural. Foram encontrados valores médios de EMAn do milho, para aves criadas em temperatura fria, termoneutra e quente de 3322, 3279 e 3233 kcal/kg, respectivamente, e para as fases de criação inicial, crescimento e final de 3215, 3218 e 3400 kcal/kg, respectivamente. 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 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 térmico, metabolismo; nutrientes

“EFFECTS OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE AND AGE OF BROILERS ON ENERGY VALUE OF CORN”

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of environmental temperature and age of broilers chicks on energy value of corn. Two hundred and eighty-eight Cobb chicks were distributed in a complete randomized design with a split-plot arrangement with six replication of six chicks each, the main plots were the three temperatures (cold: 18°C; thermoneutral: 25°C and hot: 33°C) and age was the secondary plot (initial: 11 to 14, growing: 25 to 28 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% of corn + 60% of the basal diet. The coefficient of apparent and true metabolizability of dry matter, nitrogen, ether extract of the test diet and apparent and true metabolizable energies (AME and TME) of corn were calculated and energy values were corrected for nitrogen balance (AMEn and TMEn) of corn, in kcal/kg, as fed basis. The mean values of AMEn observed for broilers chicks in cold, thermoneutral and hot temperature of 3322, 3279 and 3233 kcal/kg, respectively, and the phases initial, growing and final of 3215, 3218 and 3400 kcal/ kg, respectively. The metabolizable energy values of corn, the balance and coefficients of metabolizability of the nutrients of the test diet increased with the age of broiler; however the metabolizable energies were not affected by environmental temperature. The balance and coefficients of metabolizability of the nutrients of the test diet were decreased by heat stress for broiler in the growing and final phase.

Key-Words: nitrogen balance, metabolizable energy, thermal stress, metabolism, nutrients

1. Introdução

Na formulação de rações, a composição 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 nas formulações.

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 da idade da ave, sexo, linhagem e temperatura ambiente que modificam as exigências de energia e proteína.

Existem variações nas composições dos alimentos, pois regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade de solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais, são fatores que influenciam nos valores nutricionais dos alimentos, portanto, as empresas avícolas armazenam os dados anuais (valor nutricional dos alimentos) formando bancos de dados para auxiliar no momento da formulação (Butolo, 2002).

O milho é o principal ingrediente energético na alimentação das aves e contribui com boa parte da proteína dietética. É responsável por aproximadamente 25% da proteína bruta total nas rações de frangos (Bertechini *et al.*, 1999), sendo sua maior limitação, como fonte de nutrientes, o baixo teor dos aminoácidos lisina e triptofano (Lima, 2001).

A determinação semanal 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 capacidade digestiva, ocorrendo aumento do aproveitamento dos nutrientes em função do desenvolvimento dos órgãos acessórios e do próprio sistema digestório, 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, 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.

O estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o meio, modificando o consumo do alimento, o ganho de peso corporal e, conseqüentemente, a metabolizabilidade e as exigências dos nutrientes. Considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento, à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico, uma ração formulada para condições de termoneutralidade não seria adequada para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse por calor (Oliveira *et al.*, 2000).

O presente estudo teve por objetivo determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do milho.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Foram utilizados 288 pintos de corte machos da linhagem Cobb, dos quais 216 foram distribuídos em 36 gaiolas de arame galvanizado, medindo 0,50m de altura, 0,50m de largura e 0,60m 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 pintainhos restantes foram empregados em um tratamento extra (jejum por 72 h) 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 (Sakomura & Rostagno, 2007).

A ração basal deste experimento foi formulada a base de milho e farelo de soja e a composição dos alimentos e as exigências nutricionais foram obtidas a partir de Rostagno *et al.* (2005). A dieta teste foi obtida com substituição de parte da ração basal pelo alimento teste: 40% do milho + 60% da ração basal. O nível de inclusão do alimento depende do tipo de alimento, normalmente a substituição tem sido de 20 a 40% (Leeson & Summers, 2001).

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 ¹	0,400 ¹	0,400 ²	0,200 ³
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
Valores calculados				
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

¹Suplemento 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.

²Suplemento 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.

³Suplemento 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.

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). Foram realizados três ensaios metabólicos em diferentes fases de vida da ave (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.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C) as parcelas e as três idades de avaliação (10 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias) as subparcelas, com seis repetições de seis aves. A composição da ração basal nas diferentes fases de criação está apresentada na Tabela 1.

As amostras de ração e excretas foram armazenadas em ambiente refrigerado (-16°C) para posterior análise de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). 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:

$$\text{CM nutriente} = \frac{\text{NI} - \text{NE}}{\text{NI (g)}} \times 100$$

$$\text{CMV nutriente} = \frac{\text{NI} - (\text{NE} - \text{NE}_{\text{en}})}{\text{NI (g)}} \times 100$$

NI: Nutriente ingerido;

NE: Nutriente excretado;

NE_{en}: Nutriente da fração endógeno.

Para obtenção dos valores de energia bruta das dietas e excretas foi utilizada a bomba calorimétrica (Ika Works modelo C-200) e a partir desses resultados foram calculadas energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Com base nos valores de energia bruta, EMA, EMAn, EMV e EMVn foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da energia dos alimentos.

Energia Metabolizável Aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn):

$$\text{EMA da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMA RB} + \frac{(\text{EMA RT} - \text{EMA RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMAn da RT ou RB (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMAn RB} + \frac{(\text{EMAn RT} - \text{EMAn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

em que:

RT = Ração teste (40% de milho + 60% de ração basal);

RB = Ração basal;

EB = Energia bruta;

BN = Balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

Energia Metabolizável Verdadeira (EMV) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn):

$$\text{EMV da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMV do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMV RB} + \frac{(\text{EMV RT} - \text{EMV RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMVn RT ou RB} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena}) + 8,22 \times \text{BNV}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMVn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMVn RB} + \frac{(\text{EMVn RT} - \text{EMVn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

em que:

RT = Ração teste (40% de milho + 60% de ração basal);

RB = Ração basal;

EB = Energia bruta;

BNV (Balanço de Nitrogênio Verdadeiro) = N ingerido – (N excretado – N endógeno).

As análises estatísticas foram realizadas através de análise de variância com o auxílio do sistema de análise estatístico (SAEG, 2007). Para verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey (5% de probabilidade).

3. Resultados e discussão

Os valores de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade relativa do ar determinados nas câmaras climáticas durante o período experimental, estão apresentados na Tabela 2.

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 ¹
	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

¹THI: temperatura do termômetro de bulbo seco (°C) + (0,36 x temperatura do termômetro de bulbo úmido (°C)) + 41,5. (Thom, 1958).

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.* (2001) de 8,07% e Mello *et al.* (2009) de 7,91% e superior aos citados por D'agostini *et al.* (2004) de 7,33% e Nery *et al.* (2007) de 7,26%. Segundo Kato (2005), a frequência com que são realizadas as adubações nitrogenadas influencia o teor de proteína bruta do grão. A energia bruta foi superior ao apresentado por Nery *et al.* (2007) de 3939 kcal/kg e inferior ao resultado de D'agostini *et al.* (2004) de 4089 kcal/kg e Mello *et al.* (2009) 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 (Butolo, 2002).

Penz Jr. *et al.* (2009) mostraram resultados de pesquisa realizada por meio de um banco de dados de uma empresa no período de 2005 a 2009, onde foram analisadas

9368 amostras de milho e encontraram média de 4% de extrato etéreo com coeficiente de variação de 10,1%.

Houve interação entre temperatura ambiente e fase de criação para EMA, EMAn, EMV e EMVn (Tabela 3). A temperatura ambiente interferiu na EMA e EMAn quando as aves se encontravam na fase de crescimento, sendo que aves criadas na câmara fria utilizaram melhor a energia do milho quando comparadas às aves criadas em temperatura termoneutra (EMA) ($P < 0,05$) e após a correção pelo balanço de nitrogênio, melhores que aves criadas em temperatura termoneutra e quente ($P < 0,05$). 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.

Geraert et al. (1992), Faria Filho et al. (2007) e Piva (2008) encontraram que o teor de energia metabolizável da ração não é alterado pela exposição de frangos ao calor, enquanto que Keshavarz & Fuller (1980) observaram maiores teores de energia e Yamazaki & Zi-yi (1982) verificaram teores reduzidos de energia (galos Legohns 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.* (2000), 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.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores de energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn) do milho (kcal/kg) expressos na matéria natural, para frangos de corte.

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV ¹ (%)
Fase	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		
	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		
	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		
	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		

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

¹CV, Coeficiente de variação

Segundo Silva *et al.* (2007), os valores médios de índice de temperatura e umidade (THI) para faixa de conforto térmico das aves ficam entre 71 e 76, 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.

Quanto maior a umidade relativa do ar maior a dificuldade da ave em remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Isso pode ser confirmado pelos resultados de Oliveira *et al.* (2006), que verificaram que o

ambiente de calor (25°C e 63% de UR) influenciou negativamente o consumo de ração e o ganho de peso das aves de 1 a 42 dias de idade, entretanto, este efeito foi mais acentuado nas aves mantidas em ambiente de calor úmido (31% e 75% de UR).

Barbosa *et al.* (2008) não encontraram redução no desempenho de frangos de corte, criados em alta temperatura. Segundo os autores a condução do experimento em temperatura média de 30,5°C pode ter provocado maior dissipação de calor pelas as aves para se manterem em equilíbrio térmico.

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 (McLeod, 1997).

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 ($P < 0,05$). Este resultado pode estar relacionado com a maturação do trato gastrointestinal que, segundo Uni *et al.* (1998), se estabelece aos 16 dias de idade em frangos de corte.

Sakomura *et al.* (2004) 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 (2004) 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.* (2009) 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 em galos Leghorn com 25 semanas de idade.

Os resultados de EMAn e EMVn do milho foram inferiores aos apresentados pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno *et al.*, 2005) (3381 e 3515 kcal/kg na MN), com exceção das aves na fase final, criadas em temperatura termoneutra (3459 kcal/kg) para EMAn e na fase final criadas em temperatura termoneutra e quente (3593 e 3549 kcal/kg) para EMVn. Importante ressaltar que os

valores apresentados por Rostagno *et al.* (2005) são compilações de trabalhos com frangos de corte em diferentes idades, galos e poedeiras. Como é comum utilizar a EMAn para a formulação de ração, segundo os resultados deste trabalho, em temperatura de estresse por calor ou frio, os valores foram inferiores ao apresentado por Rostagno *et al.* (2005) 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.* (2004) encontraram valores médios de EMA e EMAn de 3246 e 3235 kcal/kg na matéria natural, respectivamente, para o milho grão. Vieira *et al.* (2007) também encontraram que a energia metabolizável aparente corrigida média dos híbridos de milho foi de 3744 kcal/kg, variando de 3405 a 4013 kcal/kg de MS. Generoso *et al.* (2008) 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. Segundo Nery *et al.* (2007), 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 protéico. Essa diferença é mais acentuada quando é feita a correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

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, conseqüentemente, 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 entre 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 (10 a 14 dias de idade) não apresentaram interferência da temperatura ambiente para nenhuma das 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 e final ($P < 0,05$). O pior balanço de nitrogênio para aves em estresse por calor é em função da menor eficiência de retenção de nitrogênio como encontrado por Faria Filho *et al.* (2006), Faria Filho *et al.* (2007) e Temim *et al.* (1999). Zuprizal *et al.* (1993) inferiram que a metabolização da proteína é reduzida pelo calor independentemente do sexo e da dieta.

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 (Bonnet *et al.*, 1997; Faria Filho, 2006) que pode causar menor digestibilidade dos nutrientes por aumentar a taxa de passagem da ração. O calor também é responsável por reduzir o tamanho de órgãos (Savory, 1986), da superfície das vilosidades intestinais (Mitchell & Carlisle, 1992).

Para efeito da idade da ave dentro das câmaras climáticas, o BN e o BNV 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). Os animais em crescimento, a deposição protéica nos músculos esqueléticos contribui com cerca de 65% de toda a proteína depositada diariamente (Macari *et al.*, 2002).

Para o BEE e BEEV, aves mais velhas apresentaram ($P < 0,05$) 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 (Noy & Sklan, 1997). As rápidas alterações do trato digestório possibilitam um aumento de consumo de ração e alteram a digestibilidade dos nutrientes. O maior balanço de extrato etéreo obtido com aves na fase final ocorreu provavelmente à maior produção de enzimas para digestão de lipídeos dessas aves em relação às aves jovens.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo aparente (BN e BEE) e verdadeiro (BNV e BEEV) da dieta teste, para frangos de corte.

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV ¹ (%)
Fase	BN (g)				
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		
	BNV (g)				
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		
	BEE (g)				
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		
	BEEV (g)				
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		

^{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.

¹CV, Coeficiente de variação

Os resultados de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste estão apresentados na Tabela 5. A melhor metabolização da matéria seca da ração na fase inicial foi para aves em temperatura termoneutra ($P < 0,05$), 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 ($P < 0,05$), 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 ($P<0,05$), onde 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 ($P<0,05$).

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 ($P<0,05$).

O CMEE não foi influenciado pela temperatura na fase de crescimento. 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 ($P<0,05$). 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 ($P<0,05$).

Garcia *et al.* (2005) trabalharam com a digestibilidade de rações contendo sorgo com baixo ou alto tanino para frangos colostomizados 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. Este resultado ocorreu ($P<0,05$) no atual trabalho apenas para CMEE na fase inicial.

Houve efeito da idade da ave dentro das temperaturas estudadas. Para CMMS os melhores resultados foram para aves na fase final criadas em termoneutralidade e frio ($P<0,05$). 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 diferiu entre as aves na fase de crescimento e final. A idade também interferiu o CMMSV para aves na câmara quente, melhores resultados para as aves na fase final ($P<0,05$).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste, para frangos de corte.

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV ¹ (%)
Fase	CMMS				
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	
Média	79,68	79,80	78,15		
	CMMSV				
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	
Média	84,28	85,36	83,47		
	CMN				
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	
Média	57,43	57,20	52,86		
	CMNV				
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	
Média	82,55	83,12	75,93		
	CMEE				
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	
Média	82,90	85,98	84,75		
	CMEEV				
Inicial	82,22	86,01	83,71	83,98 c	
Crescimento	86,49	87,07	88,42	87,33 b	1,27
Final	89,21	95,50	91,38	92,03 a	
Média	85,97	89,53	87,83		

^{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.

¹CV, Coeficiente de variação

A metabolização do nitrogênio (CMN) foi melhor para aves na fase final em câmara termoneutra ($P<0,05$), 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 ($P<0,05$), 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 ($P<0,05$). 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, também, o estresse por calor reduz a metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste.

Bonnet et al. (1997) 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 termoneuro. Os autores observaram que durante o estresse por calor há redução na eficiência alimentar.

Os resultados obtidos, a partir deste trabalho, proporcionaram algumas conclusões. A energia metabolizável do milho não foi influenciada pela temperatura ambiente neste experimento, porém os valores de EMAn encontrados (3322, 3279 e 3233 kcal/kg para temperatura fria, termoneutra e quente, respectivamente) foram inferiores ao valor apresentado na tabela de Rostagno *et al.* (2005) de 3381 kcal/kg, valor utilizado atualmente nas formulações de rações. Isto demonstra a necessidade de se ajustar estes valores de energia metabolizável do milho que hoje se apresentam superestimados.

A utilização dos nutrientes da dieta teste foi influenciada pela temperatura ambiente. O estresse por calor, provocou redução do balanço de nitrogênio e, conseqüentemente, aumento da excreção de nitrogênio para o meio ambiente, e pior balanço de extrato etéreo e, conseqüentemente, menor utilização da gordura da dieta. Com relação aos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, nitrogênio e extrato etéreo, tanto o estresse por frio ou por calor, causaram redução no

aproveitamento dos nutrientes, no entanto, bem menos acentuado quando as aves foram criadas em temperatura fria.

A influência da idade do frango de corte sobre a utilização dos nutrientes foi bem demonstrada nos resultados deste trabalho, sendo assim, a idade deve ser considerada pelo nutricionista no momento da formulação de ração. O valor de energia metabolizável do milho (EMAn) aumentou com o avanço da idade de 3215, 3218 e 3400 kcal/kg para as fases inicial, crescimento e final, respectivamente, sendo que para fase inicial e crescimento os valores de EMAn foram inferiores ao apresentado na tabela de Rostagno *et al.* (2005) de 3381 kcal/kg, mostrando novamente a necessidade de se ajustar estes valores, para melhor adequar às exigências nutricionais do frango de corte.

4. Conclusões

Os valores médios de EMAn do milho, em kcal/kg, na matéria natural, para aves criadas em temperatura fria, termoneutra e quente foram de 3322, 3279 e 3233, respectivamente, e para as fases de criação inicial, crescimento e final de 3215, 3218 e 3400, respectivamente.

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 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.

5. Referências

Barbosa FJV, Lopes JB, Figueiredo AV, Abreu LT, Dourado LRB, Farias LA, Pires JEP. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37(5):849-855.

Batal AB, Parsons CM. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. *Poultry Science*, Champaign 2004; 83:1140-1147.

Bertechini, AG, Fassani EJ, Fialho ET. Utilização do milho QPM (quality protein maize) para aves. *Ciência e Agrotecnologia* 1999; 23(2):434-440.

Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B, Guillaumin S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. *Poultry Science* 1997, 76(6):p.857-863.

Butolo J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas (SP): J.E Butolo; 2002.

D'Agostini P, Gomes PC, Albino LFT, Rostagno HS, Sá LM. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(1):128-134.

Faria Filho DE. Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor. [Tese].Jaboticabal (SP):Universidade Estadual Paulista, 2006.

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. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2006; 41(1):101-106.

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*, 2007; 6:187-194.

Garcia RG, Mendes AA, Klink UP, Almeida Paz ICL, Takahashi SE, Pelícia K, Komiyama CM, Quinteiro RR. Digestibilidade de rações contendo sorgo com e sem tanino em frangos de corte colostomizados submentidos a três temperaturas ambiente. *ARS Veterinária*. 2005; 21(2):257-264.

Generoso RAR, Gomes PC, Rostagno HS, Albino FT, Barreto SLT, Brumano G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37(7):1251-1256.

Geraert PA, Guillaumin S, Zuprizal LM. Effect of high ambient temperature on dietary ME value in genetically lean and fat chickens. *Poultry Science* 1992; 71:2113-2116.

Hai L, Rong D, Zhang Z-Y. The effect of environment on the digestion of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2000; 83(2):57-64.

Kato KR. Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. [Tese] Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2005.

Keshavarz K, Fuller HL. The influence of widely fluctuating temperatures on heat production and energetic efficiency of broilers. *Poultry Science* 1980; 59:2121-2128.

Leeson S, Summers JD. *Scott's nutrition of the chicken*. 5th ed. Ontario: University Books, 2001. 591 p.

Lima GJMM. Grãos de alto valor nutricional para a produção de aves e suínos: oportunidades e perspectivas. In: 38°. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2001; Piracicaba, São Paula, Brasil. p.178-194.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte*.

Jaboticabal (SP): FUNEP; 2002.

McLeod M. 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.

Matterson LD, Potter LM, Stutz NW, Singesen EP. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. 1965, 11p.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2009; 38(5):863-868.

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* 1992; 101:137-142.

Nery LR, Albino LFT, Rostagno HS, Campos AMA, Silva CR. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2007; 36(5):1354-1358.

Noy Y, Sklan D. Posthatch development of poultry. *Journal of Applied Poultry Research* 1997; 6(3):344-354.

Oliveira RFM, Zanusso JT, Donzele JL, Ferreira RA, Albino LFT, Valerio SR, Oliveira Neto AR, Carmo HM. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2000; 29(3):810-816.

Oliveira RFM, Donzele JL, Abreu MLT, Ferreira RA, Vaz RGMV, Cella PS. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2006; 35(3):797-803.

Penz Jr AM, Bruno D, Figueiredo A. Nutrição de frangos – Mudanças de paradigmas para o futuro. In: Conferência Apinco de Ciências e Tecnologia Avícola; 2009; Porto Alegre, Paraná, Brasil, p.301-315.

Piva GH. Efeito da forma física da ração para Frangos de corte criados em diferentes Temperaturas. [Dissertação] Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista, 2008.

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* 2001; 30(6):1767-1778.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: (MG): UFV; 2005.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(4):924-935.

Savory CJ. Influence of ambient temperature on feeding activity parameters and digestive function in domestic fowls. *Physiology Behavior* 1986; 38(3):353-357.

Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos*. Viçosa (MG): UFV; 2002.

Silva MAN, Barbosa Filho AD, Rosário MF. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, 2007; 36(3): 652-659.

Temim S, Chagneau AM, Guillaumin S. Effects of chronic heat exposure and protein intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. *Reproduction, Nutrition, Development* 1999; 39(1):145-156.

Thom EC. Cooling degree: dayair conditioning, heating, and ventilating. *Transaction of the American Society of Heating*, 1958; (55):65-72.

Saeg. Saeg: Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa: UFV, 2007.

Uni Z, Ganot S, Sklan D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* 1998; 77:75-82

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. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2007; 36(4):832-838.

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* 1982; 23:447- 450.

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* 1993; 72:289-295.

CAPÍTULO III

“EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO FARELO DE SOJA”

Resumo - O experimento teve por objetivo determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do farelo de soja. Foram utilizados 288 pintos de corte da linhagem Cobb distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as três temperaturas de criação (fria: 18°C; termoneutra: 25°C e quente: 33°C) as parcelas e as três idades de avaliação (inicial: 11 a 14; crescimento: 25 a 28 e final: 39 a 42 dias) as subparcelas, com seis repetições de seis aves cada. A ração basal para o experimento foi formulada à base de milho e farelo de soja e a dieta teste obtida pela substituição de parte da ração basal pelo alimento teste: 40% do farelo de soja + 60% da ração basal. Foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeira da matéria seca, do nitrogênio, do extrato etéreo da dieta teste e os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV); e corrigidas pelo balanço de nitrogênio do farelo de soja (EMAn e EMVn). Foram encontrados valores médios de EMAn do farelo de soja para aves criadas em temperatura fria, termoneutra e quente de 2110, 2016 e 2022 kcal/kg, respectivamente, e para as fases de criação inicial, crescimento e final de 1840, 2052 e 2256 kcal/kg, respectivamente. O valor de energia metabolizável do farelo de soja, balanços e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste aumentam com a idade do frango de corte, porém não são afetados pela temperatura ambiente.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio; energia metabolizável; estresse térmico, metabolismo; nutrientes

“EFFECTS OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE AND AGE OF BROILERS ON ENERGY VALUE OF SOYBEAN MEAL”

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of environmental temperature and age of broilers chicks on energy value of soybean meal. Two hundred and eighty-eight Cobb chicks were distributed in a complete randomized design with a split-plot arrangement with six replication of six chicks each, the main plots were the three temperatures (cold: 18°C; thermoneutral: 25°C and hot: 33°C) and age was the secondary plot (initial: 11 to 14, growing: 25 to 28 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% of soybean meal + 60% of the basal diet. The coefficient of apparent and true metabolizability of dry matter, nitrogen, ether extract of the test diet and apparent and true metabolizable energies (AME and TME) of soybean meal were calculated and energy values were corrected for nitrogen balance (AMEn and TMEn) of soybean meal, in kcal/kg, as fed basis. The mean values of AMEn observed for broilers chicks in cold, thermoneutral and hot temperature of 2110, 2016 and 2022 kcal/kg, respectively, and the phases initial, growing and final of 1840, 2052 and 2256 kcal/ kg, respectively. The metabolizable energy values of soybean meal, the balance and coefficients of metabolizability of the nutrients of the test diet increased with the age of broiler; however they were no affected by environmental temperature.

Key Words: nitrogen balance, metabolizable energy, thermal stress, metabolism, nutrients

1. Introdução

As recomendações sobre nutrição e alimentação de frangos de corte são realizadas para temperatura ambiente de 20 a 26°C, temperatura considerada na faixa de termoneutralidade para aves em crescimento. A maioria das pesquisas relacionadas às exigências nutricionais é realizada em sistemas de produção de zonas temperadas e entretanto, na maior parte do Brasil, durante o ano inteiro, é possível atingir temperaturas médias de 26 a 40°C (Rostagno *et al.*, 2006).

Considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento, para evitar aumento na produção de calor decorrente da digestão e metabolismo dos nutrientes (Oliveira *et al.*, 2000) à medida que a temperatura ambiente eleva acima da faixa de conforto térmico, que seria a faixa de temperatura ambiente em que os frangos apresentam maior taxa de crescimento e a exigência de energia metabolizável para manutenção é mínima (Sakomura *et al.*, 2005), rações formuladas para condições de termoneutralidade não seriam adequadas para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse pelo calor (Oliveira *et al.*, 2000).

A soja na forma de grãos ou farelo é destacada na literatura como importante matéria prima na formulação de rações, devido ao seu elevado valor nutritivo. De acordo com Dale (1997), vários estudos vêm sendo realizados visando obter um máximo aproveitamento de suas propriedades nutricionais já que, na maioria das vezes, o farelo de soja é responsável por aproximadamente 70 % da suplementação protéica nas rações. O farelo de soja possui cerca de 5% mais energia bruta que o milho. No entanto, a energia metabolizável (EM) é aproximadamente 87% da EM do milho (Bellaver & Snizek Jr., 1999).

Os programas de alimentação para frangos de corte têm evoluído muito nos últimos anos, com a finalidade de melhor associar a nutrição com a fisiologia da ave moderna. A determinação semanal 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 capacidade digestiva, ocorrendo aumento do aproveitamento dos nutrientes em função do desenvolvimento dos órgãos acessórios e do próprio sistema digestório, 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, conseqüentemente, diminuição no custo alimentar.

Considerando os fatores abordados, o presente estudo teve por objetivo determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do farelo de soja.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Foram utilizados 288 pintos de corte machos da linhagem Cobb, dos quais 216 foram distribuídos em 36 gaiolas de arame galvanizado, medindo 0,50m de altura, 0,50m de largura e 0,60m 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 pintainhos restantes foram empregados em tratamento extra (jejum por 72 h) para avaliar as perdas endógenas e metabólicas em cada idade de avaliação dentro das três câmaras climáticas, de modo a determinar o fator de correção para estimar a energia metabolizável verdadeira do farelo de soja (Sakomura & Rostagno, 2007).

A ração basal foi formulada a base de milho e farelo de soja e a composição dos alimentos e as exigências nutricionais foram obtidas a partir de Rostagno *et al.* (2005). A dieta teste foi obtida por substituição de parte da ração basal pelo alimento teste: 40% do farelo de soja + 60% da ração basal. O nível de inclusão do alimento depende do tipo de alimento, normalmente a substituição tem sido de 20 a 40% (Leeson & Summers, 2001).

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). Foram realizados três ensaios metabólicos em diferentes fases de vida da ave (11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias de idade) para avaliar a utilização da energia metabolizável e do farelo de soja e a metabolização dos nutrientes da dieta teste com aumento da idade.

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 ¹	0,400 ¹	0,400 ²	0,200 ³
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
Valores calculados				
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

¹Suplemento 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.

²Suplemento 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.

³Suplemento 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.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C) as

parcelas e as três idades de avaliação (11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias) as subparcelas, com seis repetições de seis aves. A composição da ração basal nas diferentes fases de criação está apresentada na Tabela 1.

As amostras de ração e excretas foram armazenadas em ambiente refrigerado (-16°C) para posterior análise de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Com base nesses resultados, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeiro da matéria seca (CMMS, CMMSV), do extrato etéreo e (CMEE, CMEEV) e do nitrogênio (CMN, CMNV) da dieta teste:

$$\text{CM nutriente} = \frac{\text{NI} - \text{NE}}{\text{NI (g)}} \times 100$$

$$\text{CMV nutriente} = \frac{\text{NI} - (\text{NE} - \text{NE}_{\text{en}})}{\text{NI (g)}} \times 100$$

NI: Nutriente ingerido;

NE: Nutriente excretado;

NE_{en}: Nutriente da fração endógeno.

Para obtenção dos valores de energia bruta das dietas e excretas foi utilizada a bomba calorimétrica (Ika Works modelo C-200) e a partir desses resultados foram calculadas as energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Com base nos valores de energia bruta, EMA, EMAn, EMV e EMVn foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da energia dos alimentos.

Energia Metabolizável Aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn):

$$\text{EMA da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMA RB} + \frac{(\text{EMA RT} - \text{EMA RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMAn da RT ou RB (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMAn RB} + \frac{(\text{EMAn RT} - \text{EMAn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

em que:

RT = Ração teste (40% de farelo de soja + 60% de ração basal);

RB = Ração basal;

EB = Energia bruta;

BN = Balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

Energia Metabolizável Verdadeira (EMV) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn):

$$\text{EMV da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMV do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMV RB} + \frac{(\text{EMV RT} - \text{EMV RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMVn RT ou RB} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena}) + 8,22 \times \text{BNV}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMVn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMVn RB} + \frac{(\text{EMVn RT} - \text{EMVn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

em que:

RT = Ração teste (40% de farelo de soja + 60% de ração basal);

RB = Ração basal;

EB = Energia bruta;

BNV (Balanço de nitrogênio verdadeiro) = N ingerido – (N excretado – N endógeno).

As análises estatísticas foram realizadas através de análise de variância com o auxílio do sistema de análise estatístico (SAEG, 2007). Para verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey (5% de probabilidade).

3. Resultados e discussão

Os valores de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade relativa do ar determinados nas câmaras climáticas durante o período experimental, estão apresentados na Tabela 2.

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 ¹
	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

¹THI= temperatura do termômetro de bulbo seco (°C) + (0,36 x temperatura do termômetro de bulbo úmido (°C)) + 41,5. (Thom, 1959).

A composição química do farelo de soja na matéria natural utilizado no experimento foi: 87,88% de matéria seca, 44,67% de proteína bruta, 1,6% de extrato etéreo e 4146 kcal/kg de energia bruta. O valor de proteína obtido para o farelo de soja foi superior aos cinco farelos avaliados por Zonta *et al.* (2004) de 41,62 a 44,30% e inferior ao apresentado por Rostagno *et al.* (2005) de 45,32%. Segundo Mello *et al.* (2009), os farelos de soja de origens diversas podem diferir quanto ao teor de casca, o que interfere nos valores de PB e fibra deste alimento, uma vez que farelos com maior proporção de casca possuem maior teor de fibra e menor teor de proteína bruta. A energia bruta foi superior ao valor apresentado nas tabelas de Rostagno *et al.* (2005) de 4079 kcal/kg e inferior ao resultado de três farelos avaliados por Zonta *et al.* (2004) de 4217 a 4294 kcal/kg. Essas diferenças podem ocorrer, já que a fertilidade do solo, clima, genética, armazenamento e processamento, principalmente no caso de subprodutos, são fatores que interferem na composição química dos alimentos (Butolo, 2002).

Penz Jr. *et al.* (2009) mostraram resultado de pesquisa realizada em um banco de dados de uma empresa no período de 2005 a 2009, onde foram analisadas 16.896 amostras de farelo de soja e encontraram média de 46,1% de proteína bruta com coeficiente de variação de 2,6%.

Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn) do farelo de soja (kcal/kg) expressos na matéria natural, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.

	EMA	EMAn	EMV	EMVn
Câmara				
Fria	2240	2110	2435	2259
Termoneutra	2179	2016	2377	2118
Quente	2155	2022	2358	2176
Fase				
Inicial	2001 c	1840 c	2136 b	1951 b
Crescimento	2208 b	2052 b	2468 a	2201 a
Final	2365 a	2256 a	2565 a	2400 a
Valor de P				
Câmara (C)	ns	ns	ns	ns
Fase (F)	0,001	0,001	0,001	0,001
C x F	ns	ns	ns	ns
CV ¹ (%)	4,75	5,58	5,30	9,06

Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

¹CV, Coeficiente de variação

Não houve interação entre temperatura ambiente e idade da ave (Tabela 3) para as energias metabolizáveis. A temperatura ambiente como efeito isolado também não interferiu nos resultados encontrados.

Segundo Silva *et al.* (2007) os valores médios do índice de temperatura e umidade (THI) para faixa de conforto térmico das aves ficam entre 71 e 76, 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 farelo de soja. A menor umidade relativa do ar (UR) na câmara quente durante o experimento pode ter reduzido o efeito do estresse.

A alta percentagem de proteína bruta encontrada na dieta teste do farelo de soja (média de 28% de PB) poderia juntamente ao calor já existente sob condições de alta temperatura ter causado aumento no estresse, pois, segundo Mcleod (1997), o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia protéica, está avaliado em 4 mols de ATP e o custo metabólico para excretar os aminoácidos está estimado entre 6 a 18 mols de ATP, segundo o conteúdo de N do aminoácido. Isto demonstra claramente que a degradação do excesso de aminoácidos (proteína) da dieta produz alto incremento calórico. Esse efeito do excesso de aminoácidos no trabalho atual não causou maior

estresse para as aves criadas na câmara quente, mas pode ter auxiliado as aves a manterem a homeotermia na câmara fria, apresentando maiores valores para as energias metabolizáveis do farelo de soja (sem diferença estatística) na câmara fria (em média de 3,7%).

No entanto, Faria Filho *et al.* (2007) avaliaram efeito da temperatura ambiente (22 e 32°C) e aumento de proteína bruta na dieta (17, 20 e 23%) sobre o metabolismo e o desempenho de frangos de 21 a 42 dias de idade. Os autores não encontraram efeito da temperatura ambiente sobre o metabolismo da ave, mas os coeficientes de metabolização da matéria seca, proteína e a EMAn diminuíram com o aumento do teor de proteína bruta da ração, enquanto que a metabolização da gordura aumentou.

Geraert *et al.* (1992) e Piva (2008) também encontraram que o teor de energia metabolizável da ração não foi alterado pela exposição de frangos ao calor, enquanto que Keshavarz & Fuller (1980) observaram maiores teores e Yamazaki & Zi-Yi (1982) verificaram teores reduzidos de energia (galos Legorhns de 12 meses de idade). Essas diferenças nos resultados podem ser atribuídas às condições experimentais específicas de cada estudo, como linhagem, níveis nutricionais, ingredientes utilizados, sexo, período de avaliação (idade), entre outros.

Aves na fase final apresentaram maior ($P < 0,05$) EMA e EMAn que nas demais fases de criação (Tabela 3). Quando foram retiradas as perdas endógenas e calculada a energia metabolizável verdadeira do farelo de soja, os maiores valores se mantiveram para aves na fase final ($P < 0,05$), não diferindo da fase de crescimento. Este resultado pode estar relacionado com a maturação do trato gastrointestinal que, segundo Uni *et al.* (1998), se estabelece aos 16 dias de idade em frangos de corte.

Sakomura *et al.* (2004) 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). A fase de maior aumento ocorreu entre a primeira e a segunda semana de idade, coincidindo com o máximo crescimento alométrico do pâncreas. As rápidas alterações do trato digestório possibilitam aumento de consumo de ração alterando a digestibilidade dos nutrientes.

Pesquisando efeito da idade da ave sobre o valor da energia metabolizável de alimentos de origem vegetal, Generoso *et al.* (2008) encontraram que, valores médios de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio do farelo de soja determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (21 a 30 dias de idade)

e final (41 a 50 dias) aumentaram com o avanço da idade, de 2020 para 2306 kcal/kg na matéria natural, respectivamente. No trabalho atual, o aumento na EMAn de aves dos 14 dias para 42 dias de idade foi em torno de 18,4%.

Os resultados de EMAn e EMVn do farelo de soja foram inferiores aos apresentados pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno *et al.*, 2005) (2256 e 2486 kcal/kg na MN, respectivamente), com exceção das aves na fase final (2256 kcal/kg) para EMAn. Importante ressaltar que os valores apresentados por Rostagno *et al.* (2005) são compilações de trabalhos com frangos de corte em diferentes idades, galos e poedeiras. Como é comum utilizar a EMAn para formulação de ração, segundo os resultados deste trabalho, em todas as temperaturas utilizadas os valores foram inferiores ao apresentado na tabela de Rostagno *et al.* (2005). Esse valor superestimado na formulação da ração pode causar uma redução no desempenho dessas aves.

O farelo de soja possui cerca de 5% mais energia bruta que o milho e a energia metabolizável (EM), no entanto, é aproximadamente 87% da EM do milho. A fibra e os polissacarídeos não amiláceos contribuem para redução na energia metabolizável do farelo de soja para o frango de corte (Garcia *et al.*, 2000). Conte *et al.* (2002) concluíram que a energia metabolizável é afetada direta e positivamente pela composição do alimento em carboidratos de reserva (amido), gordura e proteína e negativamente pelos carboidratos estruturais (fibra).

Vários trabalhos avaliaram o valor energético do farelo de soja. Nascimento *et al.* (1998) realizaram experimento com pintos de corte de 16 a 23 dias de idade para alguns alimentos, entre eles o farelo de soja, e encontraram EMAn de 2512 kcal/kg e EMVn de 2577 kcal/kg, na matéria natural. Outro experimento de Zonta *et al.* (2004) apresentaram os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria natural, para cinco amostras de farelo de soja; estes variaram entre 2171 a 2473 kcal/kg para aves de 24 a 26 dias de idade.

O balanço de nitrogênio aparente não apresentou influência da temperatura ambiente e da idade da ave (Tabela 4), mesmo fato observado para a interação entre estes fatores. O balanço de nitrogênio verdadeiro foi influenciado pela temperatura ambiente e pela idade da ave de forma isolada. Aves criadas em temperatura fria e termoneutra utilizaram melhor o nitrogênio da dieta teste que aves criadas em estresse por calor ($P < 0,05$).

Faria Filho *et al.* (2007) avaliaram o efeito da temperatura ambiente (22 e 32°C) e o aumento de proteína bruta na dieta (17, 20 e 23%) sobre o desempenho e metabolismo de frangos de 21 a 42 dias de idade. Os autores não encontraram interação entre os efeitos estudados. Contudo, a ração com 23% de proteína bruta, que apresentou excesso de todos os aminoácidos essenciais (exceto metionina e lisina), proporcionou menor consumo de ração em relação à com 17% de proteína bruta. Essa redução de consumo pode ter ocorrido no trabalho atual (ração com 28% de PB) que se somando a redução voluntária de consumo de aves em temperatura quente pode ter causado a redução na retenção do nitrogênio na câmara quente.

Zuprizal *et al.* (1993) inferiram que a metabolização da proteína é reduzida pelo calor independentemente do sexo e da dieta. Aves expostas ao calor apresentaram maior consumo de água (Bonnet *et al.*, 1997; Faria Filho, 2006) que pode causar menor digestibilidade dos nutrientes por aumentar a taxa de passagem da ração. O calor também é responsável por reduzir o tamanho de órgãos (Savory, 1986) e da superfície das vilosidades intestinais (Mitchell & Carlisle, 1992).

Aves na fase de crescimento obtiveram melhor balanço de nitrogênio verdadeiro ($P < 0,05$) que as outras idades. As proteínas são fundamentais no aspecto nutricional e metabólico para o frango de corte, pois estão relacionadas a processos do organismo, como a formação dos tecidos estruturais (músculo). Por exemplo, nos animais em crescimento, a deposição protéica nos músculos esqueléticos contribui com cerca de 65% de toda a proteína depositada diariamente (Macari *et al.*, 2002).

Apenas a idade da ave influenciou os balanços de extrato etéreo aparente e verdadeiro ($P < 0,05$). Aves na fase inicial aproveitaram menos o extrato etéreo que aves na fase de crescimento e final. Na ave jovem a presença de substrato parece induzir maior produção de enzimas no trato digestório. 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 (Noy & Sklan, 1997). As rápidas alterações do trato digestório possibilitam aumento de consumo de ração e alteram a digestibilidade dos nutrientes. O maior balanço de extrato etéreo obtido com aves na fase final se deve provavelmente à maior produção de enzimas para digestão de lipídeos dessas aves em relação às aves jovens.

Tabela 4. Valores de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo aparente (BN e BEE) e verdadeiro (BNV e BEEV) da dieta teste, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.

Câmara	BN (g)	BNV (g)	BEE (g)	BEEV (g)
Fria	24,40	35,10 a	36,43	39,49
Termoneutra	26,43	35,96 a	35,00	37,80
Quente	18,84	25,56 b	28,51	30,43
Fase				
Inicial	17,65	21,34 c	19,73 b	20,65 b
Crescimento	29,25	42,32 a	40,35 a	44,22 a
Final	22,77	32,96 b	40,21 a	42,86 a
Valor de P				
Câmara (C)	ns	0,001	ns	ns
Fase (F)	ns	0,001	0,001	0,001
C x F	ns	ns	ns	ns
CV ¹ (%)	26,26	18,94	9,42	8,77

Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

¹CV, Coeficiente de Variação

Foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeiro da matéria seca, nitrogênio e extrato etéreo (Tabela 5). O CMMS da dieta teste foi reduzido com o estresse por calor e aumentou com o avançar da idade ($P < 0,05$). Esse resultado mostra que tanto a matéria seca, como a energia metabolizável (Tabela 3, sem diferença estatística) e o BNV (Tabela 4) foram bem utilizados em temperatura fria. Ao se retirar as perdas endógenas (CMMSV), o efeito de temperatura ambiente não se manteve, mas aves da fase final continuaram utilizando melhor a matéria seca ($P < 0,05$), não diferindo da fase de crescimento.

Explicação para tais achados foi proposta por Hai *et al.* (2000) que, comparando o efeito da temperatura (5, 21 e 32°C) no processo digestivo de frangos de corte, encontraram que a atividade enzimática da tripsina e amilase foi diminuída pelo calor, não sendo influenciadas pela baixa temperatura. A abordagem em “pair feeding” (alimentação controlada) deste 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 este é uma das justificativas para a dificuldade encontrada em prever com exatidão a resposta das aves frente ao desafio térmico, além de ser a causa de muitos dos resultados discrepantes apresentados na literatura.

Tabela 5. Valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio, do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.

Câmara	CMMS	CMMSV	CMN	CMNV	CMEE	CMEEV
Fria	61,62 a	69,93	33,63	48,09	83,13	89,00
Termoneutra	61,88 a	71,69	38,78	52,12	80,45	86,32
Quente	60,84 b	70,31	34,26	46,10	79,10	82,41
Fase						
Inicial	59,04 c	65,85 b	35,81	43,33	78,72	86,90
Crescimento	61,48 b	72,88 a	36,50	52,92	79,33	90,23
Final	63,82 a	73,20 a	34,35	50,06	84,63	83,59
Valor de P						
Câmara (C)	0,001	ns	ns	0,017	ns	ns
Fase (F)	0,001	0,001	ns	0,001	ns	ns
C x F	ns	ns	ns	0,013	ns	ns
CV ¹ (%)	1,55	3,92	14,78	9,28	2,80	3,01

Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

¹CV, Coeficiente de variação

Kato (2005) avaliou o consumo de ração e o tempo de passagem das dietas testes, com 40% de milho, 30% de farelo de soja e 10% de óleo de soja para frangos de corte. O autor observou que de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade o tempo de passagem das rações teste, tanto do farelo de soja como do óleo de soja, foi menor que do milho. Quanto ao consumo de ração, a dieta teste do milho apresentou maior consumo de 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade quando comparada às dietas do farelo e óleo de soja. Não foram avaliadas estas características no atual trabalho, mas essa redução de consumo e alta taxa de passagem para a dieta com 30% de farelo de soja podem ter ocorrido neste trabalho também, principalmente para aves em estresse por calor que reduzem o consumo voluntariamente, ocasionando a redução no CMMS.

Outro ponto é que rações com alto teor protéico apresentam alta concentração em potássio, devido à maior inclusão de farelo de soja que é um ingrediente rico nesse mineral. Essas dietas podem estimular o consumo de água como mostrou o resultado de Faria Filho (2006) no qual o aumento do teor protéico da ração estimulou progressivamente o consumo de água dos frangos de corte.

Gelber *et al.* (2006), trabalhando com frangos de corte nos períodos de 3 a 7 dias e 39 a 42 dias de idade e utilizando três farelos de soja, com variação de proteína bruta

(PB) (44, 46 e 48%), observaram que a idade não interferiu, no entanto, a redução da PB do farelo de soja promoveu a redução da metabolizabilidade da matéria seca e da energia bruta das dietas.

Freitas *et al.* (2005) encontraram maior EMAn e digestibilidade da matéria seca aparente do farelo de soja reconstituído com óleo de soja para aves adultas (galos com 85 semanas de idade), quando comparados a pintos de 12 a 21 dias de idade. Isso deve-se à maior capacidade digestiva dessas aves em relação às aves jovens. No mesmo estudo não houve variações nos resultados de digestibilidade aparente do extrato etéreo para as duas idades.

A metabolização do nitrogênio e do extrato etéreo aparente e verdadeiro não demonstraram influência da temperatura e idade das aves (Tabela 5). Sakomura *et al.* (2004) trabalhando com sojas integrais processadas para frangos de corte em várias idades (1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28 e 36 a 42), encontraram aumento da digestibilidade aparente e verdadeira do extrato etéreo para a mistura de farelo de soja e óleo de soja até a 3ª semana de idade. Os autores afirmaram que os menores valores de energia metabolizável determinados nas três primeiras semanas de idade das aves podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nesta fase. Mesmo não encontrando diferenças nos CMEE e CMEEV no atual trabalho, estes resultados podem explicar os valores de energia do farelo de soja (Tabela 3) que foram inferiores para as aves na fase inicial (10 a 14 dias de idade) e superiores para aves em temperatura fria (sem diferença estatística).

Houve interação entre temperatura ambiente e idade da ave para CMNV (Tabela 6). A temperatura não influenciou o CMNV para as aves na fase inicial, porém na fase de crescimento aves criadas em temperatura fria e termoneutra obtiveram os melhores CMNV ($P < 0,05$), já na fase final apenas aves em conforto térmico apresentaram os melhores coeficientes. Faria Filho *et al.* (2006) avaliaram o efeito da temperatura ambiente (20, 25 e 32°C) e a redução de proteína bruta na dieta (18; 16,5 e 15%) para frangos de 42 a 49 dias de idade e verificaram que as temperaturas de 20 e 25°C, não afetaram negativamente o desempenho e melhoraram a eficiência de retenção de nitrogênio, conseqüentemente, com menor excreção que aves à 32°C. Segundo os autores esses resultados estão relacionados ao baixo consumo de ração das aves criadas em temperatura ambiente de 32°C, que reduziu o consumo de energia e nutrientes. O pior balanço de nitrogênio para aves em estresse por calor é em função da menor

eficiência de retenção de nitrogênio como encontrado por Faria Filho *et al.* (2007) e Temim *et al.* (1999).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para o coeficiente de metabolizabilidade verdadeiro do nitrogênio (CMNV) em gramas da dieta teste, para frangos de corte.

Fase	Temperatura ambiente		
	Fria	Termoneutra	Quente
Inicial	42,86 b	44,84 b	42,30
Crescimento	57,12 Aa	55,68 Aa	45,98 B
Final	44,30 Cb	55,85 Aa	50,05 B

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

Houve diferença no CMNV entre as fases de criação na câmara fria e na termoneutra, não diferindo na câmara quente. Aves na fase de crescimento em estresse por frio apresentaram melhor metabolização do nitrogênio ($P < 0,05$) e em temperatura termoneutra não diferiram da fase final. Pode-se perceber que a idade da ave não somente interfere nos valores de energia metabolizável, mas também na metabolizabilidade dos nutrientes da dieta.

Os resultados obtidos neste trabalho nos proporcionaram algumas conclusões. A energia metabolizável do farelo de soja não foi influenciada pela temperatura ambiente neste experimento, porém os valores de EMAN encontrados (2110, 2016 e 2022 kcal/kg para temperatura fria, termoneutra e quente, respectivamente) foram inferiores ao valor apresentado na tabela de Rostagno *et al.* (2005) de 2256 kcal/kg, valor utilizado atualmente nas formulações de rações. Este resultado demonstra a necessidade de se ajustar estes valores de energia metabolizável do farelo de soja que hoje se apresentam superestimados.

A influência da idade do frango de corte sobre a utilização dos nutrientes foi bem demonstrada nos resultados deste trabalho, sendo assim, a idade deve ser considerada pelo nutricionista no momento da formulação de ração. O valor de energia metabolizável do farelo de soja (EMAN) aumentou com o avanço da idade (1840, 2052 e 2256 kcal/kg para fase inicial, crescimento e final, respectivamente), sendo que para fase inicial e crescimento os valores de EMAN foram inferiores ao apresentado na tabela

de Rostagno *et al.* (2005) de 2256 kcal/kg, mostrando novamente a necessidade de se ajustar estes valores, para melhor adequar às exigências nutricionais do frango de corte.

4. Conclusões

Os valores médios de EMAn do farelo de soja, em kcal/kg, na matéria natural, para aves criadas em temperatura fria, termoneutra e quente foram de 2110, 2016 e 2022, respectivamente, e para as fases de criação inicial, crescimento e final de 1840, 2052 e 2256, respectivamente.

O valor de energia metabolizável do farelo de soja, balanços e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste aumentam com a idade do frango de corte, porém não são afetados pela temperatura ambiente.

5. Referências

Bellaver C, Snizek Jr PN. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro de Soja; 1999; Londrina, Paraná, Brasil. p. 183-199.

Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B, Guillaumin S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. Poultry Science. Champaign, v.76, n.6, p.857-863, 1997.

Butolo JE. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas (SP): J.E Butolo; 2002.

Conte AJ, Teixeira AS, Bertechini AG, Fialho ET, Muniz JÁ. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. Ciência e Agrotecnologia 2002; 26(6):1289-1296.

Dale N. Formulando com soya sobreprocessada. Indústria avícola 1997; 44(3).

Faria Filho DE. Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor. [Tese].Jaboticabal (SP):Universidade Estadual Paulista, 2006.

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. Pesquisa Agropecuária Brasileira 2006; 41(1):101-106.

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*, 2007; 6:187-194.

Freitas ER, Sakomura NK, Neme R, Santos AL, Fernandes JBK. Efeito do processamento da soja integral sobre a Energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(6):1938-1949.

Garcia ERM, Murakami AE, Branco AF, Furlan AC, Moreira I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2000; 29(5):1414-1426.

Gelber LFP, Penz Jr AM, Ribeiro AML. Efeito da composição do farelo de soja sobre o desempenho e o metabolismo de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2006; 35(4):1359-1365.

Generoso RAR, Gomes PC, Rostagno HS, Albino FT, Barreto SLT, Brumano G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37(7):1251-1256.

Geraert PA, Guillaumin S, Zuprizal LM. Effect of high ambient temperature on dietary ME value in genetically lean and fat chickens. *Poultry Science* 1992; 71:2113-2116.

Hai L, Rong D, Zhang Z-Y. The effect of environment on the digestion of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2000; 83(2):57-64.

Kato KR. Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. [Tese] Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2005.

Keshavarz K, Fuller HL. The influence of widely fluctuating temperatures on heat production and energetic efficiency of broilers. *Poultry Science* 1980; 59:2121-2128.

Leeson S, Summers JD. *Scott's nutrition of the chicken*. 5th ed. Ontario: University Books, 2001. 591 p.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal (SP): FUNEP; 2002.

Matterson LD, Potter LM, Stutz NW, Singsen EP. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. 1965, 11p.

Mcleod M. 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.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2009; 38(5):863-868.

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* 1992; 101:137-142.

Nascimento AH, Gomes PC, Albino LFT, Rostagno HS, Ribeiro EG. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 1998; 27(3):579-583.

Noy Y, Sklan D. Posthatch development of poultry. *Journal of Applied Poultry Research* 1997; 6(3):344-354.

Oliveira RFM, Zanusso JT, Donzele JL, Ferreira RA, Albino LFT, Valerio SR, Oliveira Neto AR, Carmo HM. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2000; 29(3):810-816.

Penz Jr AM, Bruno D, Figueiredo A. Nutrição de frangos – Mudanças de paradigmas para o futuro. In: Conferência Apinco de Ciências e Tecnologia Avícola; 2009; Porto Alegre, Paraná, Brasil, p.301-315.

Piva GH. Efeito da forma física da ração para Frangos de corte criados em diferentes Temperaturas. [Dissertação] Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista, 2008.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: (MG): UFV; 2005.

Rostagno HS, Bunzen S, Albino LFT. Estratégias nutricionais para não-ruminantes em condições de estresse por calor. In: 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2006; João Pessoa, Paraíba, Brasil. p.305-320.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(4):924-935.

Sakomura NK, Longo FA, Oviedo-Rondon EO, Boa-Viagem C, Ferraudo A. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poultry Science* 2005; 84:1363-1369.

Savory CJ. Influence of ambient temperature on feeding activity parameters and digestive function in domestic fowls. *Physiology Behavior* 1986; 38(3):353-357.

Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos. Viçosa (MG): UFV; 2002.

Silva MAN, Barbosa Filho AD, Rosário MF. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, 2007; 36(3): 652-659.

Temim S, Chagneau AM, Guillaumin S. Effects of chronic heat exposure and protein

intake on growth performance, nitrogen retention and muscle development in broiler chickens. *Reproduction, Nutrition, Development* 1999; 39(1):145-156.

Thom EC. Cooling degree: dayair conditioning, heating, and ventilating. *Transaction of the American Society of Heating*, 1958; (55):65-72.

Saeg. Saeg: Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa: UFV, 2007.

Uni Z, Ganot S, Sklan D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* 1998; 77:75-82

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* 1982; 23:447- 450.

Zonta MC, Rodrigues PB, Zonta A, Freitas RTF, Bertechini AG, Fialho ET, Pereira CR. Energia metabolizável de ingredientes protéicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. *Ciência e Agrotecnologia* 2004; 28(6):1400-1407.

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* 1993; 72:289-295.

CAPÍTULO IV

“EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE E DA IDADE DO FRANGO DE CORTE SOBRE O VALOR ENERGÉTICO DO ÓLEO DE SOJA”

Resumo - O experimento teve por objetivo determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do óleo de soja. Foram utilizados 288 pintos de corte da linhagem Cobb distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as três temperaturas de criação (fria: 18°C; termoneutra: 25°C e quente: 33°C) as parcelas e as três idades de avaliação (inicial: 11 a 14; crescimento: 25 a 28 e final: 39 a 42 dias) as subparcelas, com seis repetições de seis aves cada. A ração basal para o experimento foi formulada à base de milho e farelo de soja e a dieta teste obtida pela substituição de parte da ração basal pelo alimento teste: 10% do óleo de soja + 90% da ração basal. Foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeira da matéria seca, do nitrogênio, do extrato etéreo da dieta teste e os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV); e corrigidas pelo balanço de nitrogênio do óleo de soja (EMAn e EMVn). Foram encontrados valores médios de EMAn do óleo de soja para aves criadas em temperatura fria, termoneutra e quente de 8270, 8104 e 8255 kcal/kg, respectivamente, e para as fases de criação inicial, crescimento e final de 8060, 7750 e 8820 kcal/kg, respectivamente. Os valores de energia metabolizável do óleo de soja, balanços e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste aumentam com a idade do frango de corte, porém a energia metabolizável do óleo de soja não é afetada pela temperatura ambiente. Aves na fase final (39 a 42 dias de idade) utilizam melhor os nutrientes da dieta teste quando criadas em temperatura fria.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio; energia metabolizável; estresse térmico, metabolismo; nutrientes

“EFFECTS OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE AND AGE OF BROILERS ON ENERGY VALUE OF SOYBEAN OIL”

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of environmental temperature and age of broilers chicks on energy value of soybean oil. Two hundred and eighty-eight Cobb chicks were distributed in a complete randomized design with a split-plot arrangement with six replication of six chicks each, the main plots were the three temperatures (cold: 18°C; thermoneutral: 25°C and hot: 33°C) and age was the secondary plot (initial: 11 to 14, growing: 25 to 28 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: 10% of soybean oil + 90% of the basal diet. The coefficient of apparent and true metabolizability of dry matter, nitrogen, ether extract of the test diet and apparent and true metabolizable energies (AME and TME) of soybean oil were calculated and energy values were corrected for nitrogen balance (AMEn and TMEn) of soybean oil, in kcal/kg, as fed basis. The mean values of AMEn observed for broilers chicks in cold, thermoneutral and hot temperature of 8270, 8104 and 8255 kcal/kg, respectively, and the phases initial, growing and final of 8060, 7750 e 8820 kcal/ kg, respectively. The metabolizable energy values of soybean oil, the balance and coefficients of metabolizability of the nutrients of the test diet increased with the age of broiler; but the metabolizable energy value of the soybean oil was not affected by environmental temperature. The broilers in the final phase (from 39 to 42 days) take better advantage of the nutrients of test diet when they are raised in cold temperature.

Key Words: nitrogen balance, metabolizable energy, thermal stress, metabolism, nutrients

1. Introdução

Nos últimos anos, os progressos verificados na genética, nas instalações, na nutrição, no manejo e na sanidade transformaram a avicultura de corte nacional em um complexo setor econômico cujo objetivo é a máxima produção de carne com menor custo de produção. Neste contexto, diversos estudos têm sido realizados visando melhor compreensão dos fatores que influenciam o desenvolvimento e o desempenho de frangos de corte. Todavia, a maioria desses estudos tem sido conduzida com os animais mantidos em ambiente termoneutro.

Segundo Tinôco (1998), um ambiente é considerado confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 16 a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Entretanto, dificilmente estes valores são encontrados em condições comerciais de produção, sobretudo no verão. Temperaturas abaixo e, principalmente, acima da termoneutralidade podem resultar em alterações metabólicas, com conseqüente queda do desempenho das aves. O estresse por calor causa redução do aproveitamento de energia, leva à redução da capacidade digestiva do trato gastrintestinal, afetando a digestibilidade dos alimentos e ou nutrientes e, desta forma, reduz a quantidade de nutrientes disponíveis para a síntese de tecidos corporais, o que afeta de forma significativa o desempenho animal (Bonnet *et al.*, 1997).

Os óleos e as gorduras são grandes fornecedores de energia prontamente disponível e de ácidos graxos essenciais. Por conterem mais energia que os carboidratos, são sempre utilizados nas rações de verão para aumentar a densidade energética. Sua adição nas rações promove efeito benéfico no desempenho dos frangos, muitas vezes apresentando valor biológico superior ao esperado. Esse benefício ou efeito extracalórico geralmente reflete em melhoria na taxa de crescimento, na utilização dos nutrientes da ração e no seu conteúdo de energia metabolizável (Junqueira *et al.*, 2005).

Além dos fatores físico-químicos relacionados aos lipídios, a correta avaliação de suas verdadeiras contribuições energéticas torna-se extremamente difícil em aves, em função da baixa capacidade fisiológica em digeri-los e utilizá-los, quando ainda muito jovens (Andreotti *et al.*, 2004).

Freitas *et al.* (2005), avaliando óleo ácido de soja para pintos (12 a 20 dias de idade) e galos (método de coleta total de excretas), encontraram que EMAn determinada

com galos pelo método de coleta total (8610 kcal/kg na MS) foi superior ao obtido com pintos de 12 a 20 dias de idade (7488 kcal/kg).

Os programas de alimentação para frangos de corte têm evoluído muito nos últimos anos, com a finalidade de melhor associar a nutrição com a fisiologia da ave moderna. A determinação semanal 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 aumento da capacidade digestiva, ocorrendo aumento do aproveitamento dos nutrientes em função do desenvolvimento dos órgãos acessórios e do próprio sistema digestório, 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, conseqüentemente, diminuição no custo alimentar.

Considerando os fatores abordados, o presente estudo teve por objetivo determinar o efeito da temperatura ambiente e da idade da ave sobre o valor energético do óleo de soja.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Foram utilizados 288 pintos de corte machos da linhagem Cobb, dos quais 216 foram distribuídos em 36 gaiolas de arame galvanizado, medindo 0,50m de altura, 0,50m de largura e 0,60m 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 pintainhos restantes foram empregados em tratamento extra (jejum por 72 h) para avaliar as perdas endógenas e metabólicas em cada idade de avaliação dentro das três câmaras climáticas, de modo a determinar o fator de correção para estimar a energia metabolizável verdadeira do óleo de soja (Sakomura & Rostagno, 2007).

A ração basal deste experimento foi formulada a base de milho e farelo de soja e a composição dos alimentos e as exigências nutricionais foram obtidas a partir de Rostagno *et al.* (2005). A dieta teste foi obtida pela substituição de parte da ração basal

pelo alimento teste: 10% do óleo de soja + 90% da ração basal. O nível de inclusão do alimento depende do tipo de alimento, normalmente a substituição tem sido de 20 a 40%. Para ingredientes que afetam o consumo, por ser de baixa palatabilidade ou pelo alto teor de fibra, e aqueles que se apresentam na forma líquida, os níveis de substituição devem ser inferiores, como os óleos tem substituído entre 7 e 10% da dieta basal (Leeson & Summers, 2001).

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). Foram realizados três ensaios metabólicos em diferentes fases de vida da ave (11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias de idade) para avaliar a utilização da energia metabolizável do óleo de soja e a metabolização dos nutrientes da dieta teste com aumento da idade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo as três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C) as parcelas e as três idades de avaliação (11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias) as subparcelas, com seis repetições de seis aves. A composição da ração basal nas diferentes fases de criação está apresentada na Tabela 1.

As amostras de ração e excretas foram armazenadas em ambiente refrigerado (-16°C) para posterior análise de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE) segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Com base nesses resultados, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e verdadeiro da matéria seca (CMMS, CMMSV), do extrato etéreo e (CMEE, CMEEV) e do nitrogênio (CMN,CMNV) da dieta teste:

$$CM \text{ nutriente} = \frac{NI - NE}{NI (g)} \times 100$$

$$CMV \text{ nutriente} = \frac{NI - (NE - NEn)}{NI (g)} \times 100$$

NI: Nutriente ingerido;

NE: Nutriente excretado;

NEn: Nutriente da fração endógeno.

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 ¹	0,400 ¹	0,400 ²	0,200 ³
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
Valores calculados				
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

¹Suplemento 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.

²Suplemento 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.

³Suplemento 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.

Para obtenção dos valores de energia bruta das dietas e excretas foi utilizada a bomba calorimétrica (Ika Works modelo C-200) e a partir desses resultados foram

calculadas a energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Com base nos valores de energia bruta, EMA, EMAn, EMV e EMVn foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da energia dos alimentos.

Energia Metabolizável Aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn):

$$\text{EMA da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMA RB} + \frac{(\text{EMA RT} - \text{EMA RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMAn da RT ou RB (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMAn RB} + \frac{(\text{EMAn RT} - \text{EMAn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

em que:

RT = Ração teste (10% de óleo de soja + 90% de ração basal);

RB = Ração basal;

EB = Energia bruta;

BN = Balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

Energia Metabolizável Verdadeira (EMV) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn):

$$\text{EMV da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMV do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMV RB} + \frac{(\text{EMV RT} - \text{EMV RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMVn RT ou RB} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena}) + 8,22 \times \text{BNV}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMVn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMVn RB} + \frac{(\text{EMVn RT} - \text{EMVn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

em que:

RT = Ração teste (10% de óleo de soja + 90% de ração basal);

RB = Ração basal;

EB = Energia bruta;

BNV (Balanço de nitrogênio verdadeiro) = N ingerido – (N excretado – N endógeno).

As análises estatísticas foram realizadas através de análise de variância com o auxílio do sistema de análise estatístico (SAEG, 2007). Para verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey (5% de probabilidade).

3. Resultados e discussão

Os valores de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade relativa do ar determinados nas câmaras climáticas durante o período experimental, estão apresentados na Tabela 2.

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 ¹
	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

¹THI: temperatura do termômetro de bulbo seco (°C) + (0,36 x temperatura do termômetro de bulbo úmido (°C)) + 41,5. (Thom, 1958).

A composição química do óleo de soja utilizado no experimento foi de 99,5% de matéria seca, 99,5% de extrato etéreo e 9371 kcal/kg de energia bruta na matéria natural. O valor de energia bruta obtido para o óleo de soja foi superior ao apresentado por Rostagno *et al.* (2005) de 9333 kcal/kg e Nascif *et al.* (2004) de 9225 kcal/kg, e

inferior ao valor encontrado por Junqueira *et al.* (2005) de 9866 kcal/kg de energia bruta.

Foram calculadas as energias metabolizáveis aparente, verdadeira e corrigidas pelo balanço de nitrogênio do óleo de soja (Tabela 3). A EMV não foi influenciada pela temperatura ambiente e idade da ave.

Segundo Silva *et al.* (2007) os valores médios do índice de temperatura e umidade (THI) para faixa de conforto térmico das aves ficam entre 71 e 76, 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 óleo de soja. A menor umidade relativa do ar (UR) na câmara quente durante o experimento pode ter reduzido o efeito do estresse.

Geraert *et al.* (1992), Faria Filho *et al.* (2007) e Piva (2008) encontraram que o teor de energia metabolizável da ração não foi alterado pela exposição de frangos ao calor, enquanto que Keshavarz & Fuller (1980) observaram maiores teores de energia e Yamazaki & Zi-Yi (1982) verificaram teores reduzidos de energia (galos Legorhns 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.

Quando foi corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMV_n) houve efeito da idade da ave (Tabela 3), onde aves mais velhas (39 a 42 dias de idade) utilizaram melhor a energia do óleo de soja ($P < 0,05$).

Sakomura *et al.* (2004) encontraram aumento linear da atividade da lipase com o avançar da idade da ave (1 a 7; 8 a 14; 15 a 21 e 22 a 28 dias). A fase de maior aumento ocorreu entre a primeira e segunda semana de idade, coincidindo com o máximo crescimento alométrico do pâncreas. Segundo os autores, a maior diferença nos valores de EM dos ingredientes em função da idade das aves se deve à baixa eficiência das aves jovens em digerir o extrato etéreo presentes nas rações.

Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), verdadeira (EMV) e corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn, EMVn) do óleo de soja (kcal/kg) expressos na matéria natural, determinados em frangos de corte na fase inicial, crescimento e final, criados em câmaras climáticas.

	EMA	EMAn	EMV	EMVn
Temperatura				
Fria	8528	8270	8659	8364
Termoneutra	8001	8104	8072	8009
Quente	8700	8255	8615	8342
Fase				
Inicial	8288	8060	8406	8147 b
Crescimento	8320	7750	8105	7734 b
Final	8621	8820	8836	8833 a
Valor de P				
Câmara (C)	0,021	ns	ns	ns
Fase (F)	ns	0,001	ns	0,001
C x F	0,024	0,022	ns	ns
CV ¹ (%)	5,92	5,41	7,03	6,79

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹CV, Coeficiente de variação

Houve interação entre temperatura ambiente e idade da ave para EMA e EMAn (Tabela 4). Aves na fase inicial apresentaram menor EMA quando não estavam estressadas, seja por frio ou calor ($P < 0,05$). Este resultado se manteve após a correção pelo balanço de nitrogênio. Na fase de crescimento o resultado se modificou e aves em estresse por frio apresentaram menor EMA ($P < 0,05$), não mantendo este resultado após a correção pelo balanço. A temperatura ambiente não interferiu nos resultados da fase final.

Houve diferença entre as idades para EMA apenas para aves criadas na câmara fria. A menor EMA encontrada foi para aves na fase de crescimento ($P < 0,05$). Este resultado manteve-se na EMAn ($P < 0,05$). Aves na câmara termoneutra na fase final aproveitaram melhor ($P < 0,05$) a energia do óleo de soja (EMAn). No trabalho atual, o aumento na EMAn de aves aos 14 dias para 42 dias de idade foi em torno de 15%. Mas os resultados na fase de crescimento não foram superiores ($P > 0,05$) aos da fase inicial.

Segundo Fascina *et al.* (2009), a melhora linear nos valores energéticos das misturas entre óleo de soja e sebo bovino (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0) para aves na fase inicial foi, devido possivelmente, ao aumento no grau de insaturação dos ácidos graxos na dieta com o aumento da inclusão de óleo de soja. Não foi realizada a

composição em ácidos graxos do óleo utilizado no atual experimento, mas o óleo de soja é caracterizado pela alta concentração de ácidos graxos insaturados (84,5%), dentre eles os polinsaturados (61%), principalmente o linoléico (Liu, 1999). Segundo Leeson e Summers (1976), o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados melhora a absorção dos lipídios.

Outras pesquisas também avaliaram o efeito da idade sobre o valor de energia metabolizável do óleo de soja. Andreotti *et al.* (2004) não encontraram diferença nos valores médios de energia metabolizável aparente do óleo de soja (9148 e 8841 kcal/kg) determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (22 a 30 dias) e final (42 a 50 dias), respectivamente. Os níveis de inclusão do óleo de soja (0; 3,3; 6,6 e 9,9% de níveis de inclusão) interferiram no valor de EMA.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do óleo de soja, para frangos de corte.

Fase	Temperatura		
	Fria	Termoneutra	Quente
	EMA (kcal/kg)		
Inicial	8714 Aa	7608 B	8542 A
Crescimento	7825 Bb	8218 AB	8916 A
Final	9045 a	8176	8642
	EMAn (kcal/kg)		
Inicial	8462 Aa	7490 Bb	8228 A
Crescimento	7381 b	7959 b	7911
Final	8968 a	8865 a	8627

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

Freitas *et al.* (2005) não encontraram diferença entre os valores de EMA de óleo ácido de soja para pintos (12 a 20 dias de idade) quando comparado para galos (método de coleta total de excretas e alimentação forçada). Após a correção pelo balanço de nitrogênio o valor de EMAn determinado com galos pelo método de coleta total (8610 kcal/kg na MS) foi superior ao obtido com os galos no método de alimentação forçada (7975 kcal/kg) e posteriormente aos pintos de 12 a 20 dias de idade (7488 kcal/kg).

Os resultados de EMAn (Tabela 4) e EMVn (Tabela 3) do óleo de soja foram inferiores aos apresentados pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno *et*

al., 2005) (8790 e 9200 kcal/kg na matéria natural, respectivamente), com exceção das aves na fase final, criadas em temperatura fria (8968 kcal/kg) e termoneutra (8865 kcal/kg) para EMAn. Importante ressaltar que os valores apresentados por Rostagno *et al.* (2005) são compilações de trabalhos com frangos de corte em diferentes idades, galos e poedeiras. Como é comum se utilizar a EMAn para a formulação de ração, segundo os resultados deste trabalho, aves na fase final em temperatura de estresse por calor e estresse por frio, apresentaram valores inferiores e superiores, respectivamente, aos apresentados por Rostagno *et al.* (2005). Portanto, utilizar rações formuladas com base em valores de energia metabolizável adquiridos em experimentos nos quais as aves foram estressadas, pode significar maior otimização na formulação e menos desperdício de nutrientes da ração, obtendo melhora na conversão alimentar e, conseqüentemente, diminuição no custo alimentar.

Vários trabalhos avaliaram o valor energético de fontes lipídicas como Nascif *et al.* (2004) que trabalharam com frangos aos 21 dias de idade e encontraram valores médios de EMA e EMAn do óleo de soja degomado de 8336 e 8331 kcal/kg na MN, respectivamente. Também Vieira *et al.* (2002), trabalhando com aves de 28 a 30 dias de idade alimentadas com dieta basal (sem adição de gordura) e outras com inclusões de 4 e 8% de óleo de soja e de óleo ácido de soja, encontraram valores de EMAn de 8083 e 8906 kcal/kg na matéria seca para 4 e 8% de inclusão de óleo de soja, respectivamente. No presente trabalho o valor de EMAn para o óleo de soja na fase de crescimento em temperatura termoneutra foi inferior, com média de 7959 kcal/kg.

Houve interação ($P < 0,05$) entre 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 5). Aves na fase final apresentaram melhor balanço aparente e verdadeiro de nitrogênio quando criadas em temperatura fria ($P < 0,05$). Para a fase de crescimento somente depois da retirada das perdas endógenas este resultado também ocorreu, com maior BNV para aves estressadas pelo frio ($P < 0,05$), não diferindo das aves na câmara termoneutra. Os balanços de extrato etéreo (BEE e BEEV) foram influenciados pela temperatura ambiente apenas na fase final quando criados em câmara quente. Aves estressadas pelo calor obtiveram baixos balanços de extrato etéreo ($P < 0,05$). Aves expostas ao calor apresentam maior consumo de água (Bonnet *et al.*, 1997; Faria Filho, 2006) que pode causar menor digestibilidade dos nutrientes por aumentar a taxa de passagem da ração. O calor também é responsável por reduzir o

tamanho de órgãos (Savory, 1986) e da superfície das vilosidades intestinais (Mitchell & Carlisle, 1992).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para os valores (g) de balanço de nitrogênio e de extrato etéreo aparente (BN e BEE) e verdadeiro (BNV e BEEV) da dieta teste, para frangos de corte.

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV ¹ (%)
Fase	BN (g)				
Inicial	17,86 c	18,39 b	18,35 b	18,20	
Crescimento	38,48 a	38,27 a	33,70 a	36,81	10,82
Final	30,12 Ab	22,38 Bb	11,07 Cc	21,19	
Média	28,82	26,35	21,04		
	BNV (g)				
Inicial	22,52 c	21,80 c	21,33 b	21,88	
Crescimento	54,36 Aa	52,59 Aa	42,69 Ba	49,88	7,99
Final	41,65 Ab	33,23 Bb	19,26 Cb	31,38	
Média	39,51	35,87	27,75		
	BEE (g)				
Inicial	131,48 b	152,91 b	131,41 b	138,60	
Crescimento	266,67 a	257,34 a	235,72 a	253,25	6,87
Final	280,74 Aa	245,66 Aa	134,82 Bb	220,41	
Média	226,08	318,64	167,32		
	BEEV (g)				
Inicial	132,49 b	153,69 b	132,37 b	139,52	
Crescimento	270,62 a	262,12 a	238,61 a	257,11	6,79
Final	283,91 Aa	248,50 Aa	136,74 Bb	223,05	
Média	229,01	221,44	169,24		

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

¹CV, Coeficiente de variação

Kato (2005) avaliou o consumo de ração e o tempo de passagem das dietas testes, com 40% de milho, 30% de farelo de soja e 10% de óleo de soja para frangos de corte. O autor observou que de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade o tempo de passagem das rações teste, tanto do farelo de soja como do óleo de soja, foi menor que a do milho. Quanto ao consumo de ração, a dieta teste do milho apresentou maior consumo de 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade quando comparada às dietas do farelo e óleo de soja. Não foram avaliadas estas características no atual trabalho, mas esta redução de

consumo e alta taxa de passagem para a dieta com 10% de óleo de soja podem ter ocorrido neste trabalho também, principalmente para aves em estresse por calor que reduzem o consumo voluntariamente, ocasionando a redução no balanço de nitrogênio e de extrato etéreo.

Para o efeito da idade da ave dentro das câmaras climáticas, o BN e o BNV foram melhores para aves na fase de crescimento (25 a 28 dias de idade) e piores na fase inicial estressadas pelo frio ($P < 0,05$). Em temperatura termoneutra, este resultado se manteve para BNV; o BN para aves na fase inicial não diferiu da fase final. Aves na fase de crescimento e final obtiveram os melhores BEE e BEEV quando criadas em câmara fria e termoneutra. Em estresse por calor os melhores resultados foram para aves em idade de crescimento (25 a 28 dias). As proteínas são fundamentais no aspecto nutricional e metabólico para o frango de corte, pois estão relacionadas a processos do organismo, como a formação dos tecidos estruturais (músculo). Por exemplo, nos animais em crescimento, a deposição protéica nos músculos esqueléticos contribui com cerca de 65% de toda a proteína depositada diariamente (Macari *et al.*, 2002).

Andreotti *et al.* (2004) não observaram diferenças no balanço de nitrogênio e no coeficiente de metabolização da matéria seca da ração com óleo de soja (0; 3,3; 6,6 e 9,9% de níveis de inclusão) determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (22 a 30 dias) e final (42 a 50 dias de idade).

Não houve interação entre temperatura ambiente e idade da ave para o CMMS, mas ocorreu efeito de idade da ave para o CMMS (Tabela 6). Aves mais velhas aproveitaram melhor a matéria seca da dieta teste ($P < 0,05$). Quando se retirou as perdas endógenas às fases de idade apresentaram comportamentos diferentes dentro de cada câmara climática. Em temperatura fria e termoneutra aves da fase de crescimento e final demonstraram maiores CMMSV. Em estresse por calor, apenas aves na fase final apresentaram melhor resultado ($P < 0,05$).

Rarber *et al.* (2008) verificaram que 5% de óleo na dieta, independente do tipo (óleo degomado de soja e óleo ácido de soja), resultou em melhora significativa do coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e da gordura bruta, sem alteração do coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta.

Houve interação entre temperatura e idade para o CMN, onde aves na fase final criadas em temperatura quente apresentaram menor aproveitamento de nitrogênio ($P < 0,05$). Não ocorreram diferenças entre as idades na câmara fria. Para a câmara

termoneutra, aves na fase de crescimento, e na câmara quente, nas fases inicial e crescimento, apresentaram maiores coeficientes de metabolizabilidade do nitrogênio ($P < 0,05$). Para o CMNV houve efeito da temperatura ambiente e da idade da ave de forma isolada ($P < 0,05$). O estresse por calor piorou o aproveitamento do nitrogênio quando comparado ao estresse por frio. Zuprizal *et al.* (1993) inferiram que a metabolização da proteína é reduzida pelo calor independentemente do sexo e da dieta.

Explicação para tais achados foi proposta por Hai *et al.* (2000) que, comparando o efeito da temperatura (5, 21 e 32°C) no processo digestivo de frangos de corte, encontraram que a atividade enzimática da tripsina e amilase foi diminuída pelo calor, não sendo influenciadas pela baixa temperatura. A abordagem em “pair feeding” deste 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. Isto ocorreu no atual trabalho para o CMEE e o CMEEV, porém sem diferenças estatísticas.

Já Lima *et al.* (2002), trabalhando com exposição ao calor, concluíram que a temperatura afetou a produção enzimática, provocando aumento na atividade da lipase e diminuição na tripsina e amilase, sendo esse efeito marcante para a atividade da tripsina. A ocorrência de efeitos antagônicos como este é uma das justificativas para a dificuldade encontrada em prever com exatidão a resposta das aves frente ao desafio térmico, além de ser a causa de muitos dos resultados discrepantes apresentados na literatura.

Quanto à idade, melhores coeficientes (CMNV) foram para aves na fase de crescimento ($P < 0,05$). Os CMEE e CMEEV não apresentaram influência da temperatura ambiente e da idade da ave, diferindo dos resultados de Freitas *et al.* (2005), onde o coeficiente de metabolização do extrato etéreo determinado com galos pelo método de coleta total foi superior aos obtidos com pintos (12 a 20 dias de idade) para rações com óleo ácido de soja.

Vieira *et al.* (2002) trabalhando com inclusões de 4 e 8% de óleo de soja e do óleo ácido de soja, encontraram maior coeficiente de metabolizabilidade aparente da gordura para maior inclusão de óleo de soja. Os coeficientes de retenção de proteína bruta das rações com inclusão de 4 e 8% de óleo de soja não apresentaram diferenças.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre fase de criação e temperatura ambiente para valores (%) de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo (CMMS, CMN e CMEE) e verdadeiro (CMMSV, CMNV e CMEEV) da dieta teste, para frangos.

Temperatura	Fria	Termoneutra	Quente	Média	CV ¹ (%)
Fase	CMMS				
Inicial	76,00	75,28	76,46	75,91 c	
Crescimento	77,92	77,22	77,46	77,53 b	1,76
Final	81,24	80,33	80,86	80,81 a	
Média	78,38	77,61	78,26		
	CMMSV				
Inicial	79,52 b	78,17 b	79,70 c	79,13	
Crescimento	85,06 a	84,71 a	82,74 b	84,17	1,55
Final	86,18 a	86,02 a	87,49 a	86,56	
Média	83,58	82,97	83,31		
	CMN				
Inicial	58,83	59,15 ab	61,36 a	59,78	
Crescimento	63,24	62,56 a	64,57 a	63,46	7,41
Final	60,63 A	53,97 Ab	42,71 Bb	52,44	
Média	60,90	58,56	56,22		
	CMNV				
Inicial	74,21	70,15	71,31	71,89 c	
Crescimento	89,49	86,14	81,81	85,81 a	4,94
Final	83,87	80,10	74,94	79,64 b	
Média	82,53 A	78,79 AB	76,02 B		
	CMEE				
Inicial	92,60	91,93	92,19	92,24	
Crescimento	92,64	89,41	93,67	91,91	1,71
Final	95,25	95,09	96,27	95,53	
Média	93,50	92,14	94,04		
	CMEEV				
Inicial	93,32	92,40	92,86	92,86	
Crescimento	94,02	91,08	94,82	93,31	1,69
Final	96,32	96,20	97,64	96,72	
Média	94,55	93,23	95,11		

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

¹CV, Coeficiente de variação.

Os resultados obtidos a partir deste trabalho proporcionaram algumas conclusões. A energia metabolizável do óleo de soja não foi influenciada pela temperatura ambiente neste experimento, porém os valores de EMAn encontrados (8270, 8104 e 8255 kcal/kg para temperatura fria, termoneutra e quente, respectivamente) foram inferiores ao valor apresentado na tabela de Rostagno *et al.* (2005) de 8790 kcal/kg, valor utilizado atualmente nas formulações de rações. Este resultado demonstra a necessidade de se ajustar estes valores de energia metabolizável do óleo de soja que hoje se apresentam superestimados.

A temperatura fria melhorou a utilização dos nutrientes da dieta teste, principalmente para as aves na fase final, provavelmente por que a temperatura de 18°C está próxima do conforto térmico para aves de 39 a 42 dias de idade que fica em torno de 21°C (Macari *et al.* 2002).

A influência da idade do frango de corte sobre a utilização dos nutrientes foi bem demonstrada nos resultados deste trabalho, sendo assim, a idade deve ser considerada pelo nutricionista no momento da formulação de ração. O valor de energia metabolizável do milho (EMAn) aumentou com o avanço da idade (8060, 7750 e 8820 kcal/kg para fase inicial, crescimento e final, respectivamente), sendo que para fase inicial e crescimento os valores de EMAn foram inferiores ao apresentado na tabela de Rostagno *et al.* (2005) de 8790 kcal/kg, mostrando novamente a necessidade de se ajustar estes valores, para melhor adequar às exigências nutricionais do frango de corte.

4. Conclusões

Os valores médios de EMAn do óleo de soja, em kcal/kg, na matéria natural, para aves criadas em temperatura fria, termoneutra e quente foram de 8270, 8104 e 8255, respectivamente, e para as fases de criação inicial, crescimento e final de 8060, 7750 e 8820, respectivamente.

Os valores de energia metabolizável do óleo de soja, balanços e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes da dieta teste aumentam com a idade do frango de corte, porém a energia metabolizável do óleo de soja não é afetada pela temperatura ambiente. Aves na fase final (39 a 42 dias de idade) utilizam melhor os nutrientes da dieta teste quando criadas em temperatura fria.

5. Referencias

Andreotti MO, Junqueira OM, Barbosa MJB, Cancherini LC, Araújo LF, Rodrigues EA. Energia Metabolizável do Óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(5):1145-1151.

Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B, Guillaumin S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. *Poultry Science* 1997, 76(6):p.857-863.

Faria Filho DE. Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor. [Tese].Jaboticabal (SP):Universidade Estadual Paulista, 2006.

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*, 2007; 6:187-194.

Fascina VB, Carrijo AS, Souza KMR, Garcia AML, Kiefer C, Sartori JR. Soybean oil and beef tallow in starter broiler diets. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2009; 11(4):249-256.

Freitas ER, Sakomura NK, Neme R, Santos AL. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2005; 40(3):241-246.

Geraert PA, Guillaumin S, Zuprizal LM. Effect of high ambient temperature on dietary ME value in genetically lean and fat chickens. *Poultry Science* 1992; 71:2113-2116.

Hai L, Rong D, Zhang Z-Y. The effect of environment on the digestion of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2000; 83(2):57-64.

Junqueira OM, Andreotti MO, Araújo LF, Duarte KF, Cancherini LC, Rodrigues EA. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(6):2335-2339.

Kato KR. Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. [Tese] Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2005.

Keshavarz K, Fuller HL. The influence of widely fluctuating temperatures on heat production and energetic efficiency of broilers. *Poultry Science* 1980; 59:2121-2128.

Leeson S, Summers J. Fat values: The effect of fatty acid saturation 1976; 8:26-28.

Leeson S, Sumers JD. *Scott's nutrition of the chicken*. 5th ed. Ontario: University Books, 2001. 591 p.

Lima ACF, Macari M, Pizauro Jr JM, Malheiros EB. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzima ou probiótico. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2002; 4(3):187-193.

Liu K. Soybeans: chemistry, technology and utilization. New York (USA): Chapman and Hall; 1999.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte. Jaboticabal (SP): FUNEP; 2002.

Matterson LD, Potter LM, Stutz NW, Singen EP. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. 1965, 11p.

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 1992; 101:137-142.

Nascif CCC, Gomes PC, Albino LFT, Rostagno HS Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia 2004; 33(2) supl.2:375-385.

Piva GH. Efeito da forma física da ração para Frangos de corte criados em diferentes Temperaturas. [Dissertação] Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista, 2008.

Rarber MR, Ribeiro AML, Kessler AM, Arnaiz V, Labres RV. Desempenho, metabolismo e níveis plasmáticos de colesterol e triglicérides em frangos de corte alimentados com óleo ácido e óleo de soja. Ciência Rural 2008; 38(6):1730-1736.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: (MG): UFV; 2005.

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. Revista Brasileira de Zootecnia 2004; 33(4):924-935.

Savory CJ. Influence of ambient temperature on feeding activity parameters and digestive function in domestic fowls. Physiology Behavior 1986; 38(3):353-357.

Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos. Viçosa (MG): UFV; 2002.

Silva MAN, Barbosa Filho AD, Rosário MF. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, 2007; 36(3): 652-659.

Thom EC. Cooling degree: dayair conditioning, heating, and ventilating. Transaction of the American Society of Heating, 1958; (55):65-72.

Tinôco IFF. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: 3º Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 1998; Poços de Caldas, Goiás, Brasil. p.1-86.

Saeg. Saeg: Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa: UFV, 2007.

Uni Z, Ganot S, Sklan D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* 1998; 77:75-82

Vieira SL, Ribeiro AML, Kessler AM, Fernandes LM, Ebert AR, Eichner. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2002; 4:127-139.

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* 1982; 23:447- 450.

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* 1993; 72:289-295.

CAPÍTULO V

“DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS AJUSTADAS PARA CRIAÇÃO EM DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTES”

Resumo – O objetivo do experimento foi determinar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas onde a energia metabolizável do milho, farelo e óleo de soja foram ajustadas para aves criadas em diferentes temperaturas ambientes. Foram utilizados 480 pintos de corte da linhagem Cobb distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 4, sendo três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C) e quatro dietas (testemunha, fria, termoneutra e quente) totalizando 12 tratamentos com 4 repetições (duas gaiolas representaram uma repetição) de 10 aves cada. As rações experimentais foram formuladas com base nos resultados de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) para o milho, farelo e óleo de soja de experimentos realizados anteriormente nas mesmas câmaras climáticas no laboratório de Nutrição de Aves. Portanto, as rações utilizadas no experimento foram: Dieta testemunha – formulada com base na EMAn do milho (3381 kcal/kg), farelo (2256 kcal/kg) e óleo de soja (8790 kcal/kg) apresentados na tabela do Rostagno *et al.* (2005); dieta fria – formulada com base na EMAn do milho (3322 kcal/kg), farelo (2110 kcal/kg) e óleo de soja (8270 kcal/kg) encontrados em experimento anterior para aves criadas em 18°C; dieta termoneutra – formulada com base na EMAn do milho (3279 kcal/kg), farelo (2016 kcal/kg) e óleo de soja (8104 kcal/kg) encontrados em experimento anterior para aves criadas em 25°C; e dieta quente – formulada com base na EMAn do milho (3233 kcal/kg), farelo (2022 kcal/kg) e óleo de soja (8255 kcal/kg) encontrados em experimento anterior para aves criadas em 31°C. Foram avaliados os parâmetros de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar determinados nos períodos de 7 a 14; 7 a 21; 7 a 28; 7 a 35 e 7 a 42 dias de idade. O estresse por calor reduziu o desempenho de frangos de corte em todas as semanas de criação e o estresse por frio até 28 dias de idade. O ajuste da EMAn do milho (2233 kcal/kg), farelo de soja (2022 kcal/kg) e óleo de soja (8255 kcal/kg) da dieta quente melhorou a conversão alimentar das aves até 21 dias de idade criadas em estresse por frio.

Palavras-chave: conforto térmico, energia metabolizável; estresse térmico

"PERFORMANCE WITH BROILERS FED DIETS ADJUSTED FOR CREATION IN DIFFERENT AMBIENT TEMPERATURES"

Abstract: The experiment aimed to determine the performance of broilers fed diets where the metabolizable energy of corn, soybean meal and soybean oil adjusted for birds reared in different ambient temperatures. Four hundred and eighty Cobb chicks were distributed in a completely randomized design with a factorial 3 x 4 arrangement of treatments, with three different temperatures (18°C, 25°C and 33°C) and four diets (control, cold, thermoneutral and hot) totalizing 12 treatments with four replicates (two cages represented a repetition) of 10 birds each. The experimental diets were formulated using the results of apparent metabolizable energy adjusted for nitrogen balance (AMEn) which was obtained through metabolic trials of corn, soybean meal and soybean oil conducted at the same chambers in the Laboratory of Poultry Nutrition. Therefore, the diets used in the experiment were: Diet control - formulated on the basis of AMEn in corn (3381 kcal/kg), soybean meal (2256 kcal/kg) and soybean oil (8790 kcal/kg) presented in the table of Rostagno *et al.*, (2005); diet cold - formulated on the basis of AMEn in corn (3322 kcal/kg), meal (2110 kcal/kg) and soybean oil (8270 kcal/kg) found in a previous experiment with birds at 18°C; diet thermoneutral - formulated on the basis of AMEn in corn (3279 kcal/kg), meal (2016 kcal/kg) and soybean oil (8104 kcal/kg) found in a previous experiment with birds in 25°C, and diet hot - formulated on the basis of AMEn in corn (3233 kcal/kg), meal (2022 kcal/kg) and soybean oil (8255 kcal/kg) found in a previous experiment with birds at 31°C. The evaluated parameters were weight gain, feed intake and feed: gain and they were determined from 7 to 14, 7 to 21, 7 to 28, 7 to 35 and 7 to 42 days old. The broiler performance decreased in heat stress up to 42 days old and in cold stress up to 28 days. The adjust AMEn in corn (2233 kcal / kg), soybean meal (2022 kcal / kg) and oil Soybean (8255 kcal / kg) of hot diet improves feed:gain broiler to 21 days old in cold stress.

Key words: thermal comfort, metabolizable energy, heat stress

1. Introdução

Devido a sua importância econômica, a formulação das rações merece destaque especial na indústria avícola. Na formulação de rações para frangos de corte, a principal preocupação é fornecer energia em quantidade adequada para as aves. Para isso, há a necessidade de se conhecer o valor energético dos alimentos. Falhas na estimativa da composição dos ingredientes podem levar à produção de rações com níveis nutricionais muito diferentes dos especificados pelo nutricionista. Nutrientes em excesso ou faltando levam à ineficiência, pois encarecem desnecessariamente as fórmulas ou provocam perdas de desempenho.

Existe uma variabilidade natural em todos os ingredientes e também nas respostas animais aos nutrientes. Na avaliação do valor energético dos alimentos, além da composição química, sabe-se que outros fatores, como o procedimento experimental, o processamento dos alimentos, a temperatura ambiente, a linhagem e a idade das aves utilizadas nos ensaios, podem resultar em diferenças entre os valores de energia metabolizável determinados para um mesmo alimento, justificando as diferenças observadas entre os valores determinados e os tabelados.

A avaliação da energia metabolizável dos alimentos para frangos de corte é realizada, na maioria das vezes, em temperatura ambiente considerada na faixa de conforto das aves em crescimento, não sendo adequada para atender as exigências energéticas de aves em ambiente de estresse por calor ou frio, podendo ser uma das causas para o declínio de desempenho de frangos de corte. Entretanto, tem sido comum a utilização de um único valor de energia metabolizável dos alimentos para formular as rações de aves, subestimando essas diferenças.

Utilizar rações formuladas com base em valores de energia metabolizável adquiridos em experimentos onde as aves foram estressadas, pode significar maior otimização na formulação e menos desperdício de nutrientes na ração, obtendo melhora na conversão alimentar, conseqüentemente, diminuição no custo alimentar.

Com base nestas considerações o objetivo deste trabalho foi determinar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas onde a energia metabolizável do milho, farelo e óleo de soja foram ajustadas para aves criadas em diferentes temperaturas ambientes.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Foram utilizados 480 pintos de corte machos da linhagem Cobb criados em 96 gaiolas de arame galvanizado medindo 0,50m de altura, 0,50m de largura e 0,60m de profundidade, distribuídos em três câmaras climatizadas (quente, termoneutra e fria), sendo as gaiolas dispostas em duas baterias de três andares cada, perfazendo um total de 32 gaiolas/câmara.

As rações experimentais foram formuladas com base nos resultados de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do milho, farelo e óleo de soja de experimentos realizados anteriormente nas mesmas câmaras climáticas no laboratório de Nutrição de Aves (Carvalho, 2010, dados não publicados). A composição dos alimentos com exceção da energia metabolizável e as exigências nutricionais foram obtidas a partir de Rostagno *et al.* (2005).

As rações utilizadas no experimento foram: **Dieta testemunha** – formulada com base na EMAn do milho (3381 kcal/kg), farelo (2256 kcal/kg) e óleo de soja (8790 kcal/kg) apresentados na tabela do Rostagno *et al.* (2005); **dieta fria** – formulada com base na EMAn do milho (3322 kcal/kg), farelo (2110 kcal/kg) e óleo de soja (8270 kcal/kg) encontrados em experimento anterior para aves criadas em 18°C; **dieta termoneutra** – formulada com base na EMAn do milho (3279 kcal/kg), farelo (2016 kcal/kg) e óleo de soja (8104 kcal/kg) encontrados em experimento anterior para aves criadas em 25°C; e **dieta quente** – formulada com base na EMAn do milho (3233 kcal/kg), farelo (2022 kcal/kg) e óleo de soja (8255 kcal/kg) encontrados em experimento anterior para aves criadas em 31°C.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 4, sendo três temperaturas (18°C, 25°C e 33°C) e quatro dietas (testemunha, fria, termoneutra e quente) totalizando 12 tratamentos com 4 repetições (duas gaiolas representaram uma repetição) de 10 aves cada.

O programa de arraçamento foi realizado em quatro fases de criação: pré-inicial (1 a 7), inicial (8 a 21), crescimento (22 a 35) e final (36 a 42 dias de idade). A dieta pré-inicial foi igual para todos os tratamentos, pois todas as aves permaneceram na

câmara quente até os sete dias de idade para não comprometer seu desempenho inicial (Tabela 1).

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			
		Test ¹	Fria	Term ¹	Que ¹	Test ¹	Fria	Term ¹	Que ¹	Test ¹	Fria	Term ¹	Que ¹
Milho	56,5	60,5	59,8	60,17	59,8	64,7	63,2	63,07	61,39	68,7	65,7	62,99	62,73
	6	1	5		7	9	0			6	3		
Farelo de soja	37,1	34,0	30,8	28,95	28,4	29,7	27,9	26,74	26,35	25,9	26,4	25,40	24,90
	7	0	0		4	0	0			0	5		
Óleo de soja	1,96	1,75	3,13	3,30	3,73	1,99	3,80	4,10	4,45	1,98	4,46	4,53	4,97
Sal comum	0,46	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcário	0,93	0,89	0,90	0,91	0,91	0,83	0,84	0,85	0,85	0,79	0,79	0,78	0,78
Fosfato	1,94	1,79	1,8	1,80	1,80	1,63	1,64	1,65	1,65	1,49	1,49	1,52	1,52
DL-metionina	0,22	0,14	0,13	0,12	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13
L-lisina	0,34	0,16	0,23	0,28	0,28	0,19	0,24	0,28	0,28	0,24	0,23	0,26	0,27
Treonina	0,13	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05
Protenose	0,00	0,00	2,40	3,72	4,10	0,00	1,51	2,45	2,94	0,00	0,00	1,20	1,61
Bicarbonato Na	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05
Amido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	0,00	0,00	2,49	2,39
Cloreto colina	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Surmax ⁴	0,00	0,00	0,00	0,005	0,00	0,00	0,00	0,005	0,005	0,00	0,00	0,005	0,005
	5	5	5		5	5	5			5	5		
Supl.vitaminico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Supl. Mineral ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores Calculados													
EM (kcal/kg)	2950			2980				3050				3100	
PB (%)	22,0			20,65				19,10				17,74	
	4			0,87				0,81				0,75	
Cálcio (%)	0,94			0,43				0,40				0,37	
Fósforo disp.(%)	0,47			0,43				0,42				0,40	
Metionina (%)	0,52			0,79				0,69				0,71	
Metion+cistina(%)	0,82			1,11				1,05				0,99	
Lisina (%)	1,33			0,58				0,72				0,57	
Potássio (%)	0,73			0,21				0,20				0,19	
Sódio (%)	0,22			0,18				0,17				0,16	
Cloro (%)	0,20			1,05				1,02				0,99	
Ác. linoléico (%)	1,38												

¹Test: dieta testemunha, Term: dieta termoneutra, Que: dieta quente

²MC-MIX Frango (1 kg) (Mcassab®) níveis de garantia/kg de produto: Vit. A, 11.000.000 UI ; Vit. D3, 2.000.000 UI ; Vit. E, 16.000 mg ; Ácido fólico, 400 mg ; Pantotenato de cálcio, 10.000 mg ; Biotina, 60 mg ; Niacina, 35.000 mg ; Piridoxina, 2.000 mg ; Riboflavina, 4.500 mg ; Tiamina, 1.200 mg ; Vit. B12, 16.000 mcg ; Vit. K3, 1.500 mg ; Se, 250 mg.

³MC-MIX Mineral Aves (0,5 kg) (Mcassab®) níveis de garantia/kg de produto : Cu, 18.000 mg ; Zn, 120.000 mg ; I, 2.000 mg ; Fe, 60.000 mg ; Mn, 120.000 mg.

⁴Surmax® (Elanco): avilamicina 10 ppm.

Posteriormente, foram distribuídas aleatoriamente nas três câmaras (fria, termoneutra e quente) e administradas às dietas experimentais. Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período de criação e o programa de luz foi de 24 horas de luz.

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar foi realizado por meio de conjunto de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo

negro localizados na altura das aves. As temperaturas foram, posteriormente, convertidas ao índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU). As temperaturas foram registradas diariamente em dois horários (8 e 17 horas).

Os dados de desempenho foram obtidos para os períodos acumulados de 7 a 14; 7 a 21; 7 a 28; 7 a 35 e 7 a 42 dias de idade. Foram obtidos os resultados de peso corporal (peso das aves de cada repetição no alojamento, aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade), ganho de peso (diferença entre o peso ao final de cada período e o peso inicial no alojamento), consumo de ração (diferença entre o total de ração fornecida e as sobras colhidas no final de cada período, com base no número médio de aves no período), conversão alimentar (razão entre o total de ração consumida e o ganho de peso, corrigida pelo peso das aves mortas), mortalidade (anotada diariamente e expressa em percentual, pela relação entre o número de aves mortas no período e o número inicial de aves).

As análises estatísticas foram realizadas através de análise de variância com o auxílio do sistema de análise estatístico SAS (1996). Para verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey (5% de probabilidade).

3. Resultados e discussões

A Tabela 2 mostra a temperatura, a umidade relativa do ar e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) segundo Buffington *et al.* (1981) para as três câmaras climáticas. A média de ITGU foi 66,53; 73,38 e 82,64 para as câmaras fria, termoneutra e quente, respectivamente. Nota-se que na última semana devido à grande quantidade de calor produzido pelas aves, o resultado de ITGU (77,40) na câmara termoneutra aproximou-se dos resultados encontrados na câmara quente (81,39).

Segundo Medeiros *et al.* (2005), é considerado ambiente frio quando o ITGU está entre 59 e 67, confortável quando o ITGU está entre 68 e 77 e ambiente quente entre 78 e 88. Os mesmos autores em experimento com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade concluíram que nos ambientes considerados frios (ITGU entre 59 e 67), as aves apresentaram redução de 14% no ganho de peso diário e aumento de 12,1% da mortalidade. Por outro lado, nos ambientes considerados quentes (ITGU entre 78 e 88),

não houve mortalidade, porém, houve redução de 67% no ganho de peso diário e 43% na ingestão de alimentos.

Tabela 2 – Temperatura do ar (Temp) em °C, umidade relativa do ar (Umid) em % e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) observadas nas câmaras climáticas durante o período experimental.

Idade (dias)	Fria			Termoneutra			Quente		
	Temp	Umid	ITGU	Temp	Umid	ITGU	Temp	Umid	ITGU
08 a 14	19,10	80,96	65,57	25,37	51,57	71,16	32,19	60,32	82,75
15 a 21	19,54	80,85	65,93	25,23	57,71	71,19	31,81	64,64	82,32
22 a 28	20,66	77,92	68,39	26,08	64,42	74,18	32,18	69,39	83,01
29 a 34	20,67	67,82	67,28	25,75	64,39	72,97	32,45	65,67	83,73
35 a 42	20,28	60,00	65,51	28,47	58,50	77,40	31,95	55,95	81,39
Média	20,05	73,51	66,53	26,11	59,32	73,38	32,11	63,19	82,64

A temperatura ambiente das câmaras e as dietas experimentais apresentaram efeito isolado para as variáveis de desempenho aos 14 dias de idade (Tabela 3), com exceção da conversão alimentar (Tabela 4). Aves criadas em temperatura termoneutra obtiveram maiores resultados de peso corporal, ganho de peso e consumo de ração (Tabela 3). O menor consumo de ração ($P < 0,05$) foi para aves em estresse por calor. A temperatura ambiente é considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração e, com isto, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar destes animais (Macari *et al.*, 2002).

Para as dietas experimentais, aves alimentadas com dieta quente apresentaram maiores pesos corporais e ganho de pesos aos 14 dias de idade, quando comparadas às aves alimentadas com dieta testemunha. A dieta quente foi formulada com os valores de 3233, 2022 e 8255 kcal/kg de EMAn para milho, farelo e óleo de soja, respectivamente, valores esses inferiores em 148, 234 e 535 kcal/kg quando comparados aos valores usados na dieta testemunha de 3381, 2256 e 8790 kcal/kg de EMAn para milho, farelo e óleo de soja, respectivamente. O melhor desempenho para as aves alimentadas com a dieta quente demonstra que os valores de energia metabolizável do milho, farelo e óleo de soja apresentados nas tabelas de Rostagno *et al.* (2005) estão superestimados para aves aos 14 dias de idade. Importante ressaltar que estes resultados ocorreram sob as condições deste experimento (criação em câmaras climáticas).

Tabela 3 – Peso inicial aos 7 dias de idade e peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade de frangos de corte nos períodos acumulados de 7-14, 7-21, 7-28, 7-35 e 7-42 dias de idade, submetidos a quatro diferentes dietas e criados em câmaras climatizadas.

	Temperatura (T)			Dietas (D)			T	D	TxD	CV ³	
	18°C	25°C	33°C	Test ¹	Fria	Termo ¹					Quen ¹
7 dias de idade											
PI ²	176	176	176	176	176	176	176	ns	ns	ns	0,58
7 a 14 dias de idade											
PC ²	421b	464a	429b	422b	443ab	438ab	449a	0,001	0,027	ns	4,96
GP ²	245b	288a	253b	246b	268ab	262ab	273a	0,001	0,028	ns	8,31
CR ²	384b	407a	333c	369	378	375	377	0,001	ns	ns	6,80
CA ²	1,585	1,418	1,321	1,508	1,421	1,445	1,390	0,001	0,001	0,021	4,23
VB ²	98	99	100	100	99	99	98	ns	ns	ns	2,91
7 a 21 dias de idade											
PC ²	770b	886a	773b	780	822	814	823	0,001	ns	ns	6,87
GP ²	594b	709a	597b	604	647	637	647	0,001	ns	ns	8,79
CR ²	981b	1053a	859c	959	986	965	947	0,001	ns	ns	6,83
CA ²	1,700	1,485	1,440	1,607	1,535	1,546	1,478	0,001	0,001	0,026	3,84
VB ²	93b	99a	100a	99	98	96	97	0,001	ns	ns	4,83
7 a 28 dias de idade											
PC ²	1218b	1360a	1073c	1190	1247	1225	1205	0,001	ns	ns	9,77
GP ²	1043b	1184a	897c	1014	1072	1049	1029	0,001	ns	ns	11,43
CR ²	1771a	1874a	1432b	1707	1748	1689	1630	0,001	ns	ns	7,98
CA ²	1,758a	1,586b	1,613b	1,716a	1,645ab	1,648ab	1,603b	0,001	0,003	ns	4,21
VB ²	87b	99a	98a	96	97	93	92	0,001	ns	ns	7,57
7 a 35 dias de idade											
PC ²	1735a	1857a	1242b	1585	1642	1624	1594	0,001	ns	ns	11,86
GP ²	1558a	1681a	1066b	1409	1466	1447	1418	0,001	ns	ns	13,32
CR ²	2702a	2882a	1959b	2550	2588	2498	2421	0,001	ns	ns	8,85
CA ²	1,847a	1,717b	1,868a	1,872	1,807	1,802	1,763	0,001	ns	ns	5,72
VB ²	77b	99a	96a	94	92	88	88	0,001	ns	ns	9,94
7 a 42 dias de idade											
PC ²	2233a	2142a	1398b	1878	1964	1897	1960	0,001	ns	ns	17,32
GP ²	2057a	1966a	1222b	1702	1788	1721	1784	0,001	ns	ns	19,06
CR ²	3608a	3705a	2358b	3260	3317	3213	3104	0,001	ns	ns	8,82
CA ²	1,923	1,988	2,009	2,031	1,982	1,947	1,933	ns	ns	ns	7,56
VB ²	71b	87a	83a	86a	84a	83a	68b	0,002	0,008	ns	16,38

^{a,b,c}Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹Test: dieta testemunha, Termo: dieta termoneutra, Quen: dieta quente.

²PI: peso inicial (g), PC: peso corporal (g), GP: ganho de peso (g), CR: consumo de ração (g), CA: conversão alimentar (g/g) e VB: viabilidade (%). ³CV (%): coeficiente de variação.

Houve interação entre temperatura ambiente e dieta experimental para conversão alimentar aos 14 dias de idade (Tabela 4). Aves criadas na câmara fria obtiveram as melhores conversões alimentares (P<0,05) quando comparadas às aves em estresse por

calor, sendo também superiores às aves alimentadas com dieta testemunha e termoneutra criadas na câmara a 25°C. Aves criadas em estresse por frio aumentam o consumo de ração na tentativa de aumentar a produção de calor e manter a temperatura do corpo constante com, conseqüentemente, piora na conversão alimentar (May & Lott, 2000).

Houve diferenças entre dietas experimentais para aves em estresse por frio e por calor (Tabela 4). A melhor conversão alimentar na câmara fria foi para aves alimentadas com dieta quente, diferindo das aves alimentadas com dieta testemunha. Na câmara quente aves alimentadas com dieta fria apresentaram melhores conversões alimentares quando comparadas às aves alimentadas com dieta testemunha. No entanto, todas as aves alimentadas com as dietas ajustadas (fria, termoneutra e quente) obtiveram melhores valores numéricos de conversão alimentar quando comparadas a aves alimentadas com a dieta testemunha. Esses resultados demonstram que é necessário reavaliar os valores de EMAN dos alimentos para aves aos 14 dias de idade, principalmente, se essas estão passando por um estresse térmico.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre temperatura da câmara e dietas experimentais para conversão alimentar de frangos de corte aos 14 dias de idade.

Dietas	Temperaturas			Média
	18°C	25°C	32°C	
Testemunha	1,672 Aa	1,450 b	1,402 Ab	1,508
Fria	1,570 ABa	1,447 a	1,247 Bb	1,421
Termoneutra	1,615 ABa	1,367 b	1,355 ABb	1,445
Quente	1,482 Ba	1,407 ab	1,280 ABb	1,390
Média	1,585	1,418	1,321	

^{A,B; a,b} Médias seguidas por letras diferentes, maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha), diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A dieta quente (Tabela 3 e 4) possuía maior inclusão de óleo de soja, que foi necessária para atingir a exigência de energia metabolizável da tabela de Rostagno *et al.* (2005) para frangos de desempenho regular nesta fase de criação (14 dias de idade), devido aos baixos valores de EMAN do milho, farelo e óleo de soja utilizados na formulação da dieta. Bertechini (2006) sugeriram que a utilização preferencial de óleo como fonte de energia, ao invés de carboidratos, reduz o incremento calórico das dietas

e beneficia as aves criadas durante os meses de elevada temperatura ambiente, recuperando o consumo de energia e, conseqüentemente, o ganho de peso.

Aos 21 dias de idade (Tabela 3) os mesmos resultados, para temperatura ambiente, foram observados para peso corporal, ganho de peso e consumo de ração, sendo maiores para aves criadas em conforto térmico ($P < 0,05$). Faria Filho *et al.* (2005) avaliaram o efeito da temperatura ambiente para frangos de corte de 7 a 14 (21, 29 e 33°C) e 15 a 21 dias de idade (18, 26 e 33°C) e verificaram maior consumo de ração para aves criadas em temperatura fria quando comparadas às aves mantidas na temperatura termoneutra. No trabalho atual devido ao estresse por frio ter se iniciado aos 7 dias de idade com uma temperatura de 18°C, as aves diminuíram as atividades e se mantiveram aglomeradas para minimizar a perda de calor, conseqüentemente, reduziram o consumo de ração. Também houve maior mortalidade de aves na câmara fria aos 21 dias de idade (Tabela 3).

As dietas experimentais não interferiram nas variáveis de desempenho aos 21 dias de idade, com exceção da conversão alimentar que apresentou interação entre temperatura e dieta (Tabela 5). Aves criadas na câmara fria obtiveram maiores conversões alimentares quando comparadas às aves em temperatura termoneutra e em estresse por calor.

Com o aumento da idade (14 para 21 dias) o ajuste das dietas (fria, termoneutra e quente) já não melhorou a conversão alimentar (Tabela 5) para aves em estresse por calor, porém os valores continuaram numericamente melhores quando comparados a dieta testemunha. Houve diferença entre dietas experimentais para aves em estresse por frio (Tabela 5). A melhor conversão alimentar foi para aves alimentadas com dieta quente, diferindo das aves alimentadas com dieta testemunha e termoneutra. Esses resultados mostram que os valores de EMAn do milho, farelo e óleo de soja para aves aos 21 dias de idade em estresse por frio podem ser menores que os utilizados atualmente, sendo necessário um ajuste da energia metabolizável desses alimentos durante a formulação, para um consumo de ração mais adequado, menor custo e melhor desempenho.

Tabela 5 – Desdobramento da interação entre temperatura da câmara e dietas experimentais para conversão alimentar de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Dietas	Temperaturas			Média
	18°C	25°C	32°C	
Testemunha	1,802 Aa	1,525 b	1,495 b	1,607
Fria	1,690 ABa	1,527 b	1,387 b	1,535
Termoneutra	1,730 Aa	1,452 b	1,457 b	1,546
Quente	1,577 Ba	1,437 ab	1,420 b	1,478
Média	1,700	1,485	1,440	

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

Aos 28 dias de idade os melhores resultados de peso corporal e ganho de peso se mantiveram para aves criadas em temperatura termoneutra, sendo os menores resultados para aves em estresse por calor (Tabela 3). Leeson & Summers (1991) comentaram que em temperaturas próximas de 28°C, a energia para produção torna-se drasticamente reduzida e a 33°C o balanço de energia torna-se negativo, sendo necessária utilização de reservas corporais, reduzindo o ganho de peso e, conseqüentemente, o desempenho. Oliveira Neto *et al.* (2000) concluíram que independente do nível energético da ração, a alta temperatura reduziu o desempenho das aves, com redução de 16% no ganho de peso e aumento de 19% na conversão alimentar. Essa piora na conversão alimentar para aves em estresse por calor não ocorreu neste trabalho até 28 dias de idade, não diferindo das aves na câmara termoneutra (Tabela 3).

O maior consumo de ração continuou sendo das aves na câmara termoneutra (Tabela 3) não diferindo das aves em estresse por frio e, conseqüentemente, a pior conversão alimentar foi para aves na câmara fria. A pior viabilidade também se manteve para aves na câmara fria. Aves na câmara fria apresentaram as piores conversões alimentares porque consumiram ração de forma similar às aves da câmara termoneutra e obtiveram peso corporal inferior (Tabela 3), demonstrando redução no desempenho devido à utilização da energia da dieta para produção de calor.

Apenas a conversão alimentar apresentou influência das dietas experimentais aos 28 dias de idade de forma isolada (Tabela 3). A dieta quente proporcionou melhor ($P < 0,05$) conversão alimentar às aves quando comparadas às aves alimentadas com dieta testemunha. O ajuste da EMAn do milho, farelo e óleo de soja na dieta quente

resultou em melhor conversão alimentar para aves aos 14, 21 e 28 dias de idade (Tabela 3, 4 e 5) quando comparadas as aves alimentadas com a dieta testemunha formulada com valores de EMAn desses alimentos apresentados na tabela do Rostagno *et al.* (2005). Os resultados de conversão alimentar demonstram que os valores atualmente utilizados de energia desses alimentos estão superestimados, sendo necessário ajuste na formulação mesmo que seja necessária maior inclusão de óleo de soja como ocorrido na dieta quente. Os óleos são grandes fornecedores de energia prontamente disponível. Sua adição nas rações promove efeito benéfico no desempenho dos frangos. Esse benefício ou efeito extracalórico geralmente reflete em melhoria na taxa de crescimento, na utilização dos nutrientes da ração e no seu conteúdo de energia metabolizável (Junqueira *et al.*, 2005).

Quando as aves atingiram 35 dias de idade não houve mais superioridade no peso corporal, ganho de peso e consumo de ração para aves criadas em temperatura temoneutra quando comparadas às aves em estresse por frio (Tabela 3). Os menores resultados se mantiveram para aves em estresse por calor. Este resultado evidencia que aves nessa idade se sentem mais confortáveis em temperaturas mais baixas. A pior conversão alimentar continuou sendo para aves em estresse por frio, mas aves em estresse por calor se igualaram aos resultados das aves criadas na câmara fria, demonstrando que o estresse por calor é ainda mais prejudicial ao desempenho para aves na fase final de criação. Durante o estresse por calor, processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor. Eliminar este calor representa esforço adicional e implica em gasto de energia e perda de produtividade (Gonzales, 1994).

Bonnet *et al.* (1997) obtiveram pior desempenho para aves criadas em temperatura quente quando comparadas às aves em temperatura termoneutra independente da quantidade de ração fornecida. Os autores comentaram que durante o estresse por calor há redução na eficiência alimentar, o que explica não só os resultados do estresse por calor no trabalho atual, mas também o de estresse por frio (produção de calor) através dos resultados de conversão alimentar aos 28 dias de idade (Tabela 3).

A menor viabilidade se manteve na câmara fria. Aos 35 dias de idade, não houve influência das dietas experimentais no desempenho das aves (Tabela 3). Após os 35 dias a conversão alimentar das aves alimentadas com as dietas que possuíam o ajuste da EMAn dos alimentos não deferiu da dieta testemunha, demonstrando que para aves

mais velhas o valores tabelados podem estar mais próximos da real utilização da energia por essas aves.

Aos 42 dias de idade os resultados se inverteram e aves em estresse por frio obtiveram os melhores pesos corporais e ganhos de pesos, no entanto não diferiram das aves na câmara termoneutra. Isso pode ter ocorrido pelo fato das aves nessa idade terem como temperatura de conforto valores em torno de 20°C. Outro fator que pode ter contribuído para os melhores resultados aos 42 dias das aves em estresse por frio foi o aumento da temperatura na câmara termoneutra na última semana (Tabela 2), devido ao calor produzido pelas aves, o que causou redução no desempenho. O menor peso corporal, ganho de peso e consumo de ração, manteve-se para aves em estresse por calor. A conversão alimentar não apresentou diferenças entre as temperaturas de criação.

Faria Filho *et al.* (2007) concluíram que a exposição ao calor prejudica o desempenho dos frangos e esse prejuízo não está associado a alterações nos coeficientes de metabolização dos nutrientes das rações e sim, em consequência do baixo consumo de ração e do efeito direto da temperatura ambiente, devido à necessidade da ave em perder calor.

As aves na câmara fria foram as que obtiveram a viabilidade mais baixa durante todo o experimento (Tabela 3), sendo a ascite o diagnóstico para a maioria das mortes. A síndrome ascítica, também conhecida como síndrome da hipertensão pulmonar (SHP), é uma condição patológica caracterizada pelo extravasamento de líquido dos vasos sanguíneos e seu acúmulo na cavidade abdominal, devido a um déficit de oxigenação tecidual, que culmina na hipóxia sistêmica e aumento do débito cardíaco. A maior incidência de SPH é observada nos meses de inverno em função do aumento na demanda de oxigênio devido ao maior consumo de alimento e produção de calor (Berchieri Jr. *et al.*, 2009).

As dietas experimentais não interferiram nas variáveis de desempenho aos 42 dias de idade, com exceção da menor viabilidade apresentada pelas aves alimentadas com dieta quente (Tabela 3). Nem mesmo a alta inclusão de óleo das dietas (fria termoneutra e quente) proporcionou melhor desempenho aos 42 dias de idade.

Dale & Fuller (1980) mostraram que a inclusão de altos níveis de gordura melhorou o crescimento e a conversão alimentar em todos os tratamentos, entretanto, quando o estresse constante foi imposto, essa melhora foi similar em ambas as

temperaturas (14°C e 32°C), diferentemente da situação em que as temperaturas foram cíclicas, onde a melhora na taxa de crescimento, devido à adição de gordura na ração, foi mais pronunciada. Esses resultados sugerem que, quando as aves estão sujeitas à alta temperatura constante, o que foi o caso do trabalho atual, o estresse é tão severo que excede os efeitos benéficos da redução do incremento calórico e que quando um estresse térmico menos severo é imposto (cíclico), a ave é aparentemente capaz de se beneficiar com a redução da produção de calor associada à gordura da dieta.

Os resultados obtidos na presente pesquisa evidenciam a necessidade de ajustar os valores de EM dos alimentos nas rações das aves conforme sua condição de criação. Vale ainda ressaltar que o valor de energia metabolizável de um alimento resulta da relação entre a composição química, características físicas do alimento e as características anatômicas e fisiológicas das aves, que influenciam diretamente os processos digestivos, como é o caso de aves em estresse térmico.

4. Conclusões

O estresse por calor reduz o desempenho de frangos de corte em todas as semanas de criação e o estresse por frio até 28 dias de idade. O ajuste da EMAn do milho (2233 kcal/kg), farelo de soja (2022 kcal/kg) e óleo de soja (8255 kcal/kg) da dieta quente melhora a conversão alimentar das aves até 21 dias de idade criadas em estresse por frio.

5. Referências

Berchieri Jr A, Silva EN, Di Fábio J, Sesti L, Zuanaze MAF. Doença das Aves. Campinas (SP): FACTA; 2009.

Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras (MG): UFLA/FAEP; 2006.

Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B, Guillaumin S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. *Poultry Science* 1997, 76(6):p.857-863.

Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE*, 1981; 24(3):711-714.

Dale NM, Fuller HL. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant vs. cycling temperatures. *Poultry Science* 1980; 59(7):1434–1441.

Faria Filho DE, Rosa RS, Vieira BS, Macari M, Furlan RL. Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance, and nitrogen excretion of broiler chickens from 7 to 21 days of age. *Revista Brasileira de Ciência Avícola / Brazilian Journal of Poultry Science* 2005; 7(4):247-253.

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*, 2007; 6:187-194.

Gonzales E. Mecanismos regulatórios do consumo de alimentos em aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, Campinas, São Paulo, Brasil. p. 27-42.

Junqueira OM, Andreotti MO, Araújo LF, Duarte KF, Cancherini LC, Rodrigues EA. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(6):2335-2339.

Leeson S, Summers JD. *Commercial poultry nutrition*. Ontario, Canada; 1991.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal (SP): FUNEP; 2002.

May JD, Lott BD. The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. *Poultry Science*, 2000; (79): 669-671.

Medeiros CM, Baêta FC, Oliveira RFM, Tinôco IFF, Albino LFT, Cecon PR. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura* 2005; 13(4):277-286.

Oliveira Neto AR, Oliveira RFM, Donzele JL, Rostagno HS, Ferreira RA, Maximiano HC, Gasparino E. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2000; 29(5):1132-1140.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: (MG): UFV; 2005.

Sas. *User's Guide*, version 6, 4^a Edition, North Caroline, SAS Institute INC., 1996.

CAPÍTULO VI

Implicações

Uma das maneiras de otimizar o desempenho zootécnico das aves é garantir que valores reais sejam fornecidos aos animais através dos alimentos. Quanto mais exato formos à quantidade de nutrientes diários que um animal necessita para o seu melhor desempenho, mais econômicos e competitivos seremos.

Normalmente à formulação da ração parte de tabelas de ingredientes que apresentam os nutrientes necessários. A partir destas matrizes nutricionais conseguimos formular dietas que contenham os nutrientes necessários aos animais para o desempenho planejado. Isso é o que esperamos, mas torna-se complicado atingir esse desempenho utilizando apenas um único valor de energia metabolizável dos alimentos para formular as rações de aves em diferentes fases de idade, condição de criação, linhagem da ave e outros. Portanto, trabalhos como este demonstram realmente que existe influencia desses fatores, como o aumento da energia metabolizável do alimento com o avanço da idade da ave e diferenças na utilização do alimento pelas aves criadas em diferentes condições térmicas.

Apesar da energia da ração ser um assunto extensivamente estudado mais trabalhos são necessários com o intuito de avaliar o valor energético dos alimentos, juntamente com fatores que a avicultura brasileira é tão desafiada como temperatura ambiente, novas linhagens, diferentes idades e fases no plano nutricional, que forneçam valores precisos dos componentes nutricionais dos alimentos e suas respectivas metabolizabilidades.

Neste mesmo caminho deparamos com o estudo de modelos de crescimento, onde todos estes fatores já mencionados podem ser incluídos e controlados. Sendo necessário maior aprofundamento na utilização de modelos matemáticos que expressem com maior exatidão o crescimento das aves em função da idade, para obtenção de parâmetros como a taxa de crescimento e deposição de nutrientes corporais. O desenvolvimento de modelos que simulem processos fisiológicos, como o metabolismo basal e a deposição de tecidos para aves criadas nas diferentes temperaturas. Auxiliando não só o estudo e a compreensão desses processos fisiológicos nas aves, mas também servindo como ferramenta para formulação de uma ração mais ajustada a cada realidade.